



T.C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI

Tarla Bitkileri Merkez
Araştırma Enstitüsü
DERGİSİ

*JOURNAL of
Central Research
Institute For
Field Crops*

E-ISSN : 2146-8176

Cilt/Volume **27**
Sayı/Number **1**

Yıl/Year **2018**

 <p>TÜBİTAK ULAKBİM</p>	<p>TÜBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veri Tabanı (Tarım Bilimleri) Tarafından taranmaktadır. <i>Indexed by TÜBİTAK-ULAKBİM Agricultural Sciences Database.</i></p>
 <p>DergiPark AKADEMİK</p>	<p>TÜBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik Tarafından Yayımlanmaktadır. <i>Published by TÜBİTAK-ULAKBİM Turkish Journal Park Academic Database.</i></p>
 <p>doi[®] crossref</p>	<p>CROSSREF® Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır. <i>Indexed by CROSSREF® Database.</i></p> <p>Makaleler DOI numarası ile yayınlanmaktadır. <i>Articles are published with DOI number.</i></p>
 <p>SIS Scientific Indexing Services</p>	<p>Scientific Indexing Services Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır. <i>Indexed by Scientific Indexing Services.</i></p>
 <p>SCIENCE LIBRARY INDEX</p>	<p>Science Library Index Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır. <i>Indexed by Science Library Index.</i></p>
 <p>Academic Resource Index ResearchBib</p>	<p>Academic Resource Index (ResearchBib) Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır. <i>Indexed by Academic Resource Index (ResearchBib).</i></p>

**TARLA BİTKİLERİ
MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ
DERGİSİ**

*JOURNAL OF CENTRAL RESEARCH
INSTITUTE FOR FIELD CROPS*

E-ISSN: 2146-8176

CİLT/ VOLUME **27**

SAYI/ ISSUE **1**

2018

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
JOURNAL OF CENTRAL RESEARCH INSTITUTE FOR FIELD CROPS

Cilt / Volume: 27, Sayı / Issue: 1, 2018

Yayın Sahibinin Adı / Published by

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Adına

Enstitü Müdürü / Director of Institute:

İlhan SUBAŞI

Editör / Editor-in-Chief:

Prof Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi

Editör Yardımcısı / Associate Editor:

Dr. Reyhan BAHTİYARCA BAĞDAT

Yayın Kurulu / Editorial Board:

Dr. A. Oya AKIN

Genetik Yük. Müh. Fatma Gül MARAŞ VANLIOĞLU

Elek. Elektr. Yük. Müh. Vildan ÖZEN KUZ

Ziraat Yük. Müh. Halil İbrahim Fırat KON

Ziraat Yük. Müh. Recep KODAŞ

Dr. Emine Burcu TURGAY

Yayın Türü / Type of Publication: Yaygın Süreli Yayın / Widely Distributed Periodical

Yayın Dili / Language: Türkçe ve İngilizce / Turkish and English

Hakemli bir dergidir / Peer reviewed journal

Yılda iki kez yayınlanır / Published two times a year

İletişim Adresi / Publisher Address:

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Şehit Cem Ersever Cad. No: 9-11 06170 Yenimahalle - Ankara

Tel: (+90 312) 343 10 50, **Belgegeçer / Fax:** (+90 312) 327 28 93

E-posta / E-mail: tarndergi@gmail.com

Dergi Web Sayfası / Journal Home Page:

<http://arastirma.tarim.gov.tr>, <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tarbitdergi/>

Grafik Tasarım / Graphic Design:

Filiz ERYILMAZ

Yayın Hizmetleri / Publishing Service:

BAYT Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın ve Ltd. Şti.

Ziya Gökalp Cad., No. 30/31, Kızılay, 06420 Ankara

Tel. (0312) 431 3062

info@bayt.com.tr, www.bayt.com.tr

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
JOURNAL OF CENTRAL RESEARCH INSTITUTE FOR FIELD CROPS

Cilt / Volume: 27, Sayı / Issue: 1, 2018

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi
Hakemli Olarak Yılda İki Kez Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Assoc. Prof. Ahmad ALİ
Mumbai University

Prof. Dr. Ahmet Esen ÇELEN
Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK
Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Alptekin KARAGÖZ
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Prof. Dr. Ayhan ATLI
Harran Üniversitesi

Dr. Azize HOMER
University of Wyoming

Prof. Dr. Burhan KARA
Süleyman Demirel Üniversitesi

Prof. Dr. Cafer OLCAYTO SABANCI
Ahi Evran Üniversitesi

Doç. Dr. Emine BUDAKLI ÇARPICI
Uludağ Üniversitesi

Prof. Dr. Erol YILDIRIM
Atatürk Üniversitesi

Dr. Eylem TUGAY KARAGÜL
Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü

Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Güray AKDOĞAN
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Halis ARIOĞLU
Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan KILIÇ
Bingöl Üniversitesi

Prof. Dr. İlknur AKGÜN
Süleyman Demirel Üniversitesi

Prof. Dr. İrfan ÖZBERK
Harran Üniversitesi

Prof. Dr. İsmet BAŞER
Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet AYÇİÇEK
Bingöl Üniversitesi

Prof. Dr. Melahat AVCI BİRSEN
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ
Ankara Üniversitesi

Dr. Muzaffer AVCI
Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü

Prof. Dr. Muzaffer TOSUN
Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Prof. Dr. Ramazan DOĞAN
Uludağ Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Sabahaddin ÜNAL
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Prof. Dr. Suat ŞENOL
Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Tacettin YAĞBASANLAR
Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Veyis TANSI
Çukurova Üniversitesi

Doç. Dr. Yaşar Tuncer KAVUT
Ege Üniversitesi

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF CENTRAL RESEARCH INSTITUTE FOR FIELD CROPS

Cilt / Volume: 27, Sayı / Issue: 1, 2018

İçindekiler / Contents

Germination Stage Water Scarcity in Bread and Einkorn Wheat <i>Ekmeklik ve Siyez Buğdayında Çimlenme Dönemi Su Eksikliği</i>	
D. ASLAN, B. ORDU, M. E. GÖRE, B. AKIN, N. ZENCİRCİ	1
Kuraklığın Buğdayın Kök Ağırlığına Etkisi ve Kökün Bazı Fizyolojik Parametrelerle İlişkisi <i>Drought Effect on Root Amount and its Relations with Some Physiological Parameters</i>	
İ. ÖZTÜRK, K. Z. KORKUT	14
Erzurum Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarında Kışlık Yetiştirilen Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Verim Parametrelerinin Belirlenmesi <i>Determining the Yield Variables of Forage Pea Varieties Sown in Different Winter Sowing Periods in Erzurum Ecological Conditions</i>	
S. KADIOĞLU, M. TAN	25
Türkiye’de İkinci Ürün Soya (<i>Glycine max L. Merrill</i>) Yetiştirmeye Uygun Potansiyel Alanların Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreç Tekniğinin Kullanımı <i>Use of GIS-based Analytical Hierarchy Process Technique in Determining Potential Areas Suitable for Double Crop Soybean (<i>Glycine max L. Merrill</i>) Cultivation in Turkey</i>	
H. TORUNLAR, A. N. NAZLICAN	33
Bingöl İlinde Yetiştirilen Bazı Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i>) Çeşitlerinde Tespit Edilen Böcek Populasyonları ve <i>Acanthoscelides obtectus</i>’a Tepkileri <i>Insects Population Determined on Some Common Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>) Cultivars Grown in Bingol Province and Their Response to <i>Acanthoscelides obtectus</i></i>	
E. KAPLAN, S. SABANCI BAL, M. AYÇİÇEK	47

Germination Stage Water Scarcity in Bread and Einkorn Wheat

Didem ASLAN¹, Bülent ORDU², Mehmet Erhan GÖRE³, Beyhan AKIN⁴,
*Nusret ZENCİRCİ¹

¹Abant İzzet Baysal Univ., Art and Sciences Faculty, Biology Dep., Bolu, Turkey

²Abant İzzet Baysal Univ., Economical and Commercial Fac., Business Dep., Bolu, Turkey

³Abant İzzet Baysal Univ., Agriculture and Natural Sciences Faculty, Department of Plant
Protection, Bolu, Turkey

⁴International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT), PO Box: 39, Ankara, Turkey

*Corresponding author e-mail (Sorumlu yazar e-posta): nzencirci@yahoo.com

Abstract

Germination (GR, %) and power (GP, %) rates, coleoptile (CL, cm), shoot length (SL, cm), and root (RL, cm) length, shoot/root length ratio (SRLR), root fresh weight (RFW, mg) and dry (RDW, mg) weight, and root fresh/dry root ratio (RFDWR) of 12 bread and 10 einkorn wheat genotypes were investigated under 7 drought stress levels. SL and SRLR in the study were the most sensitive traits and followed by CL and RL. The mean performance of all traits was worsened starting at various stress levels. The highest percent reduction was in SL (100.00%), SRLR (100.00%), and RL (99.07%), and the lowest one was in GP (55.9%). The common applied drought tolerance indices grouped the entries as tolerant, moderate, and susceptible. Einkorn populations from higher rainfall Blacksea region responded worse under drought stress than bread wheat cultivars, which were improved for drier or relatively drier Central Anatolia, Sub-Marmara, and Thrace regions.

Keywords: Bread wheat, drought, einkorn, germination stages

Ekmeklik ve Siyez Buğdayında Çimlenme Dönemi Su Eksikliği

Öz

On iki ekmeklik ve on siyez buğdayının yedi kurak düzeyindeki çimlenme hızı (GR, %) ve çimlenme gücü (GP, %), koleoptil uzunluğu (CL, cm), çim uzunluğu (SL, cm) ve kök boyu (RL, cm) çim/kök uzunluğu oranı (SRLR), kök yaş ağırlığı (RFW, mg) ve kök kuru ağırlığı (RDW, mg) ve kök yaş/kuru ağırlık oranı (RFDWR) incelenmiştir. Kurağa karşı en duyarlı olan karakterler RL ve SRLR olmuş, bunları CL ve RL izlemiştir. Tüm karakterlerin gelişmesi değişik stress düzeylerinde gerilemiştir. Gelişmesi en kötü olan karakterler SL (%100.00), SRLR (%100.00) ve CL (%99.07%) olup en iyi gelişen karakter ise GR (%55.9)'dir. Yaygın olarak kullanılan kurak tolerans indeksi buğday genotiplerini tolerat, orta ve duyarlı olarak gruplamıştır. Yüksek yağışlı Karadeniz bölgesinin siyez populasyonları kurak ve kurakça olan Orta Anadolu, Alt-Marmara ve Trakya bölgeleri için geliştirilmiş olan ekmeklik buğday çeşitlerine göre kurak stresi altında daha zayıf gelişmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme dönemleri, ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.), kurak, siyez (*Triticum monococcum* spp. *monococcum*)

Introduction

Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) delivers calorie and protein to 50% of person in one-third of the world. Widely adapted drought tolerant wheat genotypes yield higher (Braun et al., 2001; Rajaram, 2001; Cattivelli et al., 2008) under drought stress. Because of drought like stress factors (Turner, 1986), crops have, on the other hand, accumulated various defense characteristics. Those better defense

mechanisms including security features, necessitate wider–newer genetic variation, which may exist in landraces or wild relatives (Zencirci et al., 1994; Zencirci and Kün, 1996; Zencirci, 1998; Tan, 1998; Koç et al., 2000) and rapid-efficient testing-screening methods (Winter et al., 1988; Morgan, 1989). Einkorn (*Triticum monococcum* spp. *monococcum*), the wheat ancestor, which has resistance to

cold, drought, and salinity stress (Karagöz and Zencirci, 2005; Zencirci and Karagöz, 2005; Aslan et al., 2016a; Aslan et al., 2016b; Arzani and Ashraf, 2017) is considered possibly a good genetic resource against these stresses. Selecting a well-designed single or multi drought-resistant trait(s) from these resources and to incorporate into high yielding wheat genotypes seems feasible today (Braun et al., 1998; Merah, 2001).

The tolerance to water shortage (Ludlow and Muchow, 1990; Liley and Ludlow, 1996) with yield should, therefore, go together for a sustainable higher yield. Achieving a yield increase under drought stress, otherwise, would be an unsuccessful adventure (Blum, 2005). Therefore, many drought screening tests (Winter et al., 1988; Reynolds et al., 1998), promising laboratory and evaluation techniques, indices, and computational methods for drought (Zencirci et al., 1990; El-Hendawy et al., 2005; Mahmoodzadeh et al., 2013; Ali and El-Sadek, 2016) have been developed. Some are root density and depth (Gregory, 1989), root-shoot splitting (Dewar, 1993; Thornley, 1998), four-leaf early growth period vigor (Turner and Nicolas, 1987; Hafid et al. 1998), leaf H₂O content (Kumar and Singh, 1998), cell osmotic tissue constancy (Premchandra et al., 1990), germination under osmotic stress conditions (Emmerich and Hardegree, 1991), drought total (Zencirci et al., 1990) and drought tolerance indices (El-Hendawy et al., 2005; Mahmoodzadeh et al., 2013), stress susceptibility and tolerance indexes, mean and geometric mean productivities (Ali and El-Sadek, 2016; Dhanda et al., 1995), newer-wider genetic resources such as einkorn and emmer wheats (Zencirci and Karagöz, 2005; Karagöz et al., 2010), and the application of powerful molecular tools (Munns, 2005).

Polyethylene glycol (PEG), a non-ionic water polymer (Rauf et al., 2007), application is, nowadays, one popular way to induce drought stress. PEG does not infiltrate into plant material swiftly (Kawasaki et al., 1983), but Na⁺ plus Cl⁻ does. The Na⁺ and Cl⁻ ions store in the vacuole of the tolerant or in the cytoplasm of delicate plants (Genc et al., 2007). A low-Na⁺ locus on the 2A chromosome long arm carries several markers linked to a gene at a QTL

designated Nax1 (Na⁺ exclusion), (Lindsay et al. 2004), which is a region on the long arm of the chromosome 2A contains a QTL for Na⁺ exclusion and K⁺/Na⁺ discrimination (Munns, 2006).

We, here, aimed to determine the response of germination rate (GR, cm), germination power (GP, cm), coleoptile length (CL, cm), shoot length (SL, cm), root length (RL, cm), shoot/root length ratio (SRLR), root fresh weight (RFW, mg), root dry weight (RDW, mg), root fresh weight/root ratio (RFDWR) under PEG 600 induced drought stress during 2014-2015.

Materials and Methods

Seed material was 12 bread wheat cultivars (Gerek-79, İkizce-96, Kıraç-66, Kenanbey, Flamura-85, Momtchil, Bayraktar-2000, Tosunbey, Pandas, Pehlivan, Demir-2000, and Gün-91) grown in various regions of Turkey and 10 different einkorn populations (Population-1, Population-2, Population-4, Population-5, Population-6, Population-9, Population-10, Population-11, Population-14, and Population-15), (Table 1). Bread wheat cultivars were selected based on their geographic origins, for where they were improved: drier Central Anatolia, and relatively drier sub-Marmara and Thrace in order to represent a possible drought tolerance diversity in bread wheat entries. Einkorn populations also exemplified the whole western Blacksea region, where einkorn was largely planted in Turkey. All entries were evaluated for germination rate (GR %), germination power (GP %), coleoptile length (CL, cm), shoot length (SL, cm), root length (RL, cm), shoot/root length ratio (SRLR), root fresh weight (RFW, mg), root dry weight (RDW, mg), and root fresh/dry weight ratio (RFDWR) under PEG 600 induced drought stress. Bread wheat cultivars were obtained from research institutes in Turkey and einkorn wheat populations by Quality Feed Company, Bolu, Turkey.

Drought stress tests were applied at the Biology Department, Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey during 2014-2015. Surface sterilization of 3x30 seeds (of each wheat entry per treatment) was in 96%

Table 1. Bread cultivar and einkorn wheat study materials
 Çizelge 1. Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitleri ve siyez buğdayları

Numbers	Cultivars and populations	Institutes improved or places originated ¹
1	Gerek-79	ARI
2	İkizce-96	CRIFC
3	Kıraç-66	ARI
4	Kenanbey	CRIFC
5	Flamura-85	TARI
6	Momtchil	TARI
7	Bayraktar-2000	CRIFC
8	Tosunbey	CRIFC
9	Pandas	CARI
10	Pehlivan	TARI
11	Demir-2000	CRIFC
12	Gün-91	CRIFC
13	Population-1	Bolu, Seben, Haccağız Village
14	Population-2	Bolu, Seben, Boğaz Region
15	Population-4	Bolu, Seben, Kavaklı Yazı Village
16	Population-5	Bolu, Seben, Kavaklı Yazı Village
17	Population-6	Bolu, Seben, Kavaklı Yazı Village
18	Population-9	Kastamonu, İhsangazi, Çatalyazı Village
19	Population-10	Kastamonu, İhsangazi, Uzunoğlu District
20	Population-11	Kastamonu, İhsangazi, Çay District
21	Population-14	Kastamonu, İhsangazi, Center
22	Population-15	Kastamonu, İhsangazi, Center

¹CRIFC: Central Research Institute for Agricultural Research, Ankara; ²ARI: Anatolian Research Institute, Eskişehir; ³TARI: Thrace Agricultural Research Institute, Edirne; ⁴CARI: Çukurova Agricultural Research Institute, Adana

¹CRIFC (TBMAE): Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara; ²ARI (ATAE): Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir; ³TARI (TTAE): Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne; ⁴CARI (ÇTAE): Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana

ethanol for 30 seconds and in 10% sodium hypochlorite for 15 min. They were later rinsed twice in distilled water (Baloch et al. 2012). Then, 10 (X3) seeds were germinated on 5 ml pre-prepared solution added wet filter paper: one control and six 100 ml doses of PEG 600 (0: control, 0.09M, 9.14 ml: 0.17 M, 18.28 ml: 0.25M, 22.85 ml: 0.34M, 25.15 ml: 0.43M, and 27.45 ml: 0.51M). 5 ml of PEG into treatments and distilled water were added every two days in order to avoid drying in the petri dishes. Concentration of each entry was pH 5.9±1. Germination of seeds was 8 days at 23±1 °C in a black growing room. After 4 days GR (%) and afterward 8 days GP (%), CL (cm), SL (cm), RL (cm), SRLR, FRW (mg), DRW (mg), RFDWR were recorded.

A 3 replicate randomized Ccomplete Block Design was chosen as the trial. After analysis of variance (ANOVA) was run, Fisher's protected F and least significant difference (LSD) tests were applied the separation of

for means. Spearman correlations amid entries in drought and non-drought settings (Snedecor and Cochran, 1980; Gomez and Gomez, 1984; Petersen, 1985), Pearson linear correlations (Kalaycı, 2006), drought tolerance (Zencirci et al., 1990; El-Hendawy et al., 2005; Mahmoodzadeh et al., 2013), (Table 5), stress susceptibility and tolerance indexes, mean and geometric mean productivities (Ali and El-Sadek, 2016) were calculated by Microsoft Excel software. In addition, SPSS statistical package (Zobel et al., 1988) outputted principal component analysis (PCA) as well as dendograms.

Results and Discussion

Analysis of variance revealed that blocks differed for SL, RL, RFDWR (P<0.05), GR, GP, CL, SRLR, RFW, RDW (P<0.01); drought levels for all characters (P<0.01) and cultivars/populations for GR, GP, CL, RL, RDW, and RFDWR (P<0.01), and for SRLR and RFW (P<0.01). Cultivars/populations did not differ

for SL. Except for GR, RL, and RDW ($P < 0.01$), no cultivar/population by drought level interactions occurred (Table 2).

The mean of all characters was higher under control than drought. Some characters also developed better at some other lower PEG 600 levels up to 0.25-0.34 M. Starting 0.43-0.51 M PEG 600, all studied characters totally worsened. The highest reduction percentage was in SL (100%), SRLR (100%), RFW (99.07%), RFW (98.87%), CL (98.69%), and RDW (97.60%); and the lowest in GP (55.90%; Table 3). Population-4 (92.90%), Population-6 (92.90%) Population-5 (90.00%), Population-1 (88.60%), Population-2 (88.10%), Population-9 (86.70%), Population - 15 (84.80%), Gün 91 (83.30%), and Population-11 (82.40%) had higher GR values while Kırac-66 (62.90%) had the lowest (Table 4). In contrast, Population-6 (95.70%), Population-5 (94.80%), Population-4 (94.30%), Population-1 (93.30%), Population-9 (92.40%), Population-2 (91.90%), Gün-91 (89.00%), Population-15 (88.60%),

Population-10 (88.10%), Population-14 (88.10%), Kenanbey (86.70%), and Population-11 (85.70%) had highest GP while Pehlivan (71.90%) had the lowest. Similarly, Bayraktar-2000 (2.73), Kenanbey (2.68), Gün-91 (2.63), Gerek-79 (2.57), Demir-2000 (2.53), Momtchil (2.46), İkiçce-96 (2.39), Population-1 (2.37), Population-5 (2.24), and Pehlivan (2.23) had the longest CL while Population-10 (1.66) had the lowest.

Cultivars and populations did not differ for SL (cm). Bayraktar-2000 (5.97), Gerek-79 (5.79), Kenanbey (5.65), Pandas (5.64), Momtchil (5.55), Tosunbey (5.50), Gün 91 (5.33), Flamura-85 (5.26), İkiçce-96 (5.26) and Demir-2000 (4.63) had the longest RL while the Population-10 (3.20) had the shortest. Population-5 (1.76) had the highest SRLR while Flamura-85 (0.64) had the lowest.

Kenanbey (58.46), Bayraktar-2000 (55.87), Momtchil (55.02), Gün-91 (51.55), Tosunbey (51.46), Flamura-85 (50.00), İkiçce-96 (48.97), Gerek-79 (47.12), and Pandas (46.14) had the heaviest RFW (mg) while Population-10 (27.22) had the lightest. Kenanbey (7.73), Bayraktar-2000 (7.60), İkiçce-96 (6.99), Gün-91 (6.61), Momtchil (6.36), and Flamura-85 (6.25) had the heaviest RDW (mg) while the Population -10 (0.64) had the lightest. Momtchil (7.60), Tosunbey (7.52), Gerek-79 (7.41), Populasyon-9 (7.18), Gün-91 (7.02), Kırac-66 (6.98), and Flamura-85 (6.97) had the highest RFDWR while Population-10 (6.10), Population-4 (6.09), Population-5 (6.05), İkiçce 96 (6.05), Population-1 (6.05), Population-6 (5.95), and Population-11 (5.85) had the lowest value.

Drought is among the common harms everywhere in the sphere and undesirably distresses germ development and sprout advance (Davidson and Chevalier, 1987; Kiem and Kronstad, 1981; Owen, 1972; Passioura,

Table 2. F values in ANOVA for the GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, RFW, RDW, and RFDWR under 0 (Control), 4.57 ml: 0.09M, 9.14 ml: 0.17 M, 13.71 ml: 0.25M, 18.28 ml: 0.34M, 22.85 ml: 0.43M, 25.15 ml: 0.51M drought stresses.

Çizelge 2. GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, RFW, RDW ve RFDWR'nin 0 (Kontrol), 4.57 ml: 0.09M, 9.14 ml: 0.17 M, 13.71 ml: 0.25M, 18.28 ml: 0.34M, 22.85 ml: 0.43M, 25.15 ml: 0.51M kurak stresleri altındaki F değerleri

Sources of variation	DF	GR [†]	GP	CL	SL	RL	SRLR	RFW	RDW	RFDWR
Blocks	2	10.67**	3.78**	0.07**	8.64 *	3.34 *	0.27**	9.02**	2.97 ^{ns}	0.67 *
Treatments	153	27.92**	17.87**	1.13**	56.25**	44.18**	5.88**	56.16**	39.53**	13.31**
Cultivar	21	6.18**	3.90 ^{ns}	0.07**	1.98 *	5.91**	0.62 ^{ns}	7.68 ^{ns}	7.11**	1.26**
Levels	6	189.83**	113.06**	8.83**	456.42*	339.71**	37.81**	434.21**	295.62**	100.25**
Cultivar *Levels	126	1.23**	1.20 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.71 ^{ns}	0.72**	0.48 ^{ns}	0.78 ^{ns}	0.74**	0.40 ^{ns}
Error	306									

*Significant at 0.01, **0.05 significant at 0.05 probability level, ^{ns}no significant;

* $P < 0.01$ düzeyinde önemli, ** $P < 0.05$ düzeyinde önemli, ^{ns}önemli değil

[†]GR: Germination, GP: Germination power rates, CL: Coleoptile, SL: Shoot, RL: Shoot root lengths, SRLR: Shoot/root length ratio, RFW: Root fresh, RDW: Root fresh dry weights, RFDWR: Root fresh/dry root ratio

[†]GR: Çimlenme hızı, GP: Çimlenme gücü, CL: Koleoptil uzunluğu, SL: Çim uzunluğu, RL Çim kök boyu, SRLR: Çim/kök uzunluğu oranı, RFW: Kök yaş ağırlığı, RDW: Kök kuru ağırlığı, RFDWR: Kök yaş/kuru ağırlık oranı

Table 3. Differences among for GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, FW, RDW, and RFDWR under (0 (Control), 0.09M, 0.17M, 0.25M, 0.34M, 0.43M and 0.51M)

Çizelge 3. 0 (Kontrol), 4.57 ml: 0.09M, 9.14 ml: 0.17 M, 13.71 ml: 0.25M, 18.28 ml: 0.34M, 25.15 ml: 0.43M ve 27.45 ml: 0.51M kurak stresleri altında GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, RFW, RDW ve RFDWR arasındaki farklılıklar

Levels	GR [†]	GP	CL	SL	RL	SRLR	RFW	RDW	RFDWR
Control	98.50 a	100.00 a	4.08 a	14.08 a	8.64 ab	1.89 ab	87.26 a	7.60 a-c	11.46 a
0,09 M	98.00 ab	100.00 ab	4.57 ab	12.29 b	9.01 a	3.96 a	86.41 ab	9.90 ab	8.71 ab
0,17M	94.40 a-c	97.60 a-c	4.11 a-c	7.37 bc	7.48 a-c	0.97 b	68.04 a-c	9.96 a	6.83 a-c
0,25M	90.90 a-d	95.20 a-d	1.95 a-c	0.74 d	4.49 a-c	0.12 b	36.87 a-c	6.73 a-c	5.49 b-d
0,34M	83.90 a-e	87.30 a-e	0.33 d	0.00 de	1.85 c	0.00 b	13.78 c	2.94 a-c	4.93 b-e
0,43M	63.20 a-f	75.50 a-f	0.16 d	0.00 de	0.38 c	0.00 b	3.53 c	0.90 c	4.45 b-
0,51M	26.70 f	44.10 fg	0.06 d	0.00 de	0.08 c	0.00 b	0.99 c	0.24 c	4.11 b-e
%Decrease	72.89	55.90	98.69	100.00	99.07	100.00	98.87	97.60	64.13

*Significant at the 0.01, **0.05 significant at 0.05 probability level, ^{ns} no significant; [†]P<0.01 düzeyinde önemli, ^{**}P<0.05 düzeyinde önemli, ^{ns} önemli değil

[†]GR: Germination, GP: Germination power rates, CL: Coleoptile, SL: Shoot, RL: Shoot root lengths, SRLR: Shoot/root length ratio, RFW: Root fresh, RDW: Root fresh dry weights, RFDWR: Root fresh/dry root ratio

[†]GR: Çimlenme hızı, GP: Çimlenme gücü, CL: Koleoptil uzunluğu, SL: Çim uzunluğu, RL Çim kök boyu, SRLR: Çim/kök uzunluğu oranı, RFW: Kök yaş ağırlığı, RDW: Kök kuru ağırlığı, RFDWR: Kök yaş/kuru ağırlık oranı

1988). Reduced sprouting and declined sprout development consequence in poor establishing and sporadically crop fiasco. Poor starting in turn causes: (1) declined crop competitiveness with weeds; (2) lower sheltering of the soil and subsequently higher soil water loss through evaporation and hence, lower water readiness for crop; (3) lesser light seizure and yield possibility; (4) inferior development in early age when vapor density deficit is squat. Here, in this study, we may name the best genotypes by their characters of germination against drought were the following: Kırac-66 for GR; Population-10 for GP; Bayraktar-2000 for CL; Demir-2000 for RL; Population-5 for SRLR; Kenanbey for RFW and RDW; Momtchil for RFDWR. SL did not significantly for genotypes.

Pearson linear correlation coefficients (r; Kalaycı 2006) among GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, FW, RDW, and RFDWR were significant at different levels (Table 6a). Those highly linear significant relationships, of which their r ranged between 0.900-1.000, existed among GR-GP, CL-RFW, CL-RL, RL-RDW, RL-RFW, and RFW-RDW. Those linear significant relationships, of which their r ranged between 0.700-0.890, occurred only between CL-RDW. Those lower linear relationships with r= 0.260-0.490 existed among GR-RFDWR, GR-SRLR,

and GP-RFDWR, GP-SRLR, GP-SL, and RL-RFDWR. There was no character pairs without any linear relationships. Spearman correlation coefficients between GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, FW, RDW, and RFDWR either with or without drought stresses were calculated (Table 6b), as well. Under drought stress, GR-GP, CL-RDW, CL-RFW, CL-SRLR, CL-RL, SL-RFDWR, SL-RFW, SL-RL, RL-RDW, RL-RFW were positively GP-SRLR negatively correlated (P < 0.01). Without drought stress, few characters were correlated: SL-RFDWR, RL-RDW, and RL-RFW (P>0.01) GR-CL, RFW-RFDWR, and RFW-RDW (P<0.05) were positively; RL-SRLR, SRLR-RFW were negatively correlated (P<0.05).

A ≥ 0.3 PC coefficient is significant (Hair et al.1987). RL (0.378), RDW (0.494), and RFW (0.354) formed PC 1; SL (0.305) and SRLR (0.822), RFDWR (0.359) PC2; GP (0.622) and GR (0.593) PC3. Collective variance in first three PC is 92.254%. PC1 segment was 73.491%, PC2 12.666%, and PC3 6.097% in whole variant (Table 7). A general average dendrogram for 22 entries ended up in two core groups with two sub groups (Figure 1a). All einkorn populations with Kırac-66 were in the first main set. Pehlivan, Population-13, Population-17, Population-16, Population-18, Kırac-66 and Population-10 were in the

Table 4. Differences amid 12 bread and 10 Einkorn wheats under the effect of PEG 600: : 0 (Control), 4.57 ml: 0.09M, 9.14 ml: 0.17 M, 18.28 ml: 0.25M, 22.85 ml: 0.34M, 25.15 ml: 0.43M, 27.45 ml: 0.51M
 Çizelge 4. On iki ekmeklik ve 10 siyez buğdayının PEG 600 (0 (kontrol), 4.57 ml: 0.09M, 9.14 ml: 0.17 M, 18.28 ml: 0.25M, 22.85 ml: 0.34M, 25.15 ml: 0.43M ve 27.45 ml: 0.51M) kurak stresi altındaki farklılıkları

Cultivars and populations	GR [†]	GP	CL	SL	RL	SRLR	RFW	RDW	RFDWR
Gerek-79	70.38 f-q	80.50 g-q	2.57 a-d	5.74 a-c	5.79 ab	0.68 k-s	47.12 a-h	5.79 c-h	7.41 a-c
İkizce-96	76.70 d-m	83.30 d-m	2.39 a-g	5.56 a-d	5.26 a-i	0.69 k-r	48.97 a-g	6.99 a-c	6.05 h-s
Kıraç-66	62.90 o-v	76.20 l-t	2.01 f-n	3.58 a-u	3.77 j-q	0.68 k-r	40.24 d-k	5.57 c-k	6.98 a-f
Kenanbey	78.60 c-j	86.70 a-k	2.68 ab	5.76 ab	5.65 a-c	0.73 k-p	58.46 a	7.73 a	6.52 d-k
Flamura-85	72.90 g-s	82.90 e-o	1.80 i-s	4.08 a-s	5.26 a-h	0.64 l-t	50.00 a-f	6.25 a-f	6.97 a-g
Momtchil	75.20 e-o	82.90 e-p	2.46 a-f	4.94 a-m	5.55 a-e	0.76 l-n	55.02 a-c	6.36 a-e	7.60 a
Bayraktar-2000	78.10 c-l	83.30 d-n	2.73 a	5.47 a-f	5.97 a	0.76 l-n	55.87 ab	7.60 ab	6.36 d-n
Tosunbey	73.80 f-p	80.00 g-r	1.81 i-r	3.60 a-u	5.50 a-f	0.69 k-r	51.46 a-e	5.87 b-g	7.52 ab
Pandas	73.30 g-r	79.00 g-s	1.86 h-q	5.30 a-h	5.64 a-d	0.83 l-m	46.14 a-i	5.76 c-j	6.42 d-l
Pehlivan	66.20 j-u	71.90 q-v	2.23 a-j	4.74 a-o	4.34 c-k	0.91 e-l	37.44 f-p	4.58 f-q	6.61 c-l
Demir-2000	70.00 j-t	75.70 l-u	2.53 a-e	6.34 a	4.63 a-j	1.04 c-j	44.32 b-j	5.76 c-l	6.52 d-j
Gün-91	83.30 a-h	89.00 a-g	2.63 a-c	4.79 a-n	5.33 a-g	0.95 d-k	51.55 a-d	6.61 a-d	7.02 a-e
Population-1	88.60 a-d	93.30 a-d	2.37 a-l	5.46 a-f	3.82 h-p	1.09 b-i	38.65 d-m	5.21 d-l	6.05 h-t
Population-2	88.10 a-e	91.90 a-f	2.04 e-m	5.15 a-j	3.69 j-r	1.14 b-f	32.62 i-t	4.19 g-t	6.65 c-h
Population-4	92.90 a	94.30 a-c	2.09 d-k	5.12 a-k	3.96 f-n	1.12 b-h	34.13 h-r	4.66 e-p	6.09 h-q
Population-5	90.00 a-c	94.80 ab	2.24 a-l	5.25 a-i	3.91 h-o	1.76 a	37.68 f-o	5.13 d-m	6.05 h-r
Population-6	92.90 a	95.70 a	2.15 c-k	5.02 a-l	4.19 e-m	1.14 b-g	38.61 d-e	4.88 d-n	5.95 h-u
Population-9	86.70 a-f	92.40 a-e	2.07 d-l	5.39 a-g	4.24 e-l	1.23 b-d	39.62 d-l	4.86 e-o	7.18 a-d
Population-10	76.20 d-n	88.10 a-i	1.66 k-u	3.95 a-t	3.20 k-u	1.17 b-e	27.22 k-v	3.76 l-v	6.10 h-p
Population-11	82.40 a-j	85.70 a-l	1.72 k-t	4.18 a-r	3.46 j-t	1.24 b	29.44 j-u	4.07 h-u	5.85 h-v
Population-14	78.10 c-k	88.10 a-j	1.89 g-p	4.41 a-q	3.67 j-s	1.24 bc	34.68 h-q	4.41 g-r	6.23 e-o
Population-15	84.80 a-g	88.60 a-h	1.99 f-o	4.55 a-p	3.54 j-t	1.35 b	33.80 h-s	0.64 y	6.40 d-m
Decrease %	24.48	19,21	30.97	37.84	36.85	32.63	35.95	39.73	19.34
Cultivars									
Decrease %	15.93	9.65	29.95	1,28	24.52	31.81	31,29	87,71	18,52
Populations									
Decrease % Overall	32,29	24,87	39,19	43,53	46,39	63,63	53,44	51,36	23,02

*Significant at the 0.01, **0.05 significant at the 0.05 probability level, ^{ns}insignificant;

[†]P<0.01 düzeyinde önemli, ^{**}P<0.05 düzeyinde önemli, ^{ns}önemli.

[†]GR: Germination, GP: Germination power rates, CL: Coleoptile, SL: Shoot, RL: Shoot root lengths, SRLR: Shoot/root length ratio, RFW: Root fresh, RDW: Root fresh dry weights, RFDWR: Root fresh/dry root ratio
[†]GR: Çimlenme hızı, GP: Çimlenme gücü, CL: Koleoptil uzunluğu, SL: Çim kök boyu, SRLR: Çim kök boyu/çim kök uzunluğu oranı, RFW: Kök yaş ağırlığı, RDW: Kök kuru ağırlık, RFDWR: Kök yaş/kuru ağırlık oranı

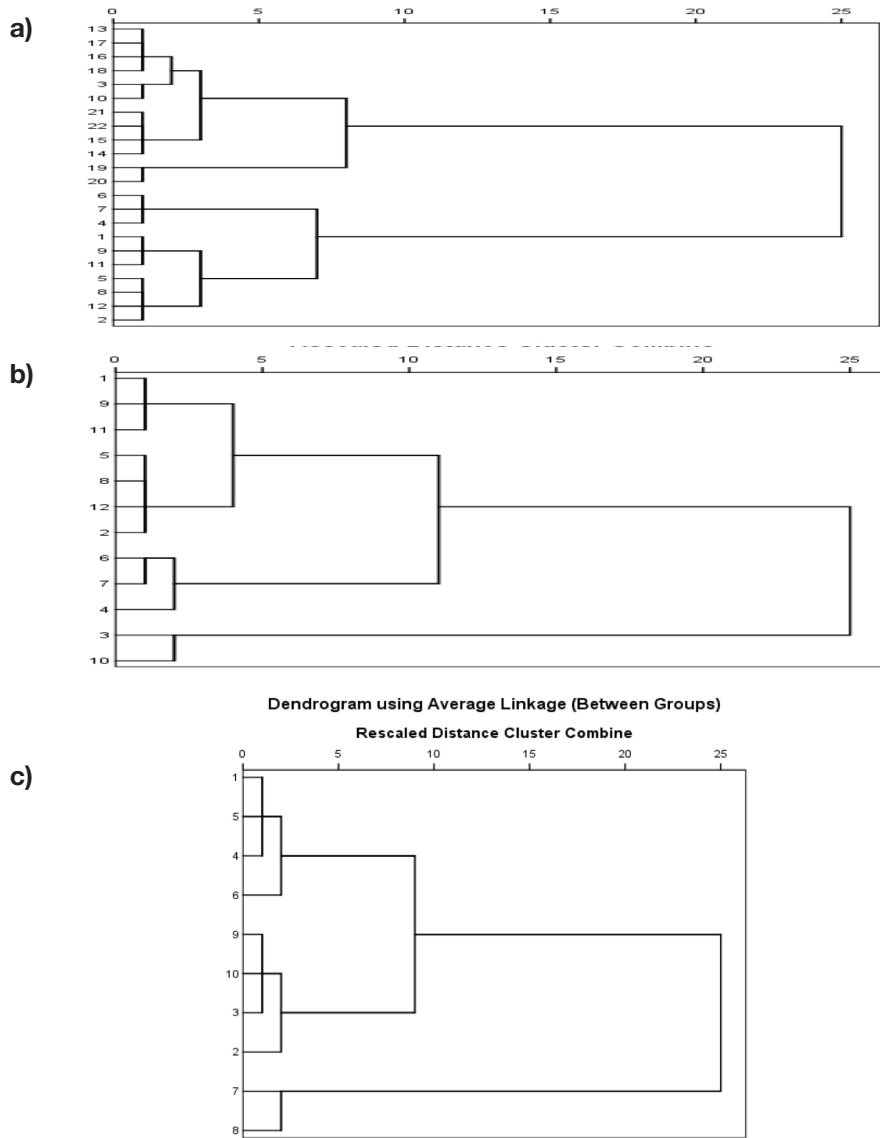


Figure 1. Dendrogram for a) both 12 bread and 10 einkorn wheats, b) 12 bread wheats, and c) 10 einkorn wheats

Şekil 1. a) On iki ekmeklik ve 10 siyez buğdayının, b) 12 ekmeklik buğdayın ve c) 10 siyez buğdayının öbek ağaçları

primary subgroup of first central group Population-21, Population-22, Population-15 and Population-14 were in the second subgroup of main group 1. Population-19 and Population-20 were the third subgroup of main group 1. The second main group had only bread wheat cultivars: Gerek-79, İkizce-96, Kenanbey, Flamura-85, Momtchil, Bayraktar-2000, Tosunbey and Demir-2000 (Figure 1a). Bread wheat cultivars formed two main dendrograms (Figure 1b). Gerek-79, Pandas and Demir 2000 settled in the first sub - group of the main dendrogram 1.

Population-15 and Population-14 were in the second subgroup of main group Flamura, Tosunbey, Gün-91 and İkizce-96 were in the second, and Momtchil, Bayraktar-2000 and İkizce-96 in the third subgroup of main dendrogram 1 (Figure 1b). Einkorn populations (Figure 3c) fitted into three sub groups. Population-21, Population-1, Population-5, Population-4 and Population-9 were in the first sub-sub- group; Population-14, Population-15 and Population-4 were in the second sub-sub-group and Population-10 and Population-11 were the third sub group.

Table 5. Grouping wheat entries into tolerant, moderate, and susceptible by overall wheat drought evaluation indices based on different germination characters

Çizelge 5. Buğdayların değişik çimlenme karakterlerinden elde edilen indislerle tolerant, orta tolerant ve duyarlı olarak gruplanmaları

Entries†	Drought tolerance indices	Stress susceptibility index	Stress tolerance index	Mean productivity	Geometric mean productivity
TOLERANT					
Kenanbey	6.67	0.87	0.93	21.05	9.66
Bayraktar	7.33	0.00	1.00	18.18	9.67
Gün-91	7.44	0.87	0.93	18.51	9.66
Momtchill	9.00	1.30	0.90	20.30	9.49
Population-9	9.00	0.87	0.93	16.12	9.66
İkizce-96	9.00	1.39	0.89	18.63	8.82
MODERATE					
Gerek-79	9.22	1.30	0.90	17.84	9.49
Population-5	9.78	0.43	0.97	15.98	9.83
Demir-2000	9.89	1.34	0.90	17.59	9.15
Population-1	10.33	0.87	0.93	17.49	9.66
Population-6	10.67	0.00	1.00	17.96	10.00
Population-4	11.33	0.00	1.00	15.55	10.00
Population-2	12.22	0.87	0.93	14.69	9.66
Pandas	12.44	1.30	0.90	18.53	9.49
Tosunbey	12.78	2.17	0.83	19.14	9.13
Population-15	13.78	0.00	1.00	15.33	10.00
SUSCEPTIBLE					
Pehlivan	14.00	1.79	0.86	16.36	8.98
Flamura-85	14.00	0.93	0.93	18.24	8.99
Population-14	14.22	0.45	0.97	16.17	9.50
Kıraç 66	16.22	1.86	0.86	16.11	8.64
Population-11	16.56	-0.08	0.90	14.82	9.49

†Genotypes were ordered based on drought tolerance indices.

†Genotipler, kuraklık tolerans endekslerine göre sıralanmıştır.

In previous studies, there had been some similar and dissimilar results to what we found here. Different germination percentages for wheat genotypes were also observed by Sapro et al. (1991), Kumar and Singh (1998), and Dhanda et al. (2004) under low water conditions. In a study by Öztürk et al. (2016), the average germination (94.9%) significantly decreased (67.7%) below minus 5 bar osmotic potential. Delayed germination and decreased percentage in wheat (Lafond and Fowler, 1989; Dhanda et al. 2004; Razzaq et al. 2013) were noted. RL, RFW, and RDW decreased (Dhanda et al., 2004; Rauf et al., 2007; Ahmadzadeh et al., 2011; Baloch et al., 2012) with increased

drought stress. RLs in Rauf et al. (2007) study decreased 45.55 to 64.91% under -0.6 and -0.8 MPa treatments, respectively. Baloch et al. (2012) and Dhanda et al. (2004) similarly observed a 53.8-74.4% decreased RLs in wheat genotypes as well.

The drought tolerance indices, which was based on the ranks of cultivars/populations together with other (EI - Hendawy et al. 2005; Mahmoodzadeh et al. 2013; Ali and El - Sadek, 2016) indices were calculated to group wheat entries. Drought tolerance indices, as informed by Zencirci et al. (1990) and Oyiga et al. (2016) grouped the entries as tolerant, moderate, and susceptible (Table 5). As seen

Table 6. a. Pearson correlation coefficients amongst GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, FW, RDW, and RFDWR in drought stress

Çizelge 6. a. Kurak stresi altında GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, RFW, RDW ve RFDWR arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

Characters	GR†	GP	CL	SL	RL	SRLR	RFW	RDW
RFDWR	0.419	0.374	0.708	0.812	0.747	0.621	0.783	0.915
RDW	0.674	0.650	0.893	0.722	0.924	0.513	0.915	-
RFW	0.636	0.605	0.923	0.889	0.976	0.633	-	
SRLR	0.413	0.381	0.687	0.758	0.610	-		
RL	0.655	0.621	0.915	0.857				
SL	0.525	0.488	0.877	-				
CL	0.627	0.593	-					
GP	0.926	-						

†GR: Germination, GP: Germination power rates, CL: Coleoptile, SL: Shoot, RL: Shoot root lengths, SRLR: Shoot/root length ratio, RFW: Root fresh, RDW: Root fresh dry weights, RFDWR: Root fresh/dry root ratio

†GR: Çimlenme hızı, GP: Çimlenme gücü, CL: Koleoptil uzunluğu, SL: Çim uzunluğu, RL Çim kök boyu, SRLR: Çim/kök uzunluğu oranı, RFW: Kök yaş ağırlığı, RDW: Kök kuru ağırlığı, RFDWR: Kök yaş/kuru ağırlık oranı

Table 6. b. Spearman correlation coefficients among GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, FW, RDW, and RFDWR under drought and control (no-drought)

Çizelge 6. b. Kurak stresi control koşullarında GR, GP, CL, SL, RL, SRLR, RFW, RDW ve RFDWR arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

Characters	GR†	GP	CL	SL	RL	SRLR	RFW	RDW
UNDER DROUGHT								
RFDWR	-0.26††	-0.12	0.20	0.86	0.50	0.22	0.46	0.18
RDW	-0.13	-0.10	0.83	-0.01	0.67	0.47	0.46	
RFW	-0.14	0.08	0.62	0.63	0.86	0.38	-	
SRLR	-0.45	-0.67	0.73	0.35	0.56	-		
RL	-0.17	-0.30	0.61	0.83	-			
SL	-0.18	-0.46	0.84	-				
CL	-0.12	-0.29	-					
GP	0.70	-						
CONTROL								
RFDWR	0.36††	-0.28	0.16	0.86	0.32	-0.33	0.44	0.02
RDW	-0.37	0.23	-0.09	-0.08	0.79	-0.36	0.44	-
RFW	-0.15	0.13	-0.01	-0.24	0.86	-0.47	-	
SRLR	0.22	0.01	0.41	-0.25	-0.45	-		
RL	-0.09	0.14	-0.11	0.27	-			
SL	0.34	-0.05	0.57	-				
CL	0.46	0.03	-					
GP	0.16	-						

††Significance at 0.01 is 0.549 and at 0.05 is 4.33

††0.01 de önemlilik 0.549 ve 0.05 de 4.33'tür.

†GR: Germination, GP: Germination power rates, CL: Coleoptile, SL: Shoot, RL: Shoot root lengths, SRLR: Shoot/root length ratio, RFW: Root fresh, RDW: Root fresh dry weights, RFDWR: Root fresh/dry root ratio

†GR: Çimlenme hızı, GP: Çimlenme gücü, CL: Koleoptil uzunluğu, SL: Çim uzunluğu, RL Çim kök boyu, SRLR: Çim/kök uzunluğu oranı, RFW: Kök yaş ağırlığı, RDW: Kök kuru ağırlığı, RFDWR: Kök yaş/kuru ağırlık oranı

Table 7. Three basic germination character PC coefficients with variations and explained variances in each of them.

Çizelge 7. Çimlenme karakterlerinin üç ana AB katsayılarıyla her bir karakterdeki varyasyonlar ve açıkladıkları varyasyon değerleri

Characters	Principal components			Sums of squared	
	1	2	3	% of variance	Cumulative %
SL	0.038	0.305	-0.105	73.491	73.491
SRLR	-0.513	0.822	0.092	12.666	86.157
CL	0.257	-0.019	-0.062	6.097	92.254
GP	-0.248	-0.015	0.622		
GR	-0.235	0.003	0.593		
RL	0.378	-0,160	-0,083		
RDW	0.494	-0.385	-0.027		
RFW	0.354	-0.107	-0.103		
RFDWR	-0.012	0.359	-0.166		

[†]GR: Germination, GP: Germination power rates, CL: Coleoptile, SL: Shoot, RL: Shoot root lengths, SRLR: Shoot/root length ratio, RFW: Root fresh, RDW: Root fresh dry weights, RFDWR: Root fresh/dry root ratio

[†]GR: Çimlenme hızı, GP: Çimlenme gücü, CL: Koleoptil uzunluğu, SL: Çim uzunluğu, RL Çim kök boyu, SRLR: Çim/kök uzunluğu oranı, RFW: Kök yaş ağırlığı, RDW: Kök kuru ağırlığı, RFDWR: Kök yaş/kuru ağırlık oranı

from the Table 5, Kenanbey, Bayraktar-2000, Gün-91, Momtchill, Population-9 and İkizce-96 were tolerant; Pehlivan, Flamura - 85, Population-14, Kıraç-66, Population-11 and Population-10 were susceptible. Stress susceptibility and tolerance index, mean and geometric mean productivity were compared according to Ali and El – Sadak (2016) were not related with the drought tolerance indices.

Shoot lengths, which were highly susceptible to stress (Baloch et al. 2012) significantly differed (57.5–68.4%) under stress (Naylor and Gurmu, 1990; Dhanda et al., 2004; Rauf et al., 2007). SL, which was also the plant characteristic under stress (Jajarmi 2009) had positively and significantly correlated with GR, RL, and (Rauf et al., 2007). CL in older seed and coleoptile emergence in general were restricted under low water potential (Naylor and Gurmu, 1990). Wheat genotypes, as expected, responded differently against drought stress and their developments decreased 70.02 - 85.34% at -0.6 to -0.8 MPa compared to no normal (Ahmadizadeh et al., 2011). A longer coleoptile, which was expected to play a significant role in seedling establishment (Baloch et al., 2012) was observed. Shoot length and seed vigor index decreased (Öztürk et al., 2016; Naylor and Gurmu, 1990; Dhanda et al., 2004), which

indicated greater susceptibility of shoot than root length.

Not many correlation coefficients have been calculated in the previous studies, comparison, therefore, was hardly possible. Dhanda et al. (2004) found that genotypic correlations were calculated higher than the phenotypic ones in the alike course, which indicated the characteristic links in numerous types. Root-to-shoot length ratio (Siddique et al., 1990; Sharma and Lafever, 1992) presented lower associations with further characters under usual conditions, but under osmotic pressure it was undesirably linked with shoot length ($r = 0.42$, $P < 0.01$) and membrane thermal constancy ($r = 0.42$, $P < 0.05$), which indicated that the subversive part of the plants carried a vital role under drought stress circumstances. Similarly, in our study, characters were much more and highly correlated under stress than they were under no-stress conditions.

Conclusions

Drought is one of the severe ecological stress issues across all wheat growing regions. It disturbs wheat differently at various growth stages, of which the worst at the germination and early stages. Genetic differences and heritability of the characters under pressure

is somewhat a straight outcome of great environmental alterations (variance) within the stress environment (Blum 1989 and partly a result of the conquest of genetic inconsistency under such circumstances (Ludlow and Muchow, 1990). Entire appeals were worsened by increased stress levels. Determining new genetic resources against drought stress, developing new laboratory and/or field screening techniques for drought testing, and utilization of modern physiological and molecular ways to better understand drought mechanisms would bring more drought resistant gene pools and improved cultivars with sustainably higher yields into use.

Acknowledgement

This study was supported by Abant İzzet Baysal University Funds. Scientific Research Project (BAP) number is 2015.03.01.821.

References

- Ahmadizadeh, M., Valizadeh M., Zaefizadeh, M., and Shahbazi, H. (2011). Evaluation of interaction between genotype and environments in term of germination and seedling growth in durum wheat landraces. *Advanced Environmental Biology* (5): 551-558.
- Ali, M.B. and El-Sadek, A.N. (2016). Evaluation of drought tolerance indices for wheat (*Triticum aestivum* L.) under irrigated and rainfed conditions. *Crop Science* (11): 77-89.
- Arzani A. and Ashraf M. (2017). Cultivated Ancient Wheats (*Triticum* spp.): A potential source of health-beneficial food products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. (16): 1-12.
- Aslan D., N. Zencirci., M. Etöz., B. Ordu., and S. Bataw. (2016a). Bread wheat responds salt stress better than einkorn wheat does during germination. *Turkish Journal of Agricultural Forestry* (40): 783-794.
- Aslan, D., B. Ordu., and N. Zencirci. (2016b). Einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) tolerates cold stress better than bread wheat (*Triticum aestivum* L.) during germination. *Journal of Field Crops of Central Research Institute* (25): 182-192.
- Baloch, M.J., Dunwell, J., Khakwani A.A., Dennet M., Jatoi W.A., and Channa S.A. (2012). Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. *Journal of Agricultural Research* (50): 299-310.
- Blum, A. (1989). Breeding methods for drought resistance. In: Jones HG, Flowers TJ, Jones MB, editors. *Plants Under Stress*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 197-216
- Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency and yield potential are they compatible, dissonant or mutually exclusive? *Australian J. Agric. Res.*, 56: 1159-1168.
- Braun H. -J. et al. (1998). Breeding priorities of winter wheat programs. In H.-J. Braun, F. Altay, W.E. Kronstad, S.P.S. Beniwal & A. McNab, eds. *Wheat: Prospects for Global Improvement*. Proc. 5th Int. Wheat Conf., Ankara, Developments in Plant Breeding, Vol. 6: 553-560. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Braun H. -J. et al. (2001). Turkish wheat pool. *World Wheat Book—A History of Wheat Breeding*, pp.851-879.
- Davidson, D. J. and Chevalier, P. M. (1987). Influence of polyethyleneglycol induced water deficits on tiller production in spring wheat. *Crop Science*. (27): 1185–1187.
- Cattivelli, L., Rizza. F., Badeck F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare. C., Tondelli, A., and Stanca. A.M. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*. (105): 1-14.
- Dewar, R. C. (1993). A root-shoot partitioning model based on carbon–nitrogen–water interactions. *Functional Economics*. (7): 356-368.
- Dhanda, S.S., R. K. Behl, and N. Elbassam, N. (1995). Breeding wheat genotypes for water deficit environments. *Landbauforschung Volkenrode*. (45): 159-167.
- Dhanda, S.S., Sethi, G.S., and Behl, R.K. (2004). Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *Journal Agricultural Crop Science*. (90): 6-12.
- El-Hendawy, S.E., Hu Y., Yakout, G.M., Awad, A.M., Hafiz, S.E., and Schmidhalter, U. (2005). Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal Agricultural*. (22): 243-253.
- Emmerich, W.E. and Hardegree, S. P. (1991). Seed germination in polythyleneglycol solution: effect of filter paper exclusion. *Crop Science*. (31): 454-458.
- Genc, Y., Hu Y.C., and Schmidhalter, U. (2007). Reassessment of tissue Na⁺ concentration as a criterion for salinity tolerance in bread wheat. *Plant Cell Environment*. (30): 1486-1498
- Gomez, K., Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*, 2nd Edition. John Wiley and Sons. New York. Pp. 680.
- Gregory, P. J. (1989). The role of root characteristics in moderating the effect of drought. In: F. W. G. Baker (ed.), *Drought Resistance in Cereals*, pp. 141-150. CAB International, Wallingford, UK.
- Hafid, R., Smith, D.H., Karron, M., and Samir, K. (1998). Physiological responses of spring durum wheat cultivars to early-season drought in a Mediterranean environment. *Annals of Botany*. (81): 363-370.

- Jajarmi, V. (2009). Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivars. World Academy of Science, Engineer Technical (49): 105-106
- Kalaycı, Ş. (2006). SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. (SPSS applied multi-variate statistic techniques).pp. 116. ASIL Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Ankara. Turkey. [in Turkish]
- Karagoz, A. and N. Zencirci. (2005). Variation in wheat (*Triticum* spp.) landraces from different altitudes of three regions of Turkey. Gen Res and Crop Evol 52:775-785
- Karagöz, A. et al. (2010). Bitki Genetik Kaynaklarının Korunması ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. Bildiriler (I): 11-15 Ocak, Ankara, s. 155-177.
- Kawasaki, T., Akiba T., and Moritsgu M. (1983). Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants. I. Water culture experiments in a green house. Plant Soil. (75): 75-85.
- Kiem, D. L. and Kronstad, W.E. (1981). Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. Crop Science. (21): 11-15.
- Koç, M., Barutcular C. and Zencirci, N. (2000). Grain protein and grain yield of durum wheats from South-Eastern Anatolia, Turkey. Crop and Pasture Science. (51): 665-671.
- Kumar, A. and Singh., D.P. (1998). Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. Ann. Bot. (81): 413-420.
- Lafond, G.P. and Fowler B.D. (1989). Soil temperature and water content, seedling depth, and simulated rainfall effects on winter wheat emergence. Agriculture Journal. (81): 609-614.
- Liley, J.M. and Ludlow, M.M. (1996). Expression of osmotic adjustment and dehydration tolerance in disease rice lines. Field Crop Research. 48: 185-197.
- Lindsay, M.P., Lagudah E.S., Hare R.A., and Munns R. (2004). A locus for sodium exclusion (Nax1), a trait for salt tolerance, mapped in Durum wheat. Functional Plant Biology. (31): 1105-1114.
- Ludlow, M. M. and Muchow, R. C. (1990). A critical evaluation of trait for improving crop yields in waterlimited environments. Advanced Agriculture. (42): 107-153.
- Mahmoodzadeh, H., Masoudi, F.K., and Besharat, H. (2013). Impact of salt stress on seed germination indices of five wheat cultivars. Annals Biological Research. (4): 93-96.
- Merah, O. (2001). Potential importance of water status states for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. Journal of Agricultural Sciences. (137): 139-145.
- Morgan, J.M. (1989). Physiological traits for drought resistance. In: F. W. G. Baker (ed.), Drought Resistance in Cereals, pp. 53-54. CAB International, Wallingford, UK
- Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytol., 67: 645-663
- Munns, R. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany. (57): 1025-1043.
- Naylor, R.E.L. and Gurm, M. (1990). Seed vigor and water relations in wheat. Annals Applied Biology. (117): 441-450.
- Owen, P.C.J. (1972). The relation of germination of wheat to water potential. Journal of Experimental Botany. (3): 188-192.
- Oyiga, B.C. et al. (2016). Identification and characterization of salt tolerance of wheat germplasm using a multivariable screening approach. Journal of Agricultural Crop Science, Doi: 10.1111./ac.12178.
- Öztürk, A., Taşkesenligil, B., Haliloğlu K., Aydın M., and Çağlar Ö. (2016). Evaluation of bread wheat genotypes for early drought resistance via germination under osmotic stress, cell membrane damage, and paraquat tolerance. Turkish Journal of Agriculture and Forest. (40): 146-159.
- Passioura, J. B. (1988). Root signals control leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil. Australian Journal of Plant Physiology. (15): 687-693.
- Petersen R.G. (1985). Design and analysis of experiments. Marcel Dekker, Inc. Newyork, USA.
- Premchandra G. S., Sameoka H. and Ogata, S. (1990). Cell osmotic membrane-stability, an indication of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soil. Agricultural Research. (115): 63-66.
- Rajaram S. (2001). Prospects and promise of wheat breeding in the 21st century. Euphytica. (119): 3-15.
- Rauf, M., Munir, M., ul Hassan M., Ahmad, M., and Afzal, M. (2007). Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. African Biotechnology. (6): 971-975.
- Razzaq, A., Ali Q., Qayyum, A., Mahmood, I., Ahmad, M., and Rasheed, M. (2013). Physiological responses and drought resistance index of nine wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under different moisture conditions. Pakistan Journal of Botany. (45): 151-155.
- Reynolds, M.P., Sigh, R.P.A., Abraham, O.A.A., Ageeb, A., Larque-Sarvedra, and Quick, J.S. (1998). Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. Euphytica. (100): 85-94.
- Sapra, V.T., Savage, E., Anaele, A.O., Beyl, C.A. (1991). Varietal differences of wheat and triticale to water stress. Journal of Agronomy and Crop Science. (167): 23-28.
- Sharma, R.C. and Lafever N.N. (1992). Variability for root traits and their genetic contribution in spring wheat. Euphytica. (59): 1-8.

- Siddique, K.H., Belford, M.R.K., and Tennant, D. (1990). Root: shoot ratio of old and modern tall and semi-dwarf wheats in a Mediterranean environment. *Australian Agricultural Research*. (40): 473-487.
- Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. (1980). *Statistical methods*. The Iowa State University Press, Ames, IOWA, USA.
- Tan, A. (1998). Current status of plant genetic resources conservation in Turkey. In: *The proceedings of the international symposium on in situ conservation of plant genetic diversity*. Eds: Zencirci, N., Z. Kaya, Y. Anikster, and W.T. Adams. Central Res. Inst. for Field Crops. Ankara, Turkey.
- Thornley, J.M. (1998). Modelling shoot: root relations: the way forward. *Annals Botany*. (81): 165-171.
- Turner, N.C. (1986). Crop water deficits: a decade of progress. *Advances in Agronomy*. (39): 1-51.
- Turner, N.C. and Nicolas M.E. (1987). Drought resistance of wheat for light textured soils in a Mediterranean climate. In: J. P. Srivastava, E. Porceddu, E. Acevedo, and S. Varma (eds), *Drought Tolerance in Winter Cereals*, pp. 203-214. John Wiley & Sons, New York
- Winter, S.R., Musick T.J., and Porter K.B. (1988). Evaluation of screening techniques for breeding drought resistance winter wheat. *Crop Science*. (28): 512-516.
- Zencirci, N., Eser, V., and Baran, I. (1990). An approach to compare some stability statistics. Published by CRIFC, Ankara (in Turkish).
- Zencirci, N., Aktan, B., and Atli, A. (1994). Genetic relationships of Turkish durum wheat cultivars. *Tr. J. Agric. Forest.*, 18: 187-192.
- Zencirci, N. and Kün, E. (1996). Variation in landraces of durum wheat (*T. turgidum* L. conv. *durum* (Desf.) M.K.) from Turkey. *Euphytica*. (92): 333-339.
- Zencirci N. (1998). Genetic relationships of Turkish bread wheat cultivars. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*. (99): 333-340.
- Zencirci, N. and Karagöz, A. (2005). Effect of developmental stages length on yield and some quality traits of Turkish durum wheat (*Triticum turgidum* L. convar. *durum* (Desf.) Mackey) landraces: Influence of developmental stages length on yield and quality of durum wheat Genetic Resources and Crop Evolution. (52): 765-774.
- Zobel, R.W., Wright M.G., and Gauch H.G. (1988). Statistical analysis of a yield trial. *Agriculture Journal*. (80): 388-393.

Kuraklığın Buğdayın Kök Ağırlığına Etkisi ve Kökün Bazı Fizyolojik Parametrelerle İlişkisi

*İrfan ÖZTÜRK¹, Kayıhan Zahit KORKUT²

¹Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne, Türkiye

²Namık Kemal Üni. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tekirdağ, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): irfan.ozturk@tarim.gov.tr

Öz

Ekmeklik buğdayda kuraklık stresi koşullarında çevresel ve genetik faktörlere göre değişiklikler gözlenebilen kök yapısı önemli faktör olarak değerlendirilmektedir. Araştırmada bazı ekmeklik buğday genotiplerinin farklı kuraklık seviyelerindeki kök ağırlıkları ile kök ağırlığının bazı fizyolojik karakterlere olan etkileri incelenmiştir. Araştırma, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında 2008-2009 ve 2009-2010 yıllarında yapılmıştır ve 15 genotip kullanılarak; tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parsellerde beş farklı kuraklık uygulamaları, alt parsellerde genotipler yer almıştır. Araştırmada sapa kalkma döneminden fizyolojik olum dönemine kadar farklı seviyede kuraklık uygulanmıştır. Araştırmada kuraklık stresi uygulaması genotiplerde kök ağırlığını azaltmıştır. Genotiplerde en fazla kök ağırlığı Bereket çeşidinde (3.618 g) tespit edilmiştir. Kuraklık stresi bitkilerde kök ağırlığını farklı oranlarda etkilemiş olup, en düşük kök ağırlığı (2.815 g) tam kuraklık uygulanan parselde ölçülürken, en fazla kök ağırlığı kuraklık stresi uygulanmayan koşullarda belirlenmiştir. Araştırmada genotiplerde kök ağırlığının artışı başaklanma öncesi ve tane dolum döneminde bayrak yapraklarındaki klorofil kapsamını önemli ölçüde artırmıştır. Kök miktarı bütün kuraklık uygulamalarında bitki örtüsü sıcaklığını düşürmüştür. Bitkide kök miktarının genotiplerde başaklanma, olgunlaşma gün sayıları ve tane dolum süresini artırdığı belirlenmiştir. Kök ağırlığı artışında stoma eni ve boyunda artış olurken, stoma sayısında azalma olmuştur. Kök ağırlığına genotip ve çevre faktörleri etkili olurken yapraklarda klorofil kapsamında artış kanopi sıcaklığında azalma olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, çeşit, kuraklık, kök ağırlığı, agronomik karakter

Drought Effect on Root Amount and its Relations with Some Physiological Parameters

Abstract

The root structure, which is a very important factor in arid conditions in bread wheat, may vary depending on environmental and genetic factors. Root weight of some bread wheat genotypes were investigated under different drought stress condition on the root weight and on some physiological characters. This study was carried out in experimental field of Trakya Agricultural Research Institute in 2008-2009 and 2009-2010 seasons with 15 bread wheat genotypes in split block design technique with 3 replicate. Five drought applications were the main plots and germplasms were sub-plots. Drought applications were performed from stem elongation stage to physiological maturing stage. Drought stress applications reduced the root weight. The highest root weight was determined in CV Bereket with 3.618 g. Drought stress effected the root weight at different ratios. The lowest root weight was obtained to fully drought condition with 2.815 g and the highest root weight was determined at non-stress treatment. The increase of root weight in genotypes promote the chlorophyll content in the flag leaves during pre-emergence and grain filling periods. Root weight reduced the canopy temperature under all drought stress applications. It was determined that when the amount of root in the plant enhanced the number of days of heading, maturation days and grain filling periods were increased. While the root weight promoted the stomata width and length, on the contrary it reduced the stomata number. Though the root weight and environmental factors were affected by genotypes; chlorophyll content in leaves was increased and canopy temperature was decreased.

Keywords: Bread wheat, variety, drought, root weight, agronomic characters

Giriş

Kuraklık, Trakya Bölgesi'nde bazı yıllarda ve özellikle bitkilerde su isteğinin fazla olduğu Nisan ve Mayıs aylarında yağışın miktarı ve dağılışının yetersiz ve düzensiz olmasından dolayı ortaya çıkmaktadır (Öztürk ve ark., 2016). Genotiplerde değişen koşullara uyum ve adaptasyon kabiliyetinin artırılması, farklı ıslah yöntemleri ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle, çoğunlukla kuru tarım yapılan alanlar için kurağa mukavemeti iyi olan çeşitlerin geliştirilmesi ve mevcut alanda üretimi artırma yollarının araştırılması ıslahçıların temel hedefleri arasındadır (Kalaycı ve ark., 1998). Kurak koşullarda bitkilerde kurağa dayanıklılık ıslah programının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Olgunlaşma süresi kısa olan bitkilerdeki erken çiçeklenme özellikle geç dönem kuraklıklarından kaçma açısından ıslaha katkı sağlayan önemli bir karakterdir. Kurak şartlardaki düşük kanopi sıcaklığı bitki bünyesinin yeterli su oranına sahip olduğunu belirtmektedir. Kuraklık stresi olmayan normal koşullarda genotipler arasındaki kanopi sıcaklığında çok az fark olurken, kuraklık stresinin yaşandığı koşullarda genotiplerde kanopi sıcaklıkları farkında artış olmaktadır. Stres koşullarında kanopi sıcaklığı ile verim arasında olumsuz ilişki bulunmaktadır (Blum, 2000). Topraktaki nemli koşullarda kök uzunluğunda genellikle artış olurken kurak koşullarda azalmalar olmaktadır. Çok dinamik olan bitki kök aksamı, toprakta yağışla birlikte artan nemli koşullarda kök dallarında yenilenme olmakta ve bu durum bitkiyi kuraktan koruyan önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Blum, 2009). Çevresel ve genetik faktörler arasındaki etkileşim kuvvetli kök sisteminin gelişimini belirler (Passioura, 1983). Su stresi bitkilerde kök özelliklerini önemli düzeyde etkilemekte ve su stresinin şiddetine bağlı olarak kök uzunluğu ve kök kuru madde oranı gibi karakterlerde düşme olmaktadır (Adda ve ark., 2005). Ancak genotiplerde sürgün ve kök uzunluğunun çevre koşullarına göre genetik varyasyona daha fazla bağlı olmaktadır (Dhanda ve ark., 2004). Kurağa dayanıklı genotipler hassas genotiplere göre bitki tacı bölgesinde genellikle daha fazla köke sahiptir. Ayrıca kurağa dayanıklı genotipler uzun kök yapısına gerek duymamaktadır. Kurağa hassas genotiplerin kökleri daha fazla absorpsiyon

yüzey alanına sahiptir. Kök derinliği, toplam kök uzunluğu, nispi absorpsiyon yüzey alanı, kök sayısı, kök yayılımı ve kök yoğunluğunda genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır (Kinyua ve ark., 2006). Akdeniz koşullarında, orta derinlikteki topraklarda daha yüksek kök uzunluğu muhtemelen artan su alımı için derin kök uzunluğu daha önemli olmaktadır (Gregory ve ark., 2009). Buğday kök sisteminde, yüzey katmanlarda aşırı kök uzunluğunun ve derinlikte yetersiz kök uzunlukları olması durumunda, özellikle toprak altı suyuna erişmesi uygun olmayabilir. Bitkilerin topraktaki su ve azot kaynaklarından yararlanması için yeterli kök uzunluğu 0.1 ila 1 cm/cm²'dir (Van Noordwijk, 1983). Modern buğday çeşitlerinde pek çok toprak tabakasındaki kök uzunluğu, yoğunluğu, topraktaki suyun ve önemli besinlerin alınması için gereken miktarın üzerine çıkmaktadır. Buğday için kök uzunluğu ve yoğunluğu, sürüm katmanında 3 ila 6 cm/cm³ arasında, 40 cm'nin altında bulunan 1 cm/cm³'ün altında bulunmuştur (Hoad ve ark., 2004).

Dünyada buğday üretimi yapılan alanlarda su stresi çok önemli iklim değişkenliklerindedir (Heichel, 1971). Kuraklık ile başa çıkabilmek amacıyla bitkilerde CO₂ alımı için stomalar açılır, kurak koşullar süresince yaprakların su kaybını en aza indirmek için stomalarını kapatırlar (Elizabeth ve Alistair, 2007). Bitki bünyesine alınan suyun %95'ten fazlası terleme ile kaybedildiği tahmin edilmektedir (Jianwu ve ark., 2006; Blum, 2009). Bu nedenle bitkilerde stoma yapısı ve davranışı kuraklıkla ilişkili olarak önemli rol oynamaktadır.

Bitkide kökler terleme ile kaybedilen suyun karşılanması için ana unsurdur. Kök derinliği (veya maksimum uzunluk) ve kök uzunluğu yoğunluğu kökün iki temel unsurudur. Kuraklığa dayanıklılıkta birinci etken köktür. Çok sığ toprak derinliklerinde yanal köklerin gelişimi, az miktarda aralıklı olarak düşen yağıştan yararlanmak bakımından önemli rol oynayabilir (Blum, 2009).

Trakya Bölgesi'nde toplam yağış miktarı yeterli olmasına rağmen buğdayda yağış isteğinin fazla olduğu bitkide sapa kalkma döneminden tane dolum dönemleri arası yağış dağılımının düzensiz olması ve Mayıs

ayındaki yüksek sıcaklık ile birlikte bitkide kuraklık stresine bağlı olarak verim ve kalite düşüklüğü olabilmektedir. Bu durum bölgede toprak organik maddesinin düşük olmasından dolayı özellikle kumsal yapılı topraklarda daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Araştırmada farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamalarının genotiplerde ve farklı seviyede kuraklık uygulamalarında kök miktarı ile kök ağırlığının bazı fizyolojik karakterlerle ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada incelenen genotiplerden kurağa dayanıklı veya toleranslı olanların belirlenmesi ile kurak koşullarda önemli olan fizyolojik parametrelerin belirlenmesi araştırmanın amaçlarındandır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlasında 2008-2009 ve 2009-2010 yıllarında 2 yıl süreyle yürütülmüştür. Denemede toplam 15 ekmeçlik buğday genotipi tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak ekilmiştir. Araştırmada kuraklığa duyarlılığı farklı olan ve kurak koşullarda farklı tepki veren; Kate A-1, Gelibolu, Pehlivan, Tekirdağ, Selimiye, Aldane, Bereket Flamura-85 ve Golia çeşitleri ile BBVD7, ÖVD26-07, ÖVD2/21-07, ÖVD2/27-07, EBVD24-07 ve BBVD21-07 hatları kullanılmıştır. Denemede 5 ana parsel yer almış olup, ana parselleri kuraklık uygulamaları, alt parselleri genotipler oluşturmuştur. Deneme 6 sıralı ve sıra arası 17 cm ve parsel alanı 6 m² olan parsellere metrekaareye 500 tane tohum düşecek şekilde deneme ekim makinesi ile ekilmiştir.

Kuraklık uygulanacak parsellere portatif seralar kurulmuştur. Bu seraların üzeri yağmurun yağacağı dönemlerde yağmurun düşmemesi için şeffaf naylon örtülerle açılır-kapanır sistem ile kuraklık stresi oluşturulmuştur. Araştırmada ana parsellerde yapılan uygulamalar; birinci uygulamada (KS1) Zadoks skalasına göre GS31-51 arasında (sapa kalkma dönemi ile başaklanma dönemi arası) kuraklık uygulanıp, bu dönemden sonra tane dolum döneminde günlük buharlaşma su miktarına göre bir defa sulama yapılmıştır (Zadoks ve ark., 1974). İkinci uygulamada (KS2) GS51-94 döneminde (başaklanma dönemi ile tane dolum dönemi sonu) kuraklık uygulanmıştır. KS2

uygulanmasında sapa kalkma ile başaklanma dönemleri arasında günlük buharlaşma su miktarına göre bir defa sulama yapılmıştır. Üçüncü uygulamada (KS3) kuraklık stresi uygulanmamış olup sapa kalkma, başaklanma ve tane dolum dönemlerinde olmak üzere günlük buharlaşma su miktarına göre 3 defa sulama yapılmıştır. Dördüncü uygulama (KS4; Doğal) doğal parsel olup, beşinci uygulamada (KS5) GS31-94 dönemi (sapa kalkma ile tam olum dönemi) arasında tam kuraklık uygulaması yapılmıştır.

Araştırmada farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklığın kök ağırlığına etkisi ile kök ağırlığının genotiplerde bazı morfolojik, fizyolojik özellikler ile ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada; kök ağırlığı, bitki örtüsü sıcaklığı, klorofil kapsamı, başaklanma ve olgunlaşma gün sayıları, tane dolum süresi, stoma sayısı, stoma eni ve boyu, mumsuluk oranı ile kök ağırlığının bu karakterler ile ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada infrared termometre ile bitki örtüsü sıcaklığı (Amani ve ark., 1996; Ayeneh ve ark., 2002) gebeleşme, başaklanma ve tane dolum dönemi olmak üzere üç farklı bitki gelişme döneminde ölçümü yapılmıştır. Genotiplerde bayrak yaprakta klorofil ölçümü SPAD502 klorofilmetre (Babar ve ark., 2006a; Fischer, 2007) ile bitkilerin gebeleşme (GS49) başaklanma (GS60) ve tane dolum dönemi (GS75) olmak üzere üç farklı gelişme döneminde ölçüm yapılmıştır. Yaprığın klorofil kapsamının belirlenmesinde en uygun ölçüm zamanı klorofilin en yoğun olduğu çiçeklenme sonrası dönemdir (Fischer 2001). Genotiplerde başaklanma gün sayısı parselde başakların %50'sinin başaklandığı, olgunlaşma gün sayısı parselde bitkilerin tamamen sarardığı süre dikkate alınarak belirlenmiştir. Tane dolum süresi başaklanma ile fizyolojik olum dönemleri arasındaki süre dikkate alınmıştır. Mumsuluk oranları için başaklanma döneminde bitkideki mumsuluk oranına göre 0-9 skalası kullanılarak belirlenmiştir. Stoma sayısı başaklanma döneminde bayrak yaprakta alınan örneklerde 4x100 büyüklüğündeki mikroskop ile sayım yapılarak belirlenmiştir. Genotiplerde bitki kök örnekleri ekimde sıra arası mesafe 17 cm olmasından dolayı, 17 cm çapında ve 50 cm derinliğinde silindirik metal kaplar ile hasat sonrası her parselden çıkarılmıştır.

Çizelge 1. 2008-2009 ve 2009-2010 yıllarında ölçülen toplam yağış, ortalama nem en düşük ve en yüksek sıcaklık ve ortalama sıcaklık verileri

Table 1. Total rainfall, mean humidity, lowest and highest temperature and mean temperature scored in 2008-2009 and in 2009-2010 growing period

Aylar	Uzun Yıllar Yağış (mm)	Yıllar	Aylık Toplam Yağış (mm)	Aylık Nem (%)	Sıcaklık (°C)		
					En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Ekim	52.9	2008-2009	17.0	72.6	3.5	26.5	14.9
		2009-2010	112.6	82.3	2.9	28.9	15.1
Kasım	72.4	2008-2009	29.2	77.8	-2.0	18.3	15.3
		2009-2010	51.7	89.7	-1.7	22.7	9.7
Aralık	61.7	2008-2009	35.6	82.2	-6.9	20.4	6.4
		2009-2010	93.4	89.7	-2.1	19.6	7.3
Ocak	48.1	2008-2009	48.6	87.8	-11.2	17.5	6.5
		2009-2010	59.6	85.2	-16.3	20.3	2.5
Şubat	46.9	2008-2009	83.2	81.3	0.1	13.5	5.2
		2009-2010	107.0	88.1	-4.8	20.3	5.9
Mart	52.2	2008-2009	44.1	77.5	3.0	17.9	7.8
		2009-2010	47.6	81.9	-3.1	22.2	7.7
Nisan	51.0	2008-2009	15.8	68.8	-0.4	25.9	12.3
		2009-2010	17.8	76.0	0.9	24.9	12.7
Mayıs	56.0	2008-2009	27.7	66.1	7.5	32.1	19.1
		2009-2010	16.0	68.6	3.3	33.6	18.1
Haziran	41.5	2008-2009	25.9	62.5	9.3	36.4	22.6
		2009-2010	30.8	72.3	12.0	38.7	22.5
		2008-2009	327.1	75.2	-11.2	36.4	12.2
		2009-2010	536.5	81.5	-16.3	38.7	11.3
Toplam (Uzun yıl)	482.7	Toplam	431.8				
		Ortalama		78.4	-1.7	25.7	11.8

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve ortalamalar arasındaki farklılık en küçük önemli fark (AÖF) testi ile ($p<0.01$ ve $p<0.05$) incelenmiştir (Gomez ve Gomez, 1984; Kalaycı, 2005).

Bulgular ve Tartışma

Kök ağırlığı:

Araştırmada kök ağırlığına göre genotipler ve uygulamalar ile bunların arasındaki interaksiyon her iki yılda da 0.01 seviyesinde çok önemli bulunmuştur. Bitki kök kısmı kurağa dayanıklılıkta çok önemli bir karakter olmasından dolayı birçok araştırmacı tarafından incelenen bir karakter olmuştur. Kurak koşullarda bitkilerin kök ağırlığında azalma olduğu görülürken, sulama koşullarının kök ağırlığını artırdığı tespit edilmiştir. Beş farklı

seviyede kuraklığın incelendiği araştırmada 3.496 g ile en fazla kök ağırlığı kuraklık stresi uygulanmayan KS3 parselinde ölçülürken, sapa kalkma döneminden başaklanma dönemine kadar kuraklık stresi uygulanmayan KS2 parselde 3.455 g olarak belirlenmiştir. Uygulama konularında en düşük kök ağırlığı 2.815 g ile sapa kalkma döneminden fizyolojik olum dönemine kadar kuraklık uygulanan KS5 parselde belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kuraklık stresinin bitki kök ağırlığını azalttığı ve sulama koşullarının ise bitkilerde kök kısmını artırdığı belirlenmiştir. Genotiplerde 3.618 g ile en fazla kök ağırlığı Bereket çeşidinde ölçülmüştür. En az kök ağırlıkları 2.740 g ile Tekirdağ çeşidinde ölçülmüştür. Ekmeklik buğdayda kök özelliklerinde genetik farklılık olduğu, bu farklılık derin kök sistemi oluşturma yeteneğine göre buğday genotipleri arasındaki

Çizelge 2. Farklı kuraklık uygulamalarına göre ortalama kök miktarı ve diğer fizyolojik parametreler
Table 2. Average root weight and physiological parameters based on various droughts treatment

Uygulama	KÖK	CTH	CHH	STS	MUM	BGS	OGS	TDS
KS1	2.861 bc	28.07 b	50.72 c	10.97 c	4.07 b	163.5 d	201.3 d	33.09 b
KS2	3.455 a	21.43 d	51.98 ab	10.74 cd	3.80 c	166.6 b	202.9 b	32.12 c
KS3	3.496 a	19.96 e	52.21 a	10.58 d	3.33 d	167.2 a	206.7 a	34.88 a
KS4	2.937 b	22.59 c	52.34 a	11.33 b	3.67 c	165.2 c	201.8 c	32.00 c
KS5	2.815 c	29.21 a	51.46 b	11.96 a	4.40 a	162.6 e	199.1 e	31.28 d
Ortalama	3.113	24.25	51.74	11.12	3.85	165.0	202.4	32.67
A.Ö.F(0.05)	0.11	0.33	0.55	0.30	0.20	0.29	0.28	0.37
F	**	**	**	**	**	**	**	**

Not: **P<0.01; *P<0.05; KS: Kuraklık stresi, KÖK: kök ağırlığı (g), CTH: Başaklanma dönemi kanopi sıcaklığı, CHH: Başaklanma dönemi klorofil, STS: Stoma sayısı, MUM: Mumsuluk oranı (1-9), BGS: Başaklanma gün sayısı, OGS: Olgunlaşma gün sayısı, TDS: Tane dolun süresi

Note: **P<0.01 *P<0.05; KS: Drought stress, KÖK: root weight (g), CTH: Canopy temperature at heading, CHH: Chlorophyll at heading, STS: Stomata number, MUM: Gloucoucity (1-9), BGS: Days of heading, OGS: Days of maturity, TDS: Days of grain filling

farklılıklar olabileceği (Siddique ve ark.,1990) belirlenmiştir. Ayrıca normal yağış koşulları altında, kurak yıllarda buğday kök uzunluğunun daha yüksek olduğu bulunmuştur (Hamblin ve ark., 1990).

Genotiplerdesu stresi kök özelliklerini önemli düzeyde etkilemekte olup su stresinin şiddetine bağlı olarak bazı kök özelliklerini düşürmekte (Adda ve ark. 2005) olduğunu, kurak koşullar genellikle bitki kök gelişimine engel olmakta ve dolayısı ile nemli toprak koşullarında kök uzunluğunda artış olurken kurak koşullarda azalmalar olduğu (Blum, 2009), kök derinliği, kök yayılımı ve yoğunluğunda genotipler arasında önemli farklılıklar olduğunu (Kinyua ve ark. 2006) açıklayan araştırmacıların sonucu bu çalışmada da görülmüştür. Araştırmada kanopi sıcaklığı ve klorofil kapsamı bitki gelişmesinin başaklanma öncesi, başaklanma ve tane dolun dönemi olmak üzere üç farklı bitki gelişme döneminde ölçülmüştür. Ölçüm yapılan üç bitki gelişme döneminde bütün uygulamalarda kurak koşullarda bitki örtüsü sıcaklığında artış olmuştur (Çizelge 2).

Kanopi sıcaklığı:

Araştırmada kanopi sıcaklığına göre genotipler ve uygulamalar arasındaki interaksiyon 0.01 seviyesinde çok önemli bulunmuştur. Araştırmada başaklanma öncesi dönemde yapılan ölçümde ortalama kanopi sıcaklığı 19.47 °C olmuştur. Bu dönemde en yüksek sıcaklık 21.65°C ile başaklanma öncesi dönemde kuraklık uygulanan (KS1)

parsellerde, en düşük sıcaklık ise 17.21 derece ile kuraklık stresi uygulanmayan (KS3) parsellerde ölçülmüştür. Başaklanma döneminden itibaren parsellerde kuraklık stresinin etkisi artmaya başlamış bu nedenle uygulamalar arasında kanopi sıcaklığı farkında artış olmuştur. Başaklanma döneminde yapılan ölçümde ise en yüksek sıcaklık 29.21 °C ile tam kuraklık uygulanan (KS5) ana parsellerde, en düşük sıcaklık ise 19.96 °C ile kuraklık stresi uygulanmayan (KS3) parsellere ölçülmüştür (Çizelge 2). Tane dolun döneminde ölçüm yapılan kanopi sıcaklığı önceki bitki gelişme dönemlerindeki sonuca paralel olarak en yüksek sıcaklık yine tam kuraklık uygulamalarında en düşük sıcaklık ise kuraklık stresi uygulanmayan koşullarda saptanmıştır.

Klorofil kapsamı:

Araştırmada bayrak yaprakta klorofil miktarı üç farklı bitki gelişme döneminde ölçülmüş olup kurak koşulların klorofil miktarını azalttığı görülmüştür. Başaklanma öncesi dönemde kuraklık stresinin etkisi düşük olduğu için uygulama konuları ve genotipler arasındaki ilişki önemsiz olmuştur. Başaklanma ve tane dolun dönemlerinde kuraklık uygulamaları ve genotipler arasındaki ilişki çok önemli bulunmuştur. Ayrıca bitkilerde başaklanma dönemine kadar klorofil miktarında artış olduğu ve daha sonra azalmaya başladığı görülmüştür (Çizelge 2). Kuraklık uygulamalarına göre en yüksek klorofil miktarı başaklanma döneminde yapılan ölçümde belirlenmiştir. Tane dolun

döneminde ise genotiplerde klorofil miktarının düştüğü görülmüştür. Genotiplere göre en fazla klorofil miktarı başaklanma döneminde 55.23 ile ÖVD2/27-07 hattında ölçülürken, bunu BBVD7 (53.91) ve Gelibolu (53.62) çeşitleri takip etmiştir (Çizelge 3).

Stoma özellikleri:

Stoma eni, stoma uzunluğu ve sayısına göre yapılan değerlendirmede genotip ve uygulama konularına göre farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2 ve 4). Genotiplerde kurak koşullarda stoma sayısının arttığı buna göre tam kuraklığın uygulandığı ana parselde 11.96 ile en fazla stoma sayısı saptanmıştır. En az stoma 10.58 ile kuraklık stresinin uygulanmadığı koşullarda saptanmıştır. Genotiplerde kurak koşullarda stoma sayısında artış olurken, stoma eni ve boyunun daha kısa olduğu, kuraklığın stoma hacmini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Araştırmada en uzun (52.23 µ) ve en geniş (26.93 µ) stoma kuraklık stresi uygulanmayan (KS3) koşullarda ölçülmüştür.

Ekmeklik buğdayda kurağa dayanıklılıkta birçok morfolojik ve fizyolojik karakterler farklı etkiye sahiptir. Kuraklığa toleransta bitkilerde bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler, stoma hacmi ve sayısı, stomanın açık veya kapalı olması, mumsuluğu, kök uzunluğu, kök yoğunluğu ve kuru ağırlığı gibi özellikler kuraklıkta değerlendirilmesi gereken önemli karakterlerdir (Dencic ve ark., 2000).

Mumsuluk:

Araştırmada genotipler ve uygulama konuları arasında mumsuluk oranı yönünden önemli farklılık belirlenmiştir. Kurak koşulların genotiplerde mumsuluğu arttırdığı tespit edilmiştir. Genotip x kuraklık uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde mumsuluğun çeşitlerde genetik yapıya bağlı olduğu gibi çevre koşullarından da etkilendiği tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada genotiplere göre karşılaştırma yapıldığında mumsuluk ile tane verimi arasında olumlu ilişki tespit edilirken, uygulama konularına göre yapılan karşılaştırmada kurak koşullarda mumsuluğun

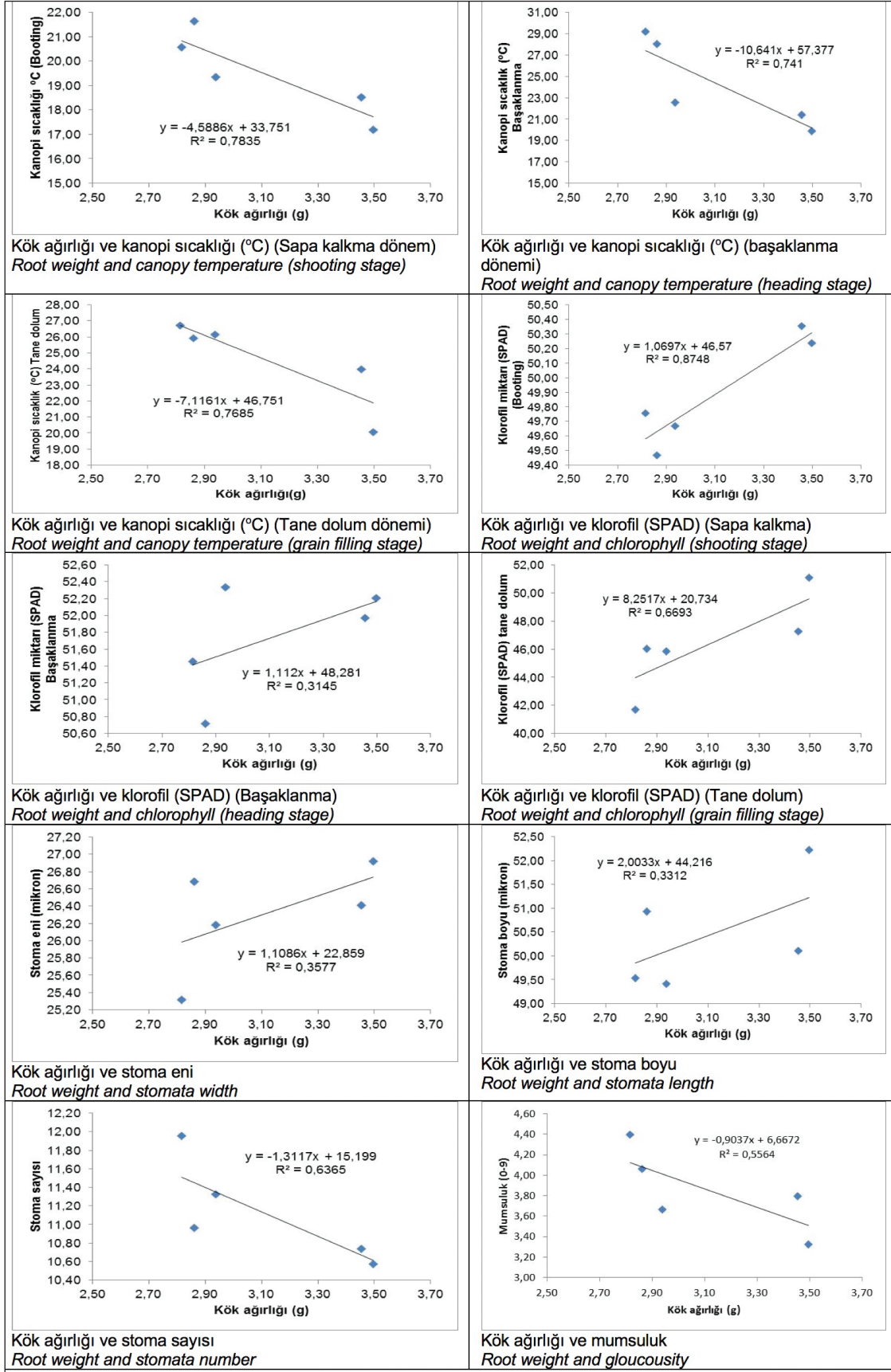
Çizelge 3. Genotiplere göre ortalama kök ağırlığı ve bazı fizyolojik parametreler

Table 3. Average root weight and some physiological parameters based on genotypes

No	Genotipler	KÖK	CTH	CHH	STS	MUM	BGS	OGS	TDS
1	Kate A-1	2.922 de	23.78 e	52.53 de	11.29 cd	6.1 b	163.3 g	200.9 ghı	32.9 def
2	Gelibolu	3.128 cd	24.12 cde	53.62 bc	11.42 cd	3.7 d	164.2 f	202.7 e	33.9 bc
3	Pehlivan	3.250 bc	24.14 cde	49.16 jk	11.21 cd	5.9 b	166.0 d	201.3 g	31.4 g
4	Tekirdağ	2.740 e	24.91 a	52.59 cde	10.90 def	1.0 ı	163.2 g	201.0 ghı	33.1 cde
5	Selimiye	2.967 de	24.30 bcd	49.98 ij	11.62 bc	5.0 c	164.0 f	201.1 gh	33.0 def
6	Aldane	2.813 e	24.47abc	51.39 fg	10.31 gh	5.1 c	162.4 h	200.5 ı	33.6 bcd
7	Flamura-85	2.953 de	24.38 bcd	53.01 bcd	10.87 d-g	2.8 e	165.6 de	202.3 ef	32.2 fg
8	Golia	2.937 de	24.70 ab	50.24 hı	13.09 a	1.2 hı	157.7 ı	199.0 j	34.8 a
9	BBVD7	3.480 ab	24.20 b-e	53.91 b	11.02 de	8.9 a	162.6 h	200.6 hı	33.7 bcd
10	Bereket	3.618 a	23.92 de	51.79 ef	10.18 h	5.1 c	165.1 e	202.1 f	32.7 ef
11	ÖVD26-07	2.788 e	24.43 a-d	50.75 ghı	10.50 e-h	2.0 fg	163.4 g	202.6 ef	34.0 ab
12	ÖVD2/21-07	3.483 ab	23.94 de	51.16 fgh	10.54 e-h	1.5 gh	168.3 c	205.4 b	32.6 ef
13	ÖVD2/27-07	3.121 cd	24.00 cde	55.23 a	10.41 fgh	6.3 b	164.2 f	203.4 d	34.3 ab
14	EBVD24-07	3.103 cd	24.02 cde	52.01 def	11.31 cd	1.1 hı	170.6 b	204.5 c	29.1 h
15	BBVD21-07	3.394 ab	24.48 abc	48.80 k	12.08 b	2.1 f	175.0 a	208.0 a	28.8 h
	Ortalama	3.113	24.25	51.74	11.12	3.85	165.0	202.4	32.67
	A.Ö.F (0.05)	0.23	0.52	1.03	0.58	0.50	0.47	0.54	0.85
	F	**	**	**	**	**	**	**	**

Not: **P<0.01, *P<0.05; KÖK: kök ağırlığı (g), CTH: Başaklanma dönemi kanopi sıcaklığı, CHH: Başaklanma dönemi klorofil, STS: Stoma sayısı, MUM: Mumsuluk oranı (1-9), BGS: Başaklanma gün sayısı, OGS: Olgunlaşma gün sayısı, TDS: Tane dolum süresi,

Note: **P<0.01, *P<0.05; KS: Drought stress, KÖK: root weight (g), CTH: Canopy temperature at heading, CHH: Chlorophyll at heading, STS: Stomata number, MUM: Gloucousity (1-9), BGS: Days of heading, OGS: Days of maturity, TDS: Days of grain filling



Şekil 1. Farklı kuraklık uygulamasında kök ağırlığı ile bazı fizyolojik karakterler arasında ilişkiler
Figure 1. The comparison of the root weight and some physiological characters under various drought stress

Çizelge 4. Farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklığa göre kök ağırlığı ile bazı fizyolojik karakterler arasındaki korelasyon katsayıları

Table 4. Correlation coefficient among root weight and some physiological characters under various drought stress condition

Karakterler	Uygulama konuları				
	KÖK (KS1)	KÖK (KS2)	KÖK (KS3)	KÖK (KS4)	KÖK (KS5)
BGS	-0.657**	-0.449**	-0.106	-0.323**	-0.327**
OGS	-0.751**	-0.536**	-0.229*	-0.388**	-0.410**
TDS	-0.308**	-0.245*	-0.350**	-0.072	-0.030
MUM	0.178	0.248*	0.156	0.092	0.180
STS	0.057	-0.171	-0.210*	-0.023	0.087
STE	0.169	-0.033	0.047	0.272**	0.129
STB	-0.285**	0.100	0.165	-0.044	-0.210*
CHB	0.407**	0.234*	0.251*	0.373**	0.113
CHH	-0.286**	-0.094	-0.117	0.066	-0.149
CHGF	0.326**	0.613**	0.396**	0.468**	0.217*
CTB	-0.074	-0.101	0.042	-0.302**	-0.227*
CTH	-0.259*	-0.580**	-0.340**	-0.104	-0.318**
CTGF	-0.362**	-0.427**	-0.140	-0.413**	-0.393**

Not: **P<0.01; *P<0.05, KS: Kuraklık stresi, BGS: Başaklanma gün sayısı, OGS: Olgunlaşma gün sayısı, TDS: Tane dolum süresi, MUM: Mumsuluk, STS: Stoma sayısı, STE: Stoma eni (µ), STU: Stoma boyu (µ), CHB: Başaklanma öncesi klorofil, CHH: Başaklanma dönemi klorofil, CHGF: Tane dolum dönemi klorofil, CTB: Başaklanma öncesi kanopi sıcaklığı, CTH: Başaklanma dönemi kanopi sıcaklığı, CTGF: Tane dolum dönemi kanopi sıcaklığı

Note: **P<0.01 *P<0.05; KÖK: root weight (g), KS: Drought stress, BGS: Days of heading, OGS: Days of maturity, TDS: Days of grain filling, MUM: Gloucoucity (1-9), STS: Stomata number, STE: Stomata width, STU: Stomata length, CHB: Chlorophyll at booting stage, CHH: Chlorophyll at heading, CHGF: Chlorophyll at grain filling, CTB: Canopy temperature at booting, CTH: Canopy temperature at heading, CTGF: Canopy temperature at grain filling

artması dolayısı ile kuraklık ile mumsuluk arasında olumsuz ilişki belirlenmiştir. Bu sonuç mumsuluk oranı için genotip ve çevre koşullarının birlikte etki ettiği, mumsuluk yönünden genotip ve çevre koşullarının birlikte değerlendirilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

Mumsu yapıya sahip çeşitlerin, mumsuzlara göre daha fazla biyolojik ve tane verimine sahip olduğu (Dakheel ve Makdis 1991), kurağa dayanıklı bitkiler, kurak koşullara uyum sağlamak için yaprak mumsuluk oranını artırması gibi bazı fizyolojik özellikleri içerdiği (Kalaycı ve ark. 1998), kuraklığa toleransta bitkilerde yaprak mumsuluğu değerlendirilmesi gereken önemli özelliklerden (Dencic ve ark. 2000) olduğunu belirten araştırmacıların bulgularını bu çalışmada da görmek mümkün olmuştur. Mumsuluk oranı yönünden genotipler arasında önemli varyasyon olduğu en fazla mumsuluk 8.9 oranı ile BBVD7 hattında belirlenirken, mumsuluğu en düşük Tekirdağ, EBVD24-07 ve Golia çeşitleri olmuştur.

Genotiplere göre ölçüm yapılan üç bitki gelişme döneminde de en düşük kanopi sıcaklığı Kate A-1 çeşidinde ölçülmüş olup

bu çeşidin yüksek verim potansiyeline sahip olması kanopi sıcaklığı ile verim arasındaki ilişkiyi doğrulamıştır. Araştırmada mumsuluk oranı en yüksek olan BBVD7 hattı, Kate A-1 çeşidinden sonra düşük kanopi sıcaklığı ölçülen diğer bir genotip olmuştur. Genotiplerde yapraklarda mumsuluk oranının artışı kanopi sıcaklığını düşürmüştür (Çizelge 4). En yüksek kanopi sıcaklıkları ise Golia ve Tekirdağ çeşitlerinde ölçülmüştür. Her iki çeşidin mumsuz ve açık yaprak rengine sahip olmaları kanopi sıcaklığının yaprak rengi ve mumsuluk oranı ile ilişkisini göstermiştir.

Kök ağırlığı ile fizyolojik parametreler arası ilişkiler:

Araştırmada farklı gelişme dönemlerinde kuraklık uygulamasında kök ağırlığı ile bazı karakterler arasındaki ikili ilişkiler incelenmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi kanopi sıcaklığı ile kök ağırlığı arasında başaklanma öncesi ($r^2=-0.783$, $n=5$) ve başaklanma dönemi ($r^2=-0.741$, $n=5$) ve tane dolum dönemlerinde ($r^2=-0.768$, $n=5$) olumsuz ilişki belirlenmiştir. Kanopi sıcaklığının tane verimi ile de olumsuz ilişkili olması bu ilişkiyi doğrulamaktadır.

Bitkide kök miktarının daha fazla olması bitkiye daha fazla su taşınacağı ve bu sonucun bitki kanopisinin daha serin olacağı sonucu ölçülen kanopi sıcaklığına da yansımıştır.

Genotiplerde kök ağırlığı ile başaklanma öncesi, başaklanma dönemi ve tane dolum dönemlerinde ölçülen klorofil kapsamı arasında olumlu ilişki belirlenmiştir. Kök ağırlığı ile klorofil kapsamı başaklanma öncesi ($r^2=0.874$, $n=5$) ve başaklanma dönemi ($r^2=0.314$, $n=5$) ve tane dolum dönemlerinde ($r^2=0.669$, $n=5$) olumlu ve farklı oranlarda ilişki saptanmıştır. Bitkide kök miktarının artışı bayrak yaprakta ölçüm yapılan klorofil kapsamını artırmış özellikle başaklanma dönemi öncesi ile tane dolum döneminde kök miktarının yaprakta klorofil kapsamının artışına daha fazla katkı yaptığı görülmüştür (Şekil 1).

Kök ağırlığı ile stoma yapısı karşılaştırıldığında stoma eni ve stoma boyu ile düşük oranda olumlu ilişki içerisinde olduğu görülmüştür. Bu sonuç kök miktarı arttıkça daha fazla su alması ve dolayısı ile stoma hacminin de arttığı yorumu yapılmıştır. Bitkide kök miktarı stoma hacmini olumlu yönde etkilerken stoma sayısı ile olumsuz ($r^2=-0.636$, $n=5$) yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Ekmeleklik buğdayda çeşitlerde mumsuluk özellikle kurak koşullarda daha öne çıkan bir karakter olup, mumsu yapıya sahip çeşitlerin, mumsuzlara göre daha fazla biyolojik verim ve tane verimine sahip olduğu (Dakheel ve Makdis 1991), kurağa dayanıklı bitkiler, kurak koşullara uyum sağlamak için yaprak mumsuluk oranını artırması gibi bazı fizyolojik özellikleri içerdiği (Kalaycı ve ark., 1998) yapılan çalışmalarda görülmüştür. Beş farklı seviyede uygulamanın yer aldığı bu çalışmada genotiplerde kök miktarının kurak koşullarda azalması ve mumsuluk oranının artmasından dolayı mumsuluk ile olumsuz yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir ($r^2=-0.556$, $n=5$) (Şekil 1).

Araştırmada genotiplerde kök ağırlığı ile incelenen karakterler arasında farklı gelişme dönemlerine göre korelasyon katsayıları belirlenmiş ve Çizelge 4'te verilmiştir. Erken dönem kuraklık uygulamasında (KS1) bitkide kök miktarının başaklanma gün sayısı ($r=-0.657^{**}$), olgunlaşma gün sayısı ($r=-0.751^{**}$) ve tane dolum süresi ($r=-0.308^{**}$) ile arasında olumsuz ilişkili olduğu görülmüş olup kök

miktarındaki artış genotiplerde olgunlaşma ve tane dolum süresinin uzamasına neden olmuştur. Benzer ilişki başaklanma ile fizyolojik olum dönemleri arasında uygulanan kuraklıkta da azalarak görülmüştür. Kuraklık stresi uygulanmayan (KS3) koşullarda ise bu ilişkinin daha azaldığı belirlenmiştir. Doğal uygulama ile tam kuraklık uygulamalarında da yakın ilişki olması kök miktarının özellikle bitkide sapa kalkma döneminden başaklanma dönemine kadar olan dönemde diğer dönemlere göre daha önem arz ettiği belirlenmiştir. Bitkide mumsuluk ile kök miktarı arasında sadece geç dönem kuraklıkta (KS2) önemli ve olumlu ilişki ($r=0.248^*$) belirlenirken diğer gelişme dönemleri ve kuraklık uygulamalarında herhangi bir etkileşim bulunmamıştır. Sapa kalkma döneminde ve tane dolum süresinde bayrak yaprakta ölçümü yapılan klorofil miktarı bitkilerde kök miktarı ile yüksek oranda ilişkili olduğu görülmüştür.

Sapa kalkma döneminde yapılan ölçümlerde korelasyon katsayıları; erken dönem kuraklık uygulanan ana parselde kök miktarı ile klorofil miktarı arasında $r=0.407^{**}$, geç dönem kuraklık uygulanan ana parsellerde $r=0.234^*$, kuraklık stresi uygulanmayan ana parsellerde $r=0.251^*$ ve doğal parsellerde $r=0.373^{**}$ katsayıları saptanmıştır. Stres koşullarının çok yüksek olduğu tam kurak koşullarda ise herhangi bir ilişki görülmemiştir. Araştırmada tane dolum döneminde beş farklı uygulamada klorofil kapsamı ölçümü yapılmıştır. Belirlenen korelasyon katsayıları; sapa kalkma döneminde kuraklık uygulanan parsellerde $r=0.326^{**}$, geç dönem kuraklık uygulanan parsellerde $r=0.613^{**}$, kuraklık uygulanmayan koşullarda $r=0.396^{**}$ olurken doğal parsellerde $r=0.468^{**}$ ve tam kuraklık uygulanan parsellerde $r=0.217$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar tane dolum döneminde kök miktarının yapraklardaki klorofil kapsamının artışına önceki bitki gelişme dönemlerine göre daha fazla etki ettiğini göstermiştir. Ayrıca geç dönem kuraklık stresi uygulanan koşullarda kök miktarındaki artış bayrak yapraktaki klorofil miktarını daha fazla artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Kurağa dayanıklılıkta genotiplerde düşük kanopi sıcaklığı önemli bir fizyolojik parametre olup verim ile negatif ilişkili olduğu birçok araştırmacı tarafından açıklanmıştır (Reynolds ve ark., 2000; Blum, 2009). Araştırmada

erken dönem geç dönem ve tam kuraklık uygulamalarında kök miktarı başaklanma dönemi ile tane dolun dönemlerinde kanopi sıcaklığını önemli oranda düşürmüştür. Başaklanma döneminde yapılan ölçümlerde tespit edilen korelasyon katsayıları sırasıyla KS1'de $r=-0.259^*$, KS2'de $r=-0.580^{**}$, KS3'te $r=-0.340^{**}$ ve KS5'te $r=-0.318^{**}$ olarak belirlenmiştir. Tane dolun döneminde uygulama konularına göre yapılan ölçümlerde belirlenen korelasyon katsayıları ise sırasıyla KS1'de $r=-0.362^{**}$, K2'de $r=-0.427^{**}$, KS3'te önemsiz, KS4'te $r=-0.413^{**}$ ve KS5'te $r=-0.393^{**}$ olarak belirlenmiştir. Başaklanma ve tane dolun döneminde belirlenen bu ölçüm sonuçları kök miktarının fazla olması bitki gelişme dönemlerinin ileri devresinde genotiplerde kanopi sıcaklığını daha düşük seviyede tutmasına neden olmuştur.

Sonuç

Kurağa dayanıklılıkta bitkilerde kök yapısı çok önemli bir karakter olup kök miktarı ve kök uzunluğu genotip ve çevre koşullarına göre değişkenlik göstermiştir. Araştırmada incelenen genotipler arasında en fazla kök ağırlığı Bereket çeşidinde belirlenirken, en düşük ağırlık Tekirdağ çeşidinde tespit edilmiştir. Genotiplerde kök miktarının artışı bitkilerde fotosentez için önemli unsurlardan olan klorofil kapsamının artışına katkı sağladığı belirlenmiştir. Bayrak yapraklarda ölçülen klorofil miktarı başaklanma öncesi ve tane dolun döneminde kök miktarı artışı ile arttığı görülmüştür. Bu sonuçlar tane dolun döneminde kök miktarının yapraklardaki klorofil kapsamının artışına önceki bitki gelişme dönemlerine göre daha fazla etki ettiğini göstermiştir. Ayrıca geç dönem kuraklık stresi uygulanan koşullarda kök miktarındaki artış bayrak yapraktaki klorofil miktarını daha fazla artırdığı belirlenmiştir. Kuraklık stresi altında düşük kanopi sıcaklığı genotiplerin kuraklık stresine dayanıklılığında önemli fizyolojik göstergelerden biridir. Bitki örtüsü sıcaklığının bitki kök aksamı ile yüksek oranda ilişkili olduğu görülmüş olup, bitkilerde kök miktarı arttıkça bitki örtüsü sıcaklığında azalma olduğu tespit edilmiştir. Genotiplerde kök miktarının fazla olması bitki gelişme dönemlerinin ileri gelişme dönemlerinde kanopi sıcaklığını daha

düşük seviyede tutmasına katkı yapmıştır. Bu sonuçlar kök miktarının kurağa dayanıklılıkta önemli bir unsur olduğu bitki toprak üstü aksamının birçok agronomik özelliklerine farklı şekilde etkisinin yanında olgunlaşma, stoma yapısı, klorofil kapsamı ve kanopi sıcaklığı gibi birçok fizyolojik özellikleri de farklı şekilde etkilediğini göstermiştir. Araştırma sonucu incelenen fizyolojik parametrelerin ekmeleklik buğday genotiplerinde kök miktarının tahmin edilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.

Kaynaklar

- Adda A., Sahnoune M., Kaid-Harch M. and Othmane Merah O., (2005). Impact of water deficit intensity on durum wheat seminal roots. *Plant Biology and Pathology*. C. R. Biologies 328, France.
- Amani I., Fischer R.A. and Reynolds M.P., (1996) Evaluation of canopy temperature as a screening tool for heat tolerance in spring wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science* 176, 119–129.
- Ayeneh A., van Ginkel M., Reynolds M.P. and Ammar K., (2002). Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Research* 79 (2-3), 173–184.
- Babar M.A., Reynolds M.P., van Ginkel M., Klatt A.R., Raun W.R. and Stone M.L., (2006). Spectral reflectance to estimate genetic variation for in-season biomass, leaf chlorophyll and canopy temperature in wheat. *Crop Science* 46, 1046–1057.
- Blum, A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*, 112(2-3), 119-123.
- Dakheel A. and Makdis F., (1991). The Role of Glaucousness as a Selection Criterion for Drought Tolerance in Durum Wheat. *Cereal Improvement Program. Annual Report*, 120-121. ICARDA, Aleppo.
- Dencic S., Kastori R., Kobiljski B. and Duggan B., (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica* 113, 43-52.
- Dhanda S.S., Sethi G.S. and Behl R.K., (2004). Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *Journal of Agronomy crop Sci.*, 190(1)6-12.
- Elizabeth A.A. and Alistair R., (2007). The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising (CO): mechanisms and environmental interactions. *Plant Cell and Environ.* 30, 258-270.
- Fischer R.A., (2007). Understanding the physiological basis of yield potential in wheat. *Journal of Agricultural Science* 145, 99–113.

- Fischer, R. A. (2001). Selection Traits for Improving Yield Potential. Application of Physiology in Wheat Breeding. Eds.: Reynolds. Chapter-13, 148-159.
- Gomez K.A. and A.A. Gomez., (1984). Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Ed. John Willey and Sons, Inc. New York. 641.
- Gregory P.J., Bengough A.G., Grinev D., Schmidt S., Thomas W.T.B., Wojciechowski T. and Young I.M., (2009). Root phenomics of crops: opportunities and challenges. Functional Plant Biology 36, 922–929.
- Hamblin A., Tennant D. and Perry M.W., (1990). The cost of stress–Dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. Plant and Soil 122, 47–58.
- Heichel G.H., (1971). Genetic control of epidermal cell and stomatal frequency in maize. Crop Science, 11, 830-832
- Hoad S. P., Russel G., Kettlewell P. S. and Belshaw M., (2004). Root system management in winter wheat: practices to increase water and nitrogen use. HGCA Project Report No, 351.
- Jianwu T., Paul V.B., Brent E.E., Ankur R.D. and Kenneth J.D., (2006). Sap flux-upscaled canopy transpiration, stomatal conductance and water use efficiency in an old growth forest the Great Lakes region of the United States. Journal of Geophysical Research, 111.
- Kalaycı M., Özbek V., Çekiç C., Ekiz H., Keser M. and Altay F., (1998). Orta Anadolu Koşullarında Kurağa Dayanıklı Buğday Genotiplerinin Belirlenmesi ve Morfolojik ve Fizyolojik Parametrelerin Geliştirilmesi. TÜBİTAK Araştırma Projesi Kesin Raporu. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir.
- Kalaycı M., (2005). Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma için Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enst. Müd. Yayınları, Yayın No: 21, Eskişehir.
- Kinyua M.G., Njoka E.M., Gesimba R.M. and Birech R.J., (2006). Selection of drought tolerant bread wheat genotypes using root characteristics at seedling stage. International Journal of Agriculture and Rural Development. School of Agriculture and Agricultural Technology, Federal University of Technology.
- Öztürk İ., Kahraman T., Avcı R., Girgin V.Ç., Aşkın O.O., Aşkın B., Tuna B. and Tülek A., (2016). Effect of Rainfall and Humidity During Shooting and Grain Filling Period on Yield and Quality in Bread Wheat. VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016", Book of Proceeding, 1392-1400. Johorina, Bosnia and Herzegovina.
- Passioura J.B., (1983). Root and drought resistance. Agricultural Water Management. 7, 265-280.
- Reynolds M. P., Delgado B. M. I. (2000). Gutierrez Rodriguez M., Larque-Saavedra A. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment. I. Genetic diversity and crop productivity. Field Crops Research. vol. 66, p. 37–50.
- Siddique K.H.M., Belford R.K. and Tennant D., (1990). Root-shoot ratios of old and modern, tall and semidwarf wheats in a mediterranean environment. Plant and Soil 121, 89–98.
- Van Noordwijk M., (1983). Functional interpretation for root densities in the field for nutrient and water uptake. Root Ecology and its Practical Application, International Symposium Gumpenstein, 207-226.
- Zadoks J.C., Chang T.T. and Konzak C.F., (1974). A decimal code for growth stages of cereals. Weed Res. 14, 415-421.

Erzurum Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarında Kışlık Yetiştirilen Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Verim Parametrelerinin Belirlenmesi

Sibel KADIOĞLU¹, *Mustafa TAN²

¹Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Erzurum, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): mustan@atauni.edu.tr

Öz

Yem bezelyesi (*Pisum sativum ssp. arvense* L.) Doğu Anadolu Bölgesi şartlarına uyumu iyi olan değerli bir yem bitkisidir. Bu bitkinin bölgede yerel çeşitler kullanılarak yazlık olarak tarımı yapılmaktadır. Bunun yerine yem bezelyesi tarımının ülkemizdeki tescilli çeşitler kullanılarak kışlık olarak yapılması gerekmektedir. Bu nedenle bu araştırma 5 yem bezelyesi (Töre, Taşkent, Özkaynak, Ürünlü ve Kirazlı) çeşidinin Erzurum şartlarında 3 farklı ekim zamanında (25 Eylül, 5 Ekim ve 15 Ekim) verim ve kıştan zarar görme oranları ile bazı özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 2012-2013 ve 2013-2014 ürün yetiştirme sezonunda şansa bağlı tam bloklar deneme deseninde bölünmüş parseller düzenlemesine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İki yıllık sonuçlara göre çeşitler ve ekim zamanları incelenen özelliklere önemli etkiler yapmışlardır. Erken yapılan ekimler kıştan çıkış oranını ve bitki boyunu artırmış, çiçeklenme ve erme süresini uzatmıştır. En yüksek kuru madde (882.6 kg/da) ve tohum verimi (271.2 kg/da) 25 Eylül tarihinde yapılan ekimlerden elde edilmiştir. Çeşitler arasında kuru madde veriminde Töre (942.6 kg/da), tohum veriminde ise Özkaynak (297.1 kg/da) ilk sırayı almışlardır.

Anahtar Kelimeler: Yem bezelyesi, çeşit, ekim zamanı, verim, kış zararı

Determining the Yield Variables of Forage Pea Varieties Sown in Different Winter Sowing Periods in Erzurum Ecological Conditions

Abstract

Forage pea (*Pisum sativum ssp. arvense* L.) is a valuable feed with good compatibility with Eastern Anatolia Region conditions. Summer sowing is generally preferred by using local varieties in the region. Winter sowing is essential by using registered varieties, instead of this practice. This research was carried out to determine the yield and winter damage ratios and some characteristics of five forage pea varieties (Töre, Taşkent, Özkaynak, Ürünlü and Kirazlı) at 3 different sowing times (25 September, 5 October and 15 October) in Erzurum ecological conditions. The experimental was established in randomized complete blocks as split-plot arrangement with three replicate. According to the consecutive two-years research results; significant differences were recorded among the sowing dates and on the yield parameters and other characteristics in forage pea. Early planting increased the winter survival and plant height, extended the the flowering and maturity periods. The highest dry matter (882.6 kg/da) and seed yield (271.2 kg/da) were obtained from seeding on 25 September. The highest dry matter yield (942.6 kg/da) was determined in the CV Töre, while the seed yield (297.1 kg/da) was determined in the CV Özkaynak.

Keywords: Forage pea, variety, sowing time, yield, winter damage

Giriş

Doğu Anadolu Bölgesinin ekonomisi ağırlıklı olarak bitkisel ve hayvansal üretime dayalıdır. Bölgede kış aylarının uzun ve soğuk geçtiği de düşünülürse, hayvanlar yılın büyük bir bölümünde barınaklarda beslenmek zorundadır. Bu nedenle bölgede yem bitkileri tarımının önemi çok büyüktür. Fakat bölgede

kaba yem ihtiyacının yeterince karşılanamadığı ve bu açığın özellikle kış aylarında yükseldiği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle bölgede yem bitkileri tarımının geliştirilmesi ve kaba yem üretiminin artırılması zorunludur.

Doğu Anadolu Bölgesinde yonca, korunga ve fiğ gibi yem bitkisi türlerinin tarımı

yapılmaktadır. Nispeten serin ve kısa yetiştirme sezonu birçok sıcak mevsim yem bitkisinin yetiştiriciliğine izin vermemektedir. Bu nedenle ağırlıklı olarak serin mevsim yem bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak bölgede kışlık olarak ekilen tek yıllık yem bitkisi türlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Soğuğa dayanıklı türlerle fazla sulama gerektirmeden yapılacak üretimler kaba yem ihtiyacında rahatlatma sağlayacaktır. Tek yıllık kışlık baklagil yem bitkisi olarak Macar fiği kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ancak bu artış oldukça yavaştır. Bu açıdan düşünüldüğünde Bayburt, Erzurum, Kars ve Ardahan illerinde yetiştiriciliği yapılan yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) bölge için kışlık baklagil olarak çok önemli gözükmemektedir. Bu tür Doğu Anadolu Bölgesinde yüksek rakımlı ve serin bölgelerine uyum sağlamış değerli bir baklagil yem bitkisidir. Hem ot için hem de tanesi için yetiştirilir. Bölgede yerel çeşitlerle tarımı yapılan yem bu bitkiye külür adı verilmektedir. Değerli bir genetik kaynak olan bu yerel çeşitler yazlık olarak yetiştirilmekte olup popülasyon özellikleri taşımaktadırlar. Bu popülasyonların tohum verimlerinin 150-221 kg/da (Tan ve ark. 2012); kuru madde verimlerinin 486-685 kg/da (Tan ve ark. 2013) civarında olduğu belirlenmiştir. Popülasyonların olgunlaşmaları homojen değildir ve verimleri ıslah edilmiş çeşitlere nazaran daha düşüktür. Ülkemizde tescilli çeşitlerle yapılan çalışmalarda tohum veriminin 320 kg/da'a (Uzun ve ark. 2005), kuru madde veriminin ise 732 kg/da'a (Tekeli ve Ateş 2003) çıktığı belirlenmiştir. Üstelik ülkemizdeki tescilli çeşitler kışlık olarak geliştirilmiş materyallerdir. Bu nedenle Doğu Anadolu Bölgesinde popülasyonlar kullanarak yapılan yem bezelyesi tarımında kışlık tescilli çeşitler kullanmak kaba yem üretimini artırmaya katkı sağlayabilir. Ancak bölgede adaptasyon çalışmaları yeterince yapılmamıştır. Çeşitlerin verimleri farklı ekolojilerde farklılıklar gösterebilmektedir (Uzun ve ark. 2012; Kavut ve ark. 2016).

Kışı soğuk olan yerlerde kışlık ekim zamanı bitkilerin kış dönemini atlatabilmeleri için önemlidir. Erken veya geç yapılan ekimler yeterli kök gelişmesinin olmaması veya aşırı gelişme nedeniyle soğuktan zarar görebilirler. Bu nedenle ekimler uygun tarihlerde yapılmalıdır. Alan ve Geren (2012)

İzmir şartlarında yapılan bir çalışmada tohum üretimi için en uygun ekim zamanının 22 Kasım ve en uygun çeşidin Utrillo olduğuna karar vermişlerdir. Bu araştırma Doğu Anadolu Bölgesinin kış ayları en soğuk illerinden biri olan Erzurum'da ot ve tohum üretimi için kışlık yem bezelyesi çeşitlerinin ve ekim zamanının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Erzurum'da 2012-2013 ve 2013-2014 kışlık ürün yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Ülkemizde tescil edilmiş 5 yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) çeşidi kullanılmış olup, bu çeşitler ve bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmada 5 farklı çeşit 3 farklı ekim zamanında (25 Eylül, 5 Ekim ve 15 Ekim) tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseninde bölünmüş parseller düzenlemesine göre 3 tekerrürlü olarak ekilmişlerdir. Deneme deseninde ekim zamanları ana parsellere, çeşitler ise alt parsellere gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Ekimde metrekaresine 100 bitki gelecek şekilde tohum kullanılmış, sıra aralığı 35 cm (Tan ve Serin 2013), parsel ebatları 1.4 x 8 m olarak ayarlanmıştır. Ekimler hedeflenen tarihlerde bir gün önce sulanmış toprağa yapılmış ve çimlenmeler garanti altına alınmıştır. Ayrıca çiçeklenme ve bakla dolum dönemlerinde ihtiyaca bağlı olarak sulama yapılmıştır. Ekim sırasında 4 kg N/da ve 5 kg P₂O₅/da dozunda gübre uygulanmıştır (Kadioğlu 2011; Tan ve Serin 2013). Kasım ayı içerisinde parsellerde çıkışlar tamamlandıktan sonra orta sıraların birindeki bitki sayımı yapılmış, aynı sıra kış sonrası Nisan ayında tekrar sayılarak kıştan zarar görme oranları belirlenmiştir. Ot hasatları %50 çiçeklenme devresinde, tohum hasatları ise baklaların çoğunluğunun olgunlaştığı devrede yapılmıştır.

Hasatta parsellerin başlarından 0.5 m ve kenarlardan birer sıra atılarak yarısı ota diğer yarısı da tohuma biçilmiştir. Çiçeklenme süresi parsellerde %10 çiçeklenme tarihi esas alınarak, erme süresi ise tohum hasat tarihine göre belirlenmiştir. Bitki boyu değerleri ot hasadı esnasında orta sıralardan seçilen 10 bitkide ölçülmüştür. Elde edilen veriler MSTAT-C istatistik paket programı yardımıyla

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan yem bezelyesi çeşitleri ve bazı özellikleri

Table 1. The varieties and some characteristics of forage peas used in research

Çeşitler	Tescil Sahibi	Bazı Özellikleri
Töre	Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak.	Tam yapraklı, mor çiçekli
Ürnlü	Uludağ Üniv. Ziraat Fak.	Tam yapraklı, beyaz çiçekli
Kirazlı	Uludağ Üniv. Ziraat Fak.	Yarı yapraklı, sülüklü, mor çiçekli
Özkaynak	Selçuk Üniv. Ziraat Fak.	Tam yapraklı, mor çiçekli
Taşkent	Selçuk Üniv. Ziraat Fak.	Tam yapraklı, mor çiçekli

varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü ilk yıl (2012-2013) uzun yıllar ortalamasına göre daha serin ve daha kurak geçmiştir (Çizelge 2). İkinci deneme yılı ise tam tersine uzun yıllar ortalamasından daha sıcak ve daha yağışlı seyretmiştir. Birinci deneme yılında Kasım, Şubat ve Mart ayı sıcaklıkları (-3.8, -14.3 ve -6.9 °C) ikinci yıldan belirgin olarak düşük gerçekleşmiştir. Yine ilk deneme yılının yağışlı Eylül, Ekim, Aralık, Mayıs ve Temmuz aylarında ikinci yıldan düşük; Kasım, Ocak, Şubat ve Nisan aylarında yüksek olmuştur.

Deneme toprakları killi-tınlı yapıda olup, hafif alkalin karakterde (pH: 7.6) ve tuzsuz (toplam tuz; %0.15) topraklardır. Organik madde, kireç ve fosfor düzeyi orta (organik madde: %2.6, CaCO₃: %2.48, yarıyıllı P₂O₅;

7.8 kg/da), potasyum zengin (yarayıllı K₂O: 125 kg/da) seviyededir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kıştan zarar görme oranları çeşitlere ve ekim zamanlarına bağlı olarak önemli değişiklik göstermiş, diğer varyasyon kaynakları ve interaksiyonlar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

İlk ekim zamanında (25 Eylül) %8.7 oranında kıştan zarar görme tespit edilirken, ikinci ve üçüncü ekim zamanlarında bu oranlar sırasıyla %19.7 ve %21.3'e yükselmiştir. İkinci ve üçüncü ekim zamanlarının değerleri ilk ekim zamanından istatistiksel olarak yüksektir. Bitkilerde kışa dayanıklılık için ekim tarihinin önemli olduğu bu araştırmada da ortaya çıkmıştır. Uygun dönemde ekilerek yeterli kök

Çizelge 2. Erzurum'un deneme yılları ile uzun yıllar ortalaması sıcaklık ve yağış değerleri

Table 2. Temperature and precipitation values of Erzurum in the experimet years and long period

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)		
	2012-13	2013-14	UYO*	2012-13	2013-14	UYO
Eylül	13.9	15.1	14.5	16.0	72.0	22.2
Ekim	7.5	6.6	7.9	30.0	45.5	43.7
Kasım	-3.8	2.9	0.6	38.0	29.0	31.5
Aralık	-11.0	-13.8	-5.9	27.5	43.0	21.2
Ocak	-8.8	-8.7	-9.4	42.0	18.0	19.9
Şubat	-14.3	-6.6	-8.1	41.0	10.0	23.9
Mart	-6.9	2.7	-7.4	39.0	36.0	32.6
Nisan	7.2	7.3	5.3	45.0	21.5	52.2
Mayıs	11.6	11.5	10.6	32.0	94.0	68.5
Haziran	16.0	15.7	14.9	26.5	27.0	47.4
Temmuz	18.8	20.5	19.3	7.5	13.0	25.8
Ağustos	20.4	21.5	19.3	6.0	5.4	16.3
Top./Ort.	4.2	6.2	5.1	350.5	414.4	405.2

UYO: Uzun yıllar ortalaması (1954-2010)

UYO: Average for many years (1954-2010)

gelişmesi sağlayan bitkiler kış döneminde daha az zararla atlatabilmektedirler. Bu çalışmada da 25 Eylül tarihinin bunun için uygun olduğu, daha geç yapılan ekimlerde ise zararın daha fazla olduğu görülmüştür.

Bezelye için öldürücü düşük sıcaklık derecesi -8.5 °C'dir (Murray ve ark. 1988). Ancak yeterli kar örtüsünün varlığında çok daha fazla düşük sıcaklıklara dayanabilir. Bitkiler Erzurum gibi yüksek rakımlı yerlerde düşük sıcaklıktan ziyade kış sonrası, özellikle Mart ayında meydana gelen donma çözünme olaylarından zarar görmektedirler. Geç ekilerek yeterli kök oluşturamayan yem bezelyelerinde

donma çözünme olaylarının zararlı etkisi daha çok olmaktadır. Öldürücü soğukların olduğu döneme 4-5 yapraklı ve rozet formunda giren bezelye bitkileri soğuklardan en az seviyede etkilenmektedirler (Annicchiarico ve Iannucci 2007; Alan ve Geren 2012). Çeşitler arasında Özkaynak (%11.3) ve Töre (%11.7) kıştan en az zarar gören çeşitlerdir. Buna karşılık Kirazlı çeşidi %25.1 ile en fazla zarar gören çeşit olmuştur. Kirazlı çeşidinin zararı Töre ve Özkaynak çeşitlerine göre istatistiksel olarak önemlidir. Bitkilerde soğuğa dayanıklılık bir takım genetik ve morfolojik özelliklerden ileri gelmektedir. Bu nedenle genotipler arasında farklılıklar çıkması doğal bir sonuçtur. Karaköy

Çizelge 3. Erzurum şartlarında kışlık ekilen bazı yem bezelyesi çeşitlerinin kıştan zarar görme oranları ve bitki boyları

Table 3. Winter damage rates and plant heights of some forage peas varieties under Erzurum winter sowing conditions

Ekim Zamanı	Çeşitler	Kıştan Zarar Görme Oranı (%)			Bitki Boyu (cm)		
		2012-13	2013-14	Ortalama	2012-13	2013-14	Ortalama
25 Eylül	Töre	4.0	5.7	4.9	152.5	152.6	152.6
	Ürünlü	5.3	15.0	10.2	114.5	111.1	112.8
	Kirazlı	8.6	21.7	15.2	161.7	118.5	140.1
	Özkaynak	11.7	2.3	7.0	149.3	151.5	150.4
	Taşkent	11.7	1.0	6.4	120.3	114.9	118.2
Ortalama		8.3	9.1	8.7 B	139.6	130.8	135.4 A
5 Ekim	Töre	10.0	16.6	13.3	132.3	114.8	123.5
	Ürünlü	20.0	21.7	20.8	94.5	70.6	82.5
	Kirazlı	33.3	11.7	22.5	141.9	70.5	106.2
	Özkaynak	16.7	20.0	18.3	130.2	82.0	106.1
	Taşkent	23.3	22.5	22.9	100.7	104.1	102.6
Ortalama		20.7	18.8	19.7 A	119.9	89.3	104.2 B
15 Ekim	Töre	13.3	20.7	17.0	142.3	157.5	149.9
	Ürünlü	16.7	42.0	29.3	104.5	112.9	108.7
	Kirazlı	30.0	45.3	37.7	151.9	126.5	139.2
	Özkaynak	13.3	4.0	8.7	140.2	117.5	128.8
	Taşkent	26.7	1.0	13.8	113.8	107.3	110.6
Ortalama		20.0	22.6	21.3 A	130.5	124.4	127.4 A
	Töre	9.1	14.3	11.7 B	142.4	141.6	142.0 A
	Ürünlü	14.0	26.2	20.1 AB	104.5	98.2	101.3 B
	Kirazlı	24.0	26.2	25.1 A	151.8	105.2	128.5 A
	Özkaynak	13.9	8.8	11.3 B	139.9	117.0	128.4 A
	Taşkent	20.6	10.6	15.6 AB	111.6	107.6	109.6 B
Ortalama		16.3	17.2	16.8	130.0	113.9	122.0
Önemlilik ve LSD Değeri		EZ: 1.0**, Ç: 0.9*			EZ: 13.1**, YxEZ: 13.7*, Ç: 16.6**, YxÇ: 23.6**		

*0.05, **0.01, Değişik harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır.

*0.05, **0.01, The averages marked with different letters are statistically different.

ve ark. (2016) de bezelye genotipleri arasında soğuğa dayanıklılık bakımından yüksek düzeyde farklılık olduğunu belirlemişler, yabancı orijinli çeşitlerin kışı atlatamadıklarını tespit etmişlerdir.

Yem bezelyesinde bitki boyu ekim zamanı ve çeşitlere göre önemli seviyede değişmiş, yıl x ekim zamanı ve yıl x çeşit interaksyonları önemli bulunmuştur. İlk ekim zamanında 135.4 cm olan bitki boyu ikinci ekim zamanında önemli bir düşüşle 104.2 cm'ye düşmüştür. Son ekim zamanında ise bitki boyu tekrar artarak 127.4 cm ölçülmüştür. Erken ekilen bitkiler daha uzun gelişme süresi bulduklarından daha uzun boylu olmaları beklenen bir durumdur. Murray ve ark. (1984) erken ekimlerde bezelye fide gücünün daha yüksek ve tarımsal özelliklerin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Geren ve Alan (2012) ise İzmir'de 22 Kasım'da yapılan ekimlerde vejetasyon yüksekliğinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Araştırmada son ekim zamanında bitki boyunun bir miktar artması bu dönemdeki ekimlerde kış zararının fazla olması ve seyrek kalan bitkilerin daha iyi gelişmiş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çeşitler arasında en uzun boylusu Töre (142.0 cm) çeşididir (Çizelge 3). Fakat Kirazlı ve Özkaynak çeşitlerinin bitki boyları da istatistiksel olarak yüksek grupta yer almışlardır. Ürnlü ve Taşkent ise bu gruptan önemli seviyede daha kısa boylu olmuşlardır. Bitki boyu bitkilerin çevre şartlarının etkisi altında ortaya koyabildikleri bir özelliktir. Ekolojik şartlara iyi uyum sağlayan çeşitler daha iyi gelişmekte ve daha uzun boylu olmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda da yem bezelyesi bitki boyunun çeşitlere göre farklılıklar gösterdiği ortaya konulmuştur. Kavut ve ark. (2016) İzmir şartlarında inceledikleri Töre, Taşkent ve Kirazlı çeşitleri arasında Kirazlı'nın daha uzun boylu olduğunu belirlemişlerdir. Bitki boyunda yıl x çeşit ve yıl x ekim zamanı interaksyonlarının önemli çıkması yıla bağlı olarak çeşitlerin ve ekim zamanlarının farklı sonuçlar vermesinden kaynaklanmaktadır.

Erzurum gibi yüksek rakımlı yerlerde yetiştirilen bitkilerin erkenci veya geçici olması büyük önem taşır. Bu çalışmada yem bezelyelerinin çiçeklenmeye ulaşma süreleri yıla, çeşide ve ekim zamanına bağlı olarak önemli

değişim göstermiştir (Çizelge 4). Erken ekimler daha uzun bir gelişme süresi sağladığı için çiçeklenme süresi uzun olmuştur. Bu yüzden en uzun çiçeklenme süresi erken ekimlerde, en kısa ise geç ekimlerde gerçekleşmiştir. Castillo ve ark. (1994) da erken ekilen bezelyelerin daha erken olgunlaştığını belirlemişlerdir. Çeşitler arasında Ürnlü 220 gün ile en erken çiçeklenen çeşittir. Taşkent ise en geç çiçeklenen materyal olmuştur. Bu durum çeşitlerin kendilerine has genetik özellikleridir. Araştırmanın ilk yılında çiçeklenmeye ulaşma süresi daha uzun olmuştur. Bu durum birinci deneme yılının diğerine göre daha serin geçmesinden kaynaklanmış olabilir (Çizelge 2). Çeşitlerin ekim zamanlarına göre farklı çiçeklenme sürelerine sahip olmaları ekim zamanı x çeşit interaksyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur.

Tohum hasat zamanı için önem taşıyan erme süresi üzerine yıl ve ekim zamanı önemli etki yapmıştır. Çiçeklenme süresinin aksine birinci yıl bitkiler daha erken hasat olgunluğuna ulaşmışlardır. En uzun erme süresi (302.4 gün) 5 Ekim tarihinde yapılan ekimlerde belirlenirken, bunu sırasıyla 25 Eylül ve 5 Ekim tarihleri takip etmiştir. Alan ve Geren (2012) yem bezelyesinde geç yapılan ekimlerde meyve bağlama süresinin daha kısa olduğunu ifade etmişlerdir. Yıllara bağlı olarak ekim zamanları da farklılık göstermiştir. Bu durum başka çalışmalarda da önemli bulunmuştur (Özköse 2017).

Bezelyede kuru madde verimleri yine ekim zamanına ve çeşitlere göre farklılık göstermiştir (Çizelge 5). Erken yapılan ekimler (25 Eylül) 882.6 kg/da kuru madde verimi ile diğer ekim tarihlerinden daha fazla üretim yapmışlardır. Diğer iki ekim tarihinin kuru madde verimleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Ekimlerin erken yapılmasıyla bitkiler daha fazla gelişme süresi bulmuşlar ve daha fazla üretim yapmışlardır. Nitekim erken ekilen bitkiler daha uzun boylu olmuşlardır. Ayrıca kuru madde verimleri yüksek olan ekim tarihinin kıştan daha az zarar gören uygulama olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Ekim zamanının gecikmesiyle kuru madde veriminin azaldığını Perry (1975) de belirlemiştir. Töre 942.6 kg/da kuru madde üretimiyle en verimli çeşit olmuştur. Bunu sırasıyla Özkaynak ve Taşkent takip etmişlerdir. Ürnlü ve Kirazlı verimi

Çizelge 4. Erzurum şartlarında kışlık ekilen bazı yem bezelyesi çeşitlerinin çiçeklenme ve erme süreleri
Table 4. Days to blooming and maturity of some forage peas varieties under Erzurum winter sowing conditions

Ekim Zamanı	Çeşitler	Çiçeklenme Süresi (gün)			Erme Süresi (gün)		
		2012-13	2013-14	Ortalama	2012-13	2013-14	Ortalama
25 Eylül	Töre	229.3	239.7	234.5	271.3	308.0	289.7
	Ürünlü	222.7	236.3	229.5	281.7	308.0	294.8
	Kirazlı	228.3	240.0	234.2	271.3	306.7	289.0
	Özkaynak	228.3	239.0	233.7	272.0	306.7	289.0
	Taşkent	229.0	239.0	233.0	270.0	306.0	284.4
Ortalama		227.5	238.8	233.0 A	273.3	307.1	286.9 B
5 Ekim	Töre	231.0	246.3	238.7	281.7	326.0	303.8
	Ürünlü	231.0	249.0	240.0	280.0	325.0	302.5
	Kirazlı	229.3	251.0	240.2	279.0	328.0	303.5
	Özkaynak	228.3	249.0	238.7	276.7	323.0	299.8
	Taşkent	230.0	245.8	239.0	278.3	320.5	302.4
Ortalama		229.9	248.1	239.3 A	279.1	324.3	302.4 A
15 Ekim	Töre	230.0	159.3	194.1	286.7	251.3	269.0
	Ürünlü	221.7	159.3	190.5	286.7	252.3	269.5
	Kirazlı	233.3	159.7	196.5	280.0	252.3	266.2
	Özkaynak	221.7	159.7	190.7	280.0	252.3	266.2
	Taşkent	250.0	159.3	204.7	286.7	247.3	267.0
Ortalama		231.3	159.7	194.5 B	284.0	251.1	267.6 C
	Töre	230.1	215.1	222.6 BC	279.9	295.1	287.5
	Ürünlü	225.1	214.9	220.0 D	282.8	295.1	288.9
	Kirazlı	230.3	216.9	223.6 AB	276.8	295.7	286.2
	Özkaynak	226.1	215.9	221.0 CD	276.2	294.0	285.1
	Taşkent	236.3	215.4	225.9 A	278.3	292.9	285.6
Ortalama		229.6 A	215.6 B	222.6	278.8 B	294.6 A	286.7
Önemlilik ve LSD Değeri		Y*: 8.2**, EZ: 1.9**, Ç: 2.4**, YxÇ: 3.4**, EZxÇ: 4.1**, YxEZxÇ: 5.5*			Y: 10.1**, EZ: 3.4**, YxEZ: 4.8**		

*0.05, **0.01, Değişik harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır.
*0.05, **0.01, The averages marked with different letters are statistically different.

en düşük çeşitler olarak belirlenmişlerdir. Bu durum bitkilerin çevreye gösterdikleri uyumdan kaynaklanmakta olup, Kavut ve ark. (2016) İzmir şartlarında Taşkent çeşidinin Uzun ve ark. (2012) ise Bursa şartlarında Kirazlı çeşidinin kuru madde verimini daha yüksek bulmuşlardır.

Tohum veriminde ise ekim zamanlarının önemli bir etkisi görülmemiştir (Çizelge 5). 25 Eylül, 5 Ekim ve 15 Ekim tarihlerinde yapılan ekimlerde sırasıyla 271.2, 257.1 ve 258.7 kg/da tohum verimi alınmıştır. Tohum verimi yıllara ve çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Birinci yıl 302.4 kg/da olan tohum verimi ikinci yılda çok önemli bir düşüşle 221.9 kg/da'a gerilemiştir.

Yıllar arasındaki iklim farklılıkları bezelyede tohum verimine önemli etkiler yapmaktadır (Açıkgöz ve ark. 2007; Uzun ve ark. 2012; Alan ve Geren 2012). Çeşitler arasında en yüksek tohum verimi (297.1 kg/da) Özkaynak çeşidine aittir. Töre ve Taşkent çeşitlerinin verimleri (267.2 ve 273.1 kg/da) orta sıralarda yer alırken, Ürünlü ve Kirazlı'nın verimleri (231.9 ve 207.1 kg/da) düşük bulunmuştur. Nitekim tohum veriminde ilk sıralarda yer alan Özkaynak, Töre ve Taşkent çeşitlerinin kuru madde verimleri de yüksektir. Bu durum bu üç çeşidin bölge şartlarına uyum sağladığını ortaya koymaktadır. Ot ve tohum verimleri daha düşük olan Ürünlü ve Kirazlı çeşitleri kıştan zarar görme oranları

Çizelge 5. Erzurum şartlarında kışlık ekilen bazı yem bezelyesi çeşitlerinin kuru madde ve tohum verimleri
Table 5. Dry matter and seed yields of some forage peas varieties under Erzurum winter sowing conditions

Ekim Zamanı	Çeşitler	Kuru Madde Verimi (kg/da)			Tohum Verimi (kg/da)		
		2012-13	2013-14	Ortalama	2012-13	2013-14	Ortalama
25 Eylül	Töre	1123.5	973.9	1049.7	383.3	222.7	303.0
	Ürünlü	1016.7	687.5	852.1	296.7	210.0	253.3
	Kirazlı	641.7	617.3	629.5	211.7	221.7	216.7
	Özkaynak	904.2	984.5	944.3	368.3	232.3	300.3
	Taşkent	741.7	1132.7	937.2	303.3	257.0	284.8
Ortalama		886.0	879.2	882.6 A	312.7	226.7	271.2
5 Ekim	Töre	908.3	916.7	912.5	298.3	146.0	222.2
	Ürünlü	829.1	604.1	716.6	264.3	198.7	231.5
	Kirazlı	589.6	654.1	621.9	298.3	172.7	235.5
	Özkaynak	870.8	833.3	852.1	330.7	335.3	333.0
	Taşkent	700.0	632.8	666.4	254.3	268.5	262.4
Ortalama		779.6	728.2	753.9 B	289.2	227.0	257.1
15 Ekim	Töre	962.5	781.3	872.1	309.7	243.0	276.3
	Ürünlü	904.1	578.0	741.1	246.0	175.7	210.8
	Kirazlı	589.5	562.4	576.0	318.3	227.0	272.7
	Özkaynak	895.8	781.3	838.6	349.3	166.3	257.8
	Taşkent	700.0	1171.8	935.9	303.3	248.3	275.8
Ortalama		670.4	775.0	792.7 B	305.3	212.1	258.7
	Töre	994.5	890.6	942.6 A	330.4	203.9	267.2 AB
	Ürünlü	916.7	623.3	770.0 B	269.0	194.8	231.9 B
	Kirazlı	607.0	611.3	609.1 C	276.1	207.1	241.6 B
	Özkaynak	890.3	866.4	878.3 AB	349.4	244.7	297.1 A
	Taşkent	713.9	923.5	818.7 AB	287.0	259.2	273.1 AB
Ortalama		824.5	783.0	803.7	302.4 A	221.9 B	262.2
Önemlilik ve LSD Değeri		EZ: 64.5*, Ç: 159.6**, YxÇ: 225.5**			Y: 36.9*, Ç: 46.9*		

*0.05, **0.01, Değişik harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır.

*0.05, **0.01, The averages marked with different letters are statistically different.

en yüksek olan çeşitlerdir (Çizelge 3). Açıkğöz ve ark. (2007) yem bezelyesinde genotip x çevre interaksiyonunun çok önemli olduğunu ve hasatta birim alandaki bitki sayısının tohum verimi üzerine doğrudan etkili olduğunu bildirmişlerdir. Benzer olarak Alan ve Geren (2012) de tohum veriminin çeşitlere göre önemli farklılıklar gösterdiğini vurgulamışlardır.

Sonuç

Araştırmadan elde edilen iki yıllık sonuçlar ekim zamanları ve çeşitlerin Erzurum'da kışlık yem bezelyesi yetiştiriciliğinde önemli olduğunu ortaya koymuştur. Özkaynak, Töre ve Taşkent kışı en az zararlı atlatan çeşitlerdir. Buna bağlı olarak bu çeşitlerin kuru madde ve

tohum verimleri de yüksek bulunmuştur. Kuru madde veriminde Töre, tohum veriminde ise Özkaynak ilk sırayı almışlardır. Ekimlerin geç yapılması fide gücü ve köklenmesini zayıflattığı için kış zararının yüksek olmasına neden olmuştur. Buna paralel olarak en yüksek kuru madde ve tohum verimi erken ekimlerden (25 Eylül) elde edilmiştir.

Kaynaklar

Açıkğöz, E., Üstün, A., Gül, İ., Anlarsal, A. E., Tekeli, A. S., Nizam, İ., Avcıoğlu, R., Geren, H., Çakmakçı, S., Aydınoğlu, B., Yücel, C., Avcı, M., Acar, Z., Ayan, İ., Uzun, A., Bilgili, U., Sincik M. ve Yavuz, M., (2007). Yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.)'nde genotip x çevre ilişkileri ve kuru madde ile tohum veriminde stabilite analizleri,

- Türkiye 7.Tarla Bitkileri Kongresi, (sayfa 79-82). Erzurum,Türkiye.
- Alan, Ö. ve Geren, H., (2012). Bezelyede (*Pisum sativum* L.) farklı ekim zamanlarının tane verimi ve diğer bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49, 127-134.
- Annicchiarico, P. & Iannucii, A., (2007). Winter survival of pea, faba bean and white lupin cultivars in contrasting Italian locations and sowing times, and implications for selection. Journal of Agricultural Science, 145, 611-622.
- Castillo, A.G., Hampton, J.G. & Coolbear, P., (1994). Effect of sowing date and harvest timing on seed vigour in garden pea (*Pisum sativum* L.). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 22, 91-95.
- Geren, H. ve Alan Ö., (2012). Farklı ekim zamanlarının iki bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşidinde ot verimi ve diğer bazı özellikler üzerine etkileri. Anadolu Dergisi, 22(2), 37-47.
- Kadioğlu, S., (2011). Fosforlu Gübre ve Fosfor Çözücü Bakteri Uygulamasının İki Farklı Yem Bezelyesi Çeşidinde Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Karaköy, T., Demirbaş, A., Yörük, V., Toklu, F., Bolach, F.S., Ton, A., Anlarsal, A.E. ve Özkan, H., (2016). Sivas ekolojik koşullarında soğuşa dayanıklı bezelye (*Pisum sativum* ssp. *sativum* L. ve ssp. *arvense* L.) genotiplerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-1), 171-176.
- Kavut, Y.T., Çelen, A. E., Çıbık, Ş.E. ve Urtekin, M. A., (2016). Ege Bölgesi koşullarında farklı sıra arası mesafelerinde yetiştirilen bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) çeşitlerinin verim ve diğer bazı özellikleri üzerine bir araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-2), 225-229.
- Murray, G.A., Eser, D., Gusta, L.V. & Eteve, G., (1988). Winterhardiness in pea, lentil, faba bean and chickpea. Cool Season Food Legumes, 5, 831-843.
- Murray, G.A., Swensen, J.B. and Auld, D.L., (1984). Influence of seed size and planting date on the performance of Austrian winter field. Agronomy Journal, 76, 595-598.
- Özköse, A.,(2017). Farklı ekim derinliklerinin yem bezelyesinin verim ve bazı verim özellikleri üzerine etkileri. Sakarya University Journal of Science, 21(6), 1188-1200.
- Perry, M.W., (1975). Field environment studies on lupins. 2. The effects of time of planting on dry matter partition and yield components of *Lupinus angustifolius* L. Australian Journal of Agricultural Research, 26(5), 809-818.
- Tan, M. ve Serin, Y.,(2013). Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 190, Erzurum, (sayfa 222).
- Tan, M., Koç, A. & Dumlu Gul, Z., (2012). Morphological characteristics and seed yield of East Anatolian local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. Turkish Journal of Field Crops. 17(1),24-30.
- Tan, M., Koç, A., Dumlu Gül, Z., Elkoca, E. &Gül, I., (2013). Determination of dry matter yield and yield component of local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. Tarım Bilimleri Dergisi, 19, 289-296.
- Tekeli, A.S. & Ateş, E., (2003). Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) lines. Journal of Central European Agriculture, 4(4), 312-318.
- Uzun A., Bilgili, U., Sincik, M., Filya I. & Acikgoz, E., (2005). Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. European Journal and Agronomy, 22, 85-94.
- Uzun, A., Gün, H. ve Açıkgöz, E., (2012). Farklı gelişme dönemlerinde biçilen bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin ot, tohum ve ham protein verimlerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (1), 27-38.

Türkiye’de İkinci Ürün Soya (*Glycine max L. Merrill*) Yetiştirmeye Uygun Potansiyel Alanların Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreç Tekniğinin Kullanımı

*Harun TORUNLAR¹, Ahmet Nedim NAZLICAN²

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü; Ankara, Türkiye

²Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): htorunlar@hotmail.com

Öz

Bu çalışma ile, tarımsal arazilerin optimum kullanımlarına ve ürün planlamalarına yön vermek açısından, birim alandan birden fazla türden ürün alınmasına imkan sağlanması amacıyla, ikinci ürün soyanın yetişebileceği uygun potansiyel alanlar belirlenmiştir. Bir bölgede ürünlerin yetişebileceği uygun potansiyel alanların dağılımını etkileyen en önemli faktör, o ürünün yetişmesi için ihtiyaç duyduğu ekolojik kriterlerin birbirlerine göre yapacakları etkinin ağırlık oranları olmuştur. Yapılan bu çalışmada, soyanın ikinci ürün olarak yetişmesi için ihtiyaç duyduğu ana kriterlerin (iklim, toprak, topoğrafya) ve bunlara ait alt kriterlerin (vegetasyon süresi, etkili sıcaklık toplamı, Temmuz ve Ağustos ayları ortalama sıcaklıkları, yükseklik, toprak derinliği ve arazi kullanım kabiliyet sınıfları) etkileri oranında sağlamış oldukları ağırlıklarının hesaplanmasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreç (AHS) tekniği uygulanmış ve potansiyel uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, çalışma alanının % 7.65’i (5 968 013.35 hektar) çok uygun, % 4.70’i (3 666 170.55 hektar) orta uygun, % 8.43’ü (6 584 410.16 hektar) az uygun ve % 79.22’si (61 839 407.74 hektar) ise ikinci ürün olarak soya yetiştirilmesine uygun olmayan potansiyel alanlar olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İkinci ürün soya, CBS, AHS, potansiyel uygun alanlar

Use of GIS-based Analytical Hierarchy Process Technique in Determining Potential Areas Suitable for Double Crop Soybean (*Glycine max L. Merrill*) Cultivation in Turkey

Abstract

The suitable lands for double crop soybean cultivation were determined by means of this study to shape the optimal use of the agricultural lands and crop planning to cultivate more than one crop from a unit of land. Most important factor governing the distribution of potentially suitable lands in a region was determined the weighted ratios of inter effects of ecological criteria required in crop production. GIS-based Analytical Hierarchy Process (AHP) technique was applied to determine the weighted effects of the main criteria (i.e., climate, topography and soil) and their subcriteria (vegetation period, total effective temperature, average temperature of July and August, elevation, soil depth, land use capability classes) and potential suitability classes were identified, in this research. According to the research results, 7.65% (5 968 013.35 hectare) of the study area is found to be highly suitable, 4.70 % (3 666 170.55 hectare) to be moderate suitable, 8.43 % (6 584 410.16 hectare) to be less suitable, and 79.22 % (61 839 407.74 hectare) is not suitable for double crop soybean cultivation.

Keywords: Double crop soybean, GIS, AHP, potential suitable areas

Giriş

Günümüzde tarım yapılan arazilerin gittikçe daralması, insan ve hayvan beslenmesinde önemli yer alan gıdalara olan ihtiyacı daha fazla öne çıkarmaktadır. Daralan tarım arazilerindeki ürün kayıplarını telafi edebilmek için, mevcut tarım arazilerinin

optimum kullanımını sağlayarak, birim alandan fazla çeşitlilikte ürün alınması gerekmektedir. Bu da farklı ekolojik özelliklere sahip ülkemiz arazileri için, ikinci ürün yetiştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Değerli bir besin maddesi olan soyanın, hem insan beslenmesindeki, hem

de hayvan beslenmesindeki önemi büyüktür. Yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesi, insan ve hayvan besini olarak kullanılmaktadır. Önemli bir baklagil bitkisi olan soya, köklerinde yaşayan *Rhizobium bredy japonicum* bakterisi sayesinde havanın serbest azotunu toprağa bağlamaktadır. Bu nedenle hem kendisinden sonra ekilecek bitkiye azotça zengin bir tarla bırakmakta, hem de kendi ihtiyacı olan azotu karşılamaktadır (Arioğlu, 2013). Saplarının toprakta kolay parçalanabilmesinden dolayı, toprağın organik maddesinin artırılmasını sağlamaktadır. (Engin ve Arioğlu, 1982). Dünya'da yenilebilir bitkisel yağ üretiminin %30-35'ni soya karşılamaktadır (Mounts, 1987). Bu yüzden dünya'da en fazla üretimi yapılan baklagil bitkisi soyadır (Herridge ve Danso, 1995).

Ülkemizde ise, 2015 yılı tarım istatistikleri verilerine göre; soya ekim alanımız 343.178 da, soya üretimimiz ise 150 bin ton olmuştur (TUIK, 2015). Ülkemiz soya açısından iç piyasadaki talebi karşılayamamasından dolayı ithalatçı ülke konumunda olup, 2012 yılı verilerine göre yıllık 1.195 bin ton soya ithalatı gerçekleştirmiştir.

Soyanın geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olması, yaz periyodunun uzun geçtiği bölgelerde ikinci ürün olarak yetiştirilmesine imkan sağlamaktadır (Manuel, 1988). Ülkemizde, kışlık yetiştirilen bitkilerden, özellikle buğday ve arpanın hasadından sonra, ikinci ürün olarak soya başarıyla yetiştirilebilmektedir. Ayrıca, kışlık mercimek, turfanda patates, kışlık kolza gibi kısa vejetasyon süreli diğer kışlık ürünlerin ardından da soyayı yetiştirmek mümkündür. 15-20 Haziran tarihlerine kadar hasadı bitirilebilen tüm kışlık ürünlerden sonra, ikinci ürün soyaya uygun vejetasyon süresi kalabilmektedir.

İklim, toprak ve topoğrafya bakımından farklı ekolojik yapıları bünyesinde bulunduran ülkemizde, soyanın insan ve hayvan beslenmesindeki önemi göz önüne alındığında, yaygın olarak ekilebilmesi ve ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olabilmesi açısından, bu bitkinin öncelikle, ekolojik isteklerine ait kriterlerin ortaya konularak, yetiştirilebilecek potansiyel alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Ürünlere ait potansiyel alanların belirlenmesi

çalışmalarında, fazla sayıdaki ekolojik kriterlere ait veri setlerinin bir arada toplanması, bu verilerin işlenmesi ve kullanılabilir çıktılar halinde üretilmesine sağladığı katkıdan dolayı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır. CBS tabanlı yaklaşımlar, ürün isteklerine ait fazla sayıda kriterlere yönelik mekansal analizlerin yönetimi ve karar alınmasında yardımcı olabilmektedir (Mendas, 2007).

Ürünlere yönelik yetiştirilebilir potansiyel alanların belirlenmesine etki eden ekolojik kriterlerin, kendi arasında sağlamış oldukları etki oranlarının belirlenmesinde, CBS tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreç (AHS) tekniği başarılı bir şekilde uygulanabilen bir tekniktir (Prakash, 2003). Araştırmacılara farklı alanlarda kullanım imkanı sağlayan AHS tekniği, özellikle ürün yetiştirilmesi için arazi uygunluğunun belirlenmesi çalışmalarında kullanılması kaçınılmaz, çok kriterli bir karar verme tekniğidir (Malczewski, 2004; Malczewski, 2006; Mendas ve Delali, 2012).

He ve ark.'nın (2011) Çin' de yazlık ve kışlık soyanın yetişebileceği potansiyel uygun alanların belirlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada, CBS tabanlı olarak ürüne yönelik çok kriterli bir değerlendirme yaparlarken, kriterlere (topoğrafya, toprak ve iklim) ait ağırlık puanlarının belirlenmesinde, AHS tekniğini kullanmışlardır. Yapmış oldukları değerlendirmede, çalışma alanının yazlık ve kışlık soya için potansiyel uygunluk sınıflamasını çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük uygunluk sınıfları olarak elde etmişlerdir.

Dengiz ve Saroğlu'nun (2013) Samsun ili Bafra ilçesine ait Dedeli ve Çetinkaya köyleri ve yakın çevresinin tarımsal yönden arazi uygunluk değerlendirmesi çalışmalarında, araziye ait toprakların fiziksel (eğim, bünye, derinlik ve drenaj) ve kimyasal (pH, Ec, CaCO₃, verimlilik) özelliklerine ait çok fazla kriterlere ait ağırlık puanlarının hesaplanmasında doğrusal kombinasyon yöntemine ait AHS tekniğini kullanmışlardır. Yapmış oldukları uygunluk değerlendirmesinde, eğim kriteri için 0.233, drenaj kriteri için 0.162, bünye kriteri için 0.157, pH kriteri için 0.141, derinlik kriteri için 0.103, EC kriteri için 0.100, verimlilik kriteri için 0.044

ve kireç kriteri için ise 0.008 ağırlık puanlarını hesaplamışlardır.

Bu çalışmada, tarımsal arazilerin optimum kullanımları, birim alandan birden fazla türden ürün alınması ve ürün planlamalarına yön verilmesi açısından, ikinci ürün olarak soyanın yetişebileceği potansiyel alanlar, CBS tabanlı AHS tekniğine göre belirlenmiştir.

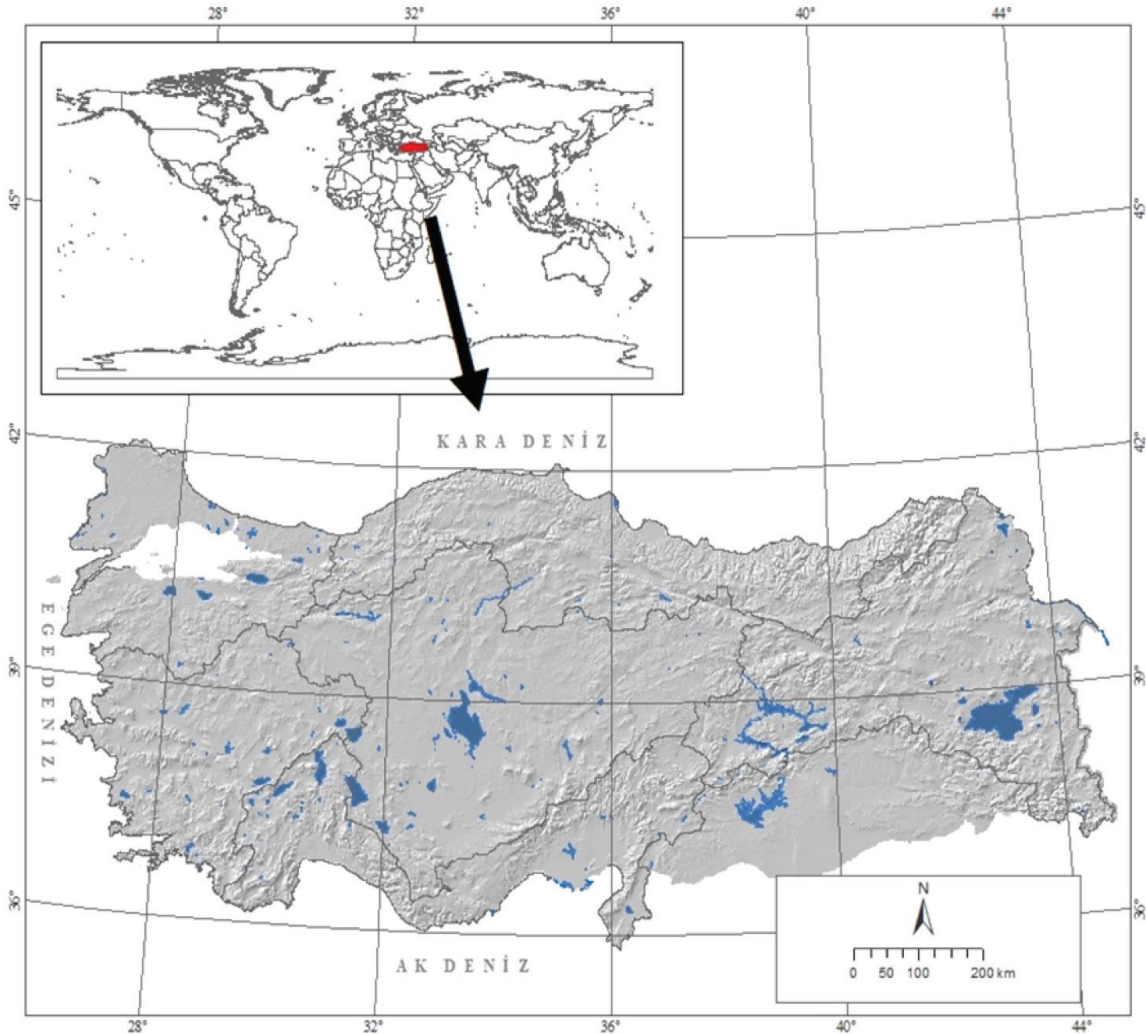
Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışma, bitkisel üretim planlamalarına yön vermek açısından, ülkesel bir ölçekte yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü alan; dünya üzerindeki genel konumu itibariyle 35°.40' - 42°.06' kuzey paralelleri ile 25°.40' - 44°.48' doğu meridyenleri arasında yer almakta

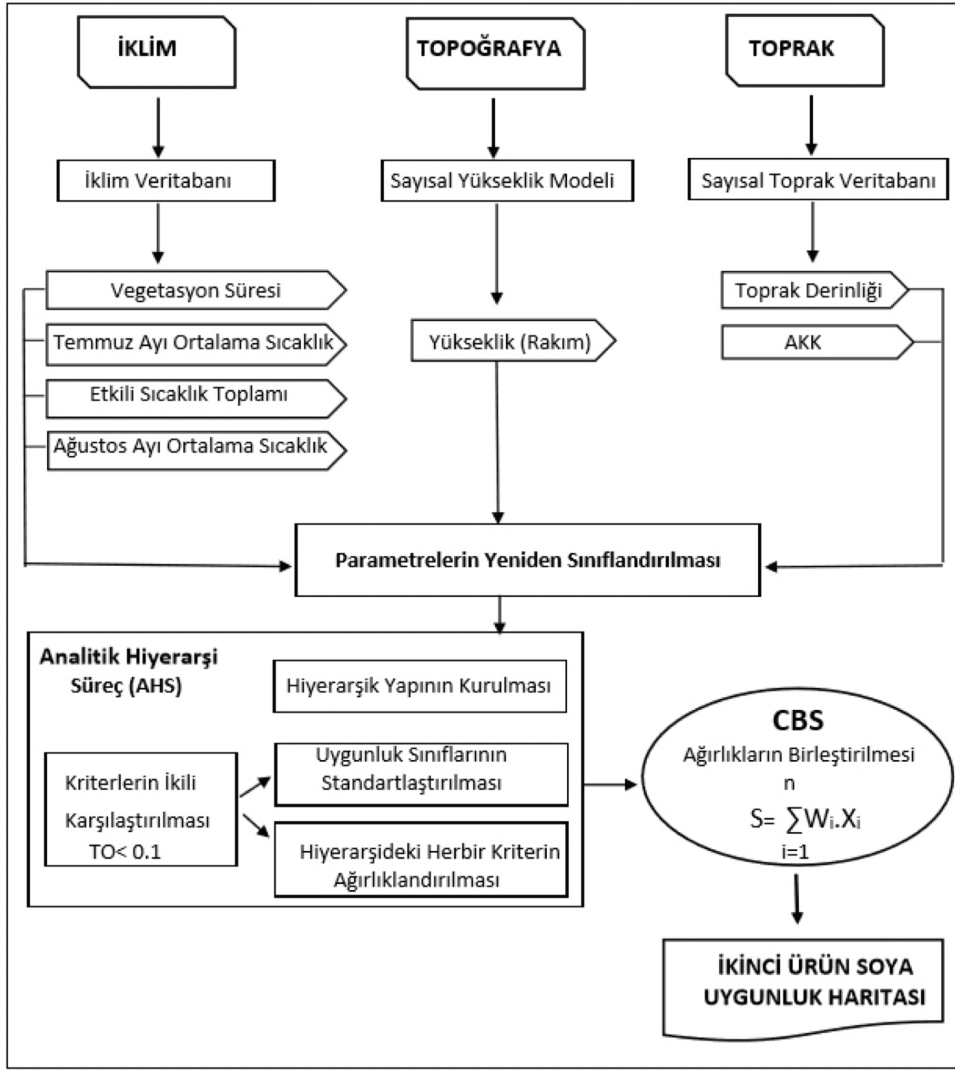
olup, uluslararası sınırları ve sahil şeridi ile ayrılmış tüm alanlarının toplamı yaklaşık olarak 780.580 km²'dir (ISO 3166-1) (Şekil 1).

Farklı topoğrafik özelliklere sahip olan çalışma alanının, deniz seviyesinden olan ortalama yüksekliği 1132 metre'dir. Subtropikal kuşakta yer alan çalışma alanında, büyük bir iklim bölgesi olan Akdeniz iklimi hakimdir (Türkeş, 2000). Topoğrafyanın çok değişken olması, üç tarafının denizlerle çevrili olması ve yükseltelerin batıdan doğuya doğru artması, çalışma alanı içinde birbirinden farklı iklim tiplerinin görülmesine neden olmaktadır. Yedi farklı coğrafik bölgeye ayrılan alanın, ekolojik (iklim, toprak, topoğrafya vb.) farklılıklara bağlı olarak yetiştirilen ürün çeşitliliği çok fazla olup, tarıma ayrılan alanlar toplam alanının üçte birini oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı

Figure 1. Study area



Şekil 2. Çalışmada takip edilen yöntemin iş akış şeması

Figure 2. Flowchart of the methodology followed in the study

Bu çalışmada, ikinci ürün olarak soyanın yetiştirilebilmesi için, potansiyel uygun alanların belirlenmesinde etkili olabilecek çok sayıda veri seti, çalışmanın materyali olarak kullanılmıştır. Bu veri setleri; iklim, topoğrafya ve toprak gibi ana kriterler içerisinde bölgesel değişkenlikler gösteren ve karmaşık yapıda özelliklere sahip alt kriterlerden oluşmaktadır.

İklim Veri Seti

Bu veri seti, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) temin edilen, çalışma alanı içerisinde 270 adet büyük iklim istasyonunun 1975-2012 yılları arası kayıtları tutulmuş olan, iklim alt parametreleri verilerinin bir araya getirilmesinden elde edilen veritabanından oluşmaktadır. İçeriğinde

fazla sayıda iklim değişkenleri bulunduran bu veritabanı kullanılarak, ikinci ürün soyanın yetiştirilmesinde etkili olan vegetasyon süresi, etkili sıcaklık toplamı, Temmuz ve Ağustos ayları ortalama sıcaklık alt kriterleri elde edilmiştir. Alt kriterlerin elde edilmesinde, istasyon bazlı noktasal tabanlı verilerin çalışma alanına yayılmış yüzey dağılımları için Climap Pertziger ve De Pauw (2002) programı kullanılarak, Hutchinson (1995) interpolasyon metodu uygulanmıştır.

Topoğrafik Veri Seti

Bu veri setinde, topoğrafyanın dijital gösterimi olarak adlandırılan, 90 metre uzaysal çözünürlüğe sahip SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Sayısal Yükseklik Modeli

(SYM) verisi kullanılmıştır (Farr, 2000). Yersel çözünürlüğü 1/250.000 ölçekli olan bu veri modeli, bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli, düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluşmaktadır. Raster ve grid veri yapısına sahip olması, SYM'nin işlenmesini, hesaplamalarda etkin kullanımını kolaylaştırmaktadır (Martz, 1992). Bu veri seti, soyanın ikinci ürün olarak yetiştirilmesindeki yükseklik ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılmıştır.

Toprak Veri Seti

Toprak veri seti olarak, sayısal vektör formatındaki ülkesel toprak veri tabanı kullanılmıştır. 1/25 000 ölçekli bu veri seti, mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından üretilmiş ülkesel boyutlu tek toprak verisidir. Bu veri seti, toprak grupları, eğim derinlik kombinasyonları, erozyon dereceleri, drenaj bünye kombinasyonları, arazi tipleri, şimdiki arazi kullanım şekilleri gibi bir çok bilgiyi yapısında bulundurmaktadır. İkinci ürün

soya için bu veri setinin toprak derinliği ve arazi kullanım kabiliyet sınıfları bilgileri alt kriterler olarak kullanılmıştır.

Yöntem

İkinci ürün olarak soyanın uygun alanlarda yetiştirilmesinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada, ürünün ihtiyaç duyduğu istekleri karşılayacak birden fazla sayıda kriter kullanılmıştır. Ana kriterler (iklim, toprak ve topoğrafya) ve bunların alt kriterleri olan, vegetasyon süresi, Temmuz ve Ağustos ayları ortalama sıcaklıklar, etkili sıcaklık toplamı (EST), yükseklik, arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKK) ve toprak derinlikleri verilerinin birlikte değerlendirilmesine yönelik uygulanan yöntemin iş akış şeması Şekil 2'de verilmiştir.

Yönteme göre; ikinci ürün olarak soyanın ihtiyaç duyduğu her bir alt kriter için uzman görüşleri doğrultusunda çalışma alanının karakteristik özelliklerini temsil eden ekolojik alt kriter sınıfları belirlenmiştir. Alt kriterlerin aynı ölçekte değerlendirilmesini sağlamak amacıyla

Çizelge 1. Alt kriter sınıf ve ağırlık puanları

Table 1. Subcriteria classes and their weighted values

Alt Kriterler	Alt Kriter Sınıfları	Uygunluk Sınıfları	Alt Kriter Ağırlık (uygunluk) Puanları
Vegetasyon Süresi (Gün)	>110	S1	4
	100-110	S2	3
	90-100	S3	2
	<90	N	1
Temmuz Ayı Ortalama Sıc.(Co)	>25	S1	4
	22-25	S2	3
	20-22	S3	2
	<20	N	1
Ağustos Ayı Ortalama Sıc. (Co)	>25	S1	4
	22-25	S2	3
	20-22	S3	2
	<20	N	1
Etkili Sıcaklık Toplamı (≥ 10 Co)	>2250	S1	4
	2250-2000	S2	3
	2000-1500	S3	2
	<1500	N	1
Yükseklik (m)	0-600	S1	4
	600-800	S2	3
	800-1100	S3	2
	>1100	N	1
Arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKK)	I	S1	4
	II	S3	2
	III, IV, V, VI, VII-VIII	N	1
Derinlik (cm)	>90 Derin	S1	4
	50-90 Orta derin	S2	3
	20-50 Sığ	S3	2
	0-20 Çok sığ	N	1

Çizelge 2. AHS tekniği ikili karşılaştırma ölçeği (Satty, 1980)

Table 2. The AHS scales for paired comparisons

Sayısal değer	Tanım
1	Öğeler eşit derecede öneme sahiptir.
3	1. ölçüt 2.'ye göre biraz daha önemlidir.
5	1. ölçüt 2.'ye göre fazla önemlidir.
7	1. ölçüt 2.'ye göre çok fazla önemlidir.
9	1. ölçüt 2.'ye göre olası en kuvvetli öneme sahiptir.
2,4,6,8	İki yakın ölçük arasındaki ara değerdir. Uzlaşma gereken durumlarda kullanılmaktadır.

sınıflar standart hale getirilerek alt kriter ağırlık (uygunluk) puanları atanmıştır (Çizelge 1).

Değerlendirmeye alınan kriterlerden hem ana kriterlerin hem de alt kriterlerin kendi aralarında soyanın yetişmesi üzerinde, farklı düzeylerde etkileri bulunmaktadır. Her bir kriterin etki oranları, birbirlerine eşit olamayacağı için, kriterlerin birbirlerine göre önemleri göz önünde bulundurularak ağırlık puanları hesaplanmıştır.

Kriterler arası etki oranlarını ifade eden bu ağırlık puanları hesaplanırken, birden fazla çok kriterli yöntemlerden biri olan, Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon yöntemine ait Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği kullanılmıştır.

Bu teknik Saaty (1980) tarafından geliştirilmiş olup, karmaşık yapıdaki çok fazla kritere sahip karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Grup olarak alınan kararların belirli bir sistematik ve mantık yaklaşımı içinde değerlendirilmesini sağlamaktadır. AHS, karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. Bu tekniğin en önemli özellikleri ise, karar vericinin hem kantitatif (objektif) hem de kalitatif (sübjektif) düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesi, uygulanmasının kolay ve esnek olması, elde edilen sonuçlarının tutarlılığının kontrol edilebilmesi, anlaşılabilir ve yorumlanmasının basit olmasıdır (Yılmaz ve ark., 2004). Bu tekniğin en önemli yapı taşı, kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri göz önüne alınarak ikili karşılaştırılmalarıdır.

Bu ikili karşılaştırmalardan yararlanarak bir düzeydeki her bir kriterin bir üst düzeydeki

yerel öncelikleri hesaplanır (Büyükyazıcı, 2000). Elde edilen matrislerde ikili karşılaştırma sonuçlarını sayısal değerlere dönüştürmek için Saaty (1980) tarafından geliştirilen, 1-9 ölçeği kullanılmaktadır (Çizelge 2).

Bu çalışmada, değerlendirmeye alınan ana ve alt kriterler için Analitik Hiyerarşi Süreci tekniği kullanarak kriterlere ait etki oranlarını (ağırlık puanları) hesaplamak;

I- Öncelikle kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu matris $n \times n$ boyutlu bir matristir ve matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini almaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Burada;

A, ikili karşılaştırmalar matrisi; a_{ij} , hiyerarşinin bir üst düzeyindeki elemana göre, i elemanının j elemanına göre önemi ($i, j=1,2,\dots,n$) 'dir.

Karşılaştırma, kriterlerin birbirlerine göre sahip oldukları önem değerleri dikkate alınarak ikili ve karşılıklı yapılmaktadır. Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler $i=j$ olduğunda, yani "eşit derecede öneme sahip" olduğunda, ilgili kriter kendisi ile karşılaştırıldığı için 1 değerini almaktadır. Karşılaştırmalar, matrisin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerleri için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise, aşağıdaki ifade kullanılmaktadır.

$$a_{ji} = 1/a_{ij}$$

$$a_{ij} > 0 (i, j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

II- A matrisinin oluşturulmasından sonra, ikili karşılaştırması yapılan kriterler için öncelik vektörü (W) (etki oranı veya ağırlıklı puanları) hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplama AHS'de sentezleme adı verilmektedir. Sentezleme yapılırken;

a) İkili karşılaştırmalar matrisinin her bir sütunundaki değerler toplanır.

b) İkili karşılaştırmalar matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünür.

Bu işlem sonucunda elde edilen matrise normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi denir. Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisindeki sütunların her birinin toplam değeri 1'e eşit olmaktadır.

c) Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırındaki elemanların, aritmetik ortalaması hesap edilir.

III-İkili karşılaştırmalar matrisi oluşturulurken, kriterler arası yapılan ikili karşılaştırmalar subjektif temellere dayandığı için yanlılgılar veya tutarsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Yapılan bu ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını ölçmek için, AHS tekniğinde Tutarlılık Oranı (TO) kullanılmaktadır.

İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için, Saaty tarafından önerilen ve üst limiti 0.10 (%10) olan bir tutarlılık oranı (consistency ratio) kullanılmaktadır (Saaty, 1980). Hesaplanan tutarlılık oranı, 0.10'un altında bir değer ise, ikili karşılaştırmaların tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam edebileceği, eğer bu oran 0.10'un üstünde ise ikili karşılaştırmaların tutarsızlığı

kabul edilmektedir. Bu durumda ikili karşılaştırmalar gözden geçirilerek, tutarlılık oranının düşürülmesi gerekmekte, aksi takdirde problemin yeniden kurulması ve sürecin baştan ele alınması gerekmektedir. (Armast, 1994).

Tutarlılık oranının kontrolü yapılırken; İkili karşılaştırmalar matrisi (A) ile, öncelik vektörü (W) çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam vektör adında yeni bir vektör oluşturulmuştur. Bu vektörün her bir elemanı buna karşılık gelen öncelik değerine bölünerek, elde edilen değerlerin aritmetik ortalamalarından maksimum özdeğer (λ_{max}) hesaplanmıştır. Eleman sayısına bağlı olarak maksimum özdeğer kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla ikili karşılaştırma matrisi (A) için, Tutarlılık İndeksi (TI) oluşturulmuştur.

$$TI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$$

n = karşılaştırılan elemanların sayısı

Hesaplanan tutarlılık indeksi yardımıyla tutarlılık oranı değeri, aşağıdaki bağıntı kullanılarak elde edilmiştir.

$$TO = \frac{TI}{RI}$$

TI = Tutarlılık indeksi

RI = Rastgele indeks

Rastgele indeks, rastgele üretilen ikili karşılaştırma matrislerinin ortalama tutarlılık indekslerini ifade etmekte olup, eleman sayısına bağlı olarak Çizelge 3'teki değerleri almaktadır.

Coğrafi bilgi sistemleri teknikleri kullanılarak, kriterlere ait uygunluk puanları,

Çizelge 3. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan ve matris boyutlarına göre değişen rastgele indeks değerleri (Saaty, 1980)

Table 3. Random index values used for calculation of consistency ratio which change according to matrix size (Saaty, 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Çizelge 4. Uygunluk sınıfları ve değerleri
Table 4. Suitability classes and their values

Sınıf	Tanımlama	Değer	(FAO;1985) %
S1	Çok uygun	20423.22 - 25529.03	80-100
S2	Orta uygun	17317.42 - 20423.22	60-80
S3	Az uygun	13192.32 - 17317.42	40-60
N	Uygun değil	< 13192.32	0-40

ait oldukları kriterlerin öncelik vektörleriyle (ağırlık puanlarıyla) çarpılıp toplanarak, çalışma alanında ikinci ürün olarak soya yetiştirilmesine ait uygunluk değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4). Bu değerler FAO (1985)' e göre sınıflandırılıp, standart hale getirilerek, ikinci ürün soyaya ait uygun potansiyel alanlar haritası oluşturulmuştur.

Bu değerlerin hesaplanmasında, kriterlerin aynı ölçekte birleştirilebilir yani toplanabilir hale getirilmesi için, Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon yöntemine ilişkin aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Patrono, 1998).

$$S = \sum_{i=1}^n W_i \cdot X_i$$

S: toplam puan

W_i : kriterin ağırlık puanı

X_i : alt kriter uygunluk puanı

n: toplam kriter sayısı

Bulgular ve Tartışma

Öncelikle ikinci ürün olarak soyanın yetiştirilmesi üzerinde etkisi olan, ana ve alt kriterler, ürün uzmanı görüşlerine dayanarak, tespitleri yapılmış ve daha sonra bu kriterlerin ağırlık puanları, AHS tekniğine göre hesaplanmıştır. Birinci aşamada, iklim, toprak ve topoğrafya ana kriterlerinin öncelik vektörleri (ağırlık puanları) hesaplanırken, 0.03 (% 3) tutarlılık oranında tutarlı matris olarak, kriterler arası ikili karşılaştırmaları yapılmıştır (Çizelge 5). Ana kriterler için yapılan AHS tekniği hesaplamalarına göre; en yüksek öncelik vektörü (ağırlık puanı) değeri, 0.669 (% 66.9) oranıyla iklim ana kriteri olmuştur. İklim ana kriterini sırasıyla topoğrafya (% 26.7) ve toprak (% 6.4) ana kriterleri izlemiştir.

Bitkisel ürünlerin yetiştirebilmeleri, buldukları ortamın çevresel etkilerine bağlıdır. Bitkiler sadece çevre koşullarının

Çizelge 5. Ana kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları
Table 5. Calculations of AHS technique to determine weighted values for main criteria

Ana Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi			
	İklim	Toprak	Topoğrafya
İklim	1.000	9.000	3.000
Toprak	0.111	1.000	0.200
Topoğrafya	0.333	5.000	1.000
Ana Kriterler Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırmalar Matrisi			
	İklim	Toprak	Topoğrafya
İklim	0.693	0.600	0.714
Toprak	0.077	0.066	0.048
Topoğrafya	0.231	0.333	0.238
Öncelik Vektörü			
	Normalize Edilmiş Satırlar Toplamı	Normalize Edilmiş Satırlar Ortalaması	Öncelik Vektörü
İklim	2.007	2.007/3	0.669
Toprak	0.191	0.189/3	0.064
Topoğrafya	0.802	0.801/3	0.267
$\lambda_{max} : 3.029; RI: 0.58; TO: 0,03 < 0.10$			$\sum = 1$

müsaade ettiği ölçüde varlıklarını sürdürebilirler. Bu yüzden, bir bitkinin yetişme koşullarının incelenmesi, o yerdeki bitkinin yaşamasını sağlayan iklim, toprak ve topoğrafya gibi çevresel etkilerle doğrudan ilişkilidir. Bitkilerin buldukları ortama adaptasyonları, iklim ve toprak şartlarına uygun olması anlamına gelmektedir ve bu durum onların olumsuz bir durum karşısında zarar görmesini en aza indirmektedir (Roberts ve ark., 1993). Çevresel etkilerin en önemlisi olan iklim, topoğrafyayı ve toprağı kontrol eden ana etmendir. Özellikle iklimin ve topoğrafyanın bitkilerin gelişimi, verimi ve kalitesi üzerinde, önemli

etkisi bulunmakta olup, aralarındaki ilişkinin kurulması gerekmektedir (Bouma, 2005).

Alt kriterler için ikili karşılaştırmalar matrisi, normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi ve bunlara bağlı olarak öncelik vektörleri, 0.08 (% 8) tutarlılık oranı dahilinde tutarlı bir matris olarak elde edilmiştir (Çizelge 6). Çalışma alanında ikinci ürün soyanın yetişmesi üzerinde en fazla etkili olan alt kriterin 0.376 (%37.6) oranıyla vegetasyon süresi olduğu tespit edilmiştir. Vegetasyon süresini sırasıyla etkili sıcaklık toplamı (0.277), Temmuz ayı ortalama sıcaklığı (0.143), Ağustos ayı ortalama sıcaklığı

Çizelge 6. Alt kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları

Table 6. Calculations of AHS technique to determine weighted values for subcriteria

Alt Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi							
	1	2	3	4	5	6	7*
1	1.000	2.000	5.000	7.000	7.000	7.000	9.000
2	0.500	1.000	4.000	5.000	7.000	7.000	9.000
3	0.200	0.250	1.000	3.000	5.000	5.000	7.000
4	0.143	0.200	0.333	1.000	2.000	5.000	6.000
5	0.143	0.143	0.200	0.500	1.000	2.000	5.000
6	0.143	0.143	0.200	0.200	0.500	1.000	2.000
7*	0.111	0.111	0.143	0.167	0.200	0.500	1.000
Alt Kriterler Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırmalar Matrisi							
	1	2	3	4	5	6	7*
1	0.446	0.520	0.460	0.415	0.308	0.255	0.231
2	0.223	0.260	0.368	0.296	0.308	0.255	0.231
3	0.089	0.065	0.092	0.178	0.220	0.182	0.179
4	0.064	0.052	0.031	0.059	0.088	0.182	0.154
5	0.064	0.064	0.018	0.030	0.044	0.073	0.128
6	0.064	0.064	0.018	0.012	0.022	0.036	0.051
7*	0.050	0.050	0.013	0.010	0.009	0.018	0.026
Öncelik Vektörü							
	Normalize Edilmiş Satırlar Toplamı	Normalize Edilmiş Satırlar Ortalaması	Öncelik Vektörü				
1	2.635	2.635/7	0.376				
2	1.941	1.941/7	0.277				
3	1.005	1.005/7	0.143				
4	0.630	0.630/7	0.090				
5	0.421	0.421/7	0.060				
6	0.267	0.267/7	0.038				
7*	0.176	0.176/7	0.025				
$\lambda_{max} : 7.641$; $R_i: 1.32$; $TO: 0,08 < 0.10$							$\sum = 1$

1:Vegetasyon süresi, 2: Etkili sıcaklık toplamı, 3: Temmuz ayı ortalama sıcaklık, 4: Ağustos ayı ortalama sıcaklık, 5: Yükseklik, 6: Arazi kullanım kabiliyet sınıfları, 7*: Toprak derinliği

1:Vegetation period, 2:Total effective temperature, 3: Average temperature of July, 4: Average temperature of August, 5: Elevation, 6: Land use capability classes, 7*: Soil depth

(0.090), yükseklik (0.060), arazi kullanım kabiliyet sınıfları (0.038) ve toprak derinliği (0.025) alt kriterleri takip etmiştir.

Soyanın ikinci ürün olarak yetiştirilmesindeki en önemli kıstaslardan biri, bitkinin çıkışından itibaren hasat olgunluğuna gelene kadarki süredir. Bir alanın iklimsel olarak bu süreyi karşılayıp karşılayamaması, ikinci ürün olarak soyanın yetiştirilmesi açısından son derece önemlidir.

Üretilen soya çeşidinin erkenci veya geççi özellikte olmasına da bağlı olarak, o çeşidin bir bölgede başarıyla yetiştirilebilmesini etkileyen veya sınırlayabilen en önemli faktör, söz konusu bölgenin iklim özellikleridir. Kışık tahılların yaz ortasına doğru hasat edilmelerinden sonra, yerlerine ekilebilecek ikinci ürün bitkilerinin seçiminde de, uygun vejetasyon sürelerinin bulunup bulunmaması etkili olmaktadır. Akdeniz ve Ege Bölgelerinde, arpa ve buğday hasadının çoğunlukla Haziran ayı ortası dönemde tamamlanması nedeniyle, Haziran ayı sonuna kadar ikinci ürün soya ekilişleri için gerekli toprak hazırlıkları ve sulama işlemleri yapılabilmektedir. Tahıl hasadının gecikerek, Temmuz ayı ortalarında yapılabildiği bölgelerde ise, ikinci ürün soya tarımı için uygun bir yetişme süresi kalmamaktadır. Ülkemizin iklim şartlarına uygun ikinci ürün soya çeşitleri için yetişme süresi; hasat dönemindeki iklim uygunsuzlukları nedeniyle daha fazla uzayabildiği gibi, böcek zararı veya Kömür Çürüklüğü (*Macrophomina* spp.) hastalığı gibi bazı hastalıkların etkisiyle daha da kısalabilmekte ve verimleri de aynı ölçüde düşmekte olup, uygun şartlarda bu süre 90-110 gün arasında değişmektedir. Bu durumda, II. ve III. olgunlaşma gruplarına ait erkenci ve orta erkenci soya çeşitlerinin tercihi, soyanın ikinci ürün olarak yetiştirilme şansını artırabilmektedir. (Anonim, 1985). İkinci ürün olarak soyanın vejetasyon süresi ile ilgili yapılmış çalışmalarda bu süre 80-109 (Dong ve ark., 1990), 92-109 (Mordvintseu ve ark., 1991), 95-105 (Algan, 1990) olarak belirlenmiştir.

İkinci ürün olarak soyanın toplam sıcaklık isteği, vejetasyon süresinin belirlenmesinde etkili olan önemli bir alt parametredir. Yaz dönemi boyunca toplam olarak 2400 C°

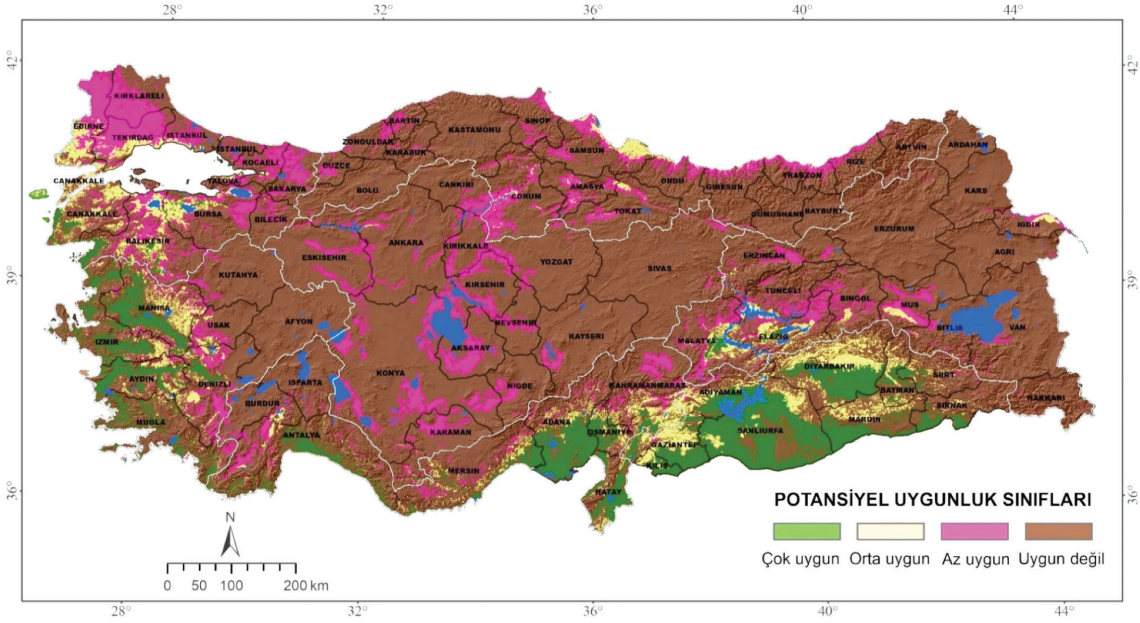
sıcaklığa sahip yerlerde, soya bitkisi sorunsuz olarak yetiştirilebilmektedir (İlisulu, 1973). İkinci ürün soya yetiştirilmesinde ekim ve hasat dönemleri arasında kalan süredeki toplam sıcaklık isteği, çok uygun alanlar için 2250 C° nin üzeri, orta uygun alanlar için 2000-2250 C° arası, az uygun alanlar için 1500-2000 C° arası ve hiç uygun olmayan alanlar için ise 1500 C° nin altında olarak esas alınmıştır.

Ülkemizde Temmuz ayı, çok geççi soya çeşitleri dışında, ikinci ürün soya ekilişleri için çiçeklenme dönemi başlangıcını simgelemektedir. Bu dönemdeki düşük sıcaklıklar ve uzun süreli kapalı hava, çiçek oluşumunu ve döllenmeyi olumsuz etkilerken, aşırı yüksek sıcaklıklar da çiçek dökmeyi artırmakta ve dolayısıyla ileriki dönemlerde daha az bakla oluşumu yoluyla, verimi azaltıcı etkiler yapabilmektedir. Ağustos ayı ise, ikinci ürün soya için bakla oluşumu ve baklalarda dolumun gerçekleştiği dönem olup, doğrudan verime etki eden bir dönemdir. Temmuz ve Ağustos aylarında bitkinin toplam sıcaklık isteğinin yarısının (1500 C°) bu iki ay boyunca karşılanmasından dolayı, aylık ortalama sıcaklık değerleri 25 C° ve üzeri sıcaklıklara sahip yerler için çok uygun, 22-25 C° arasındaki yerler için orta uygun, 20-22 C° olan yerler için az uygun ve 20 C° den düşük aylık ortalama sıcaklığa sahip yerler için ise hiç uygun olmayan alanlar olarak belirlenmiştir.

Genel olarak yüksekliği 2000 metrenin altındaki alanlarda soyanın yetiştirilebileceği bilinse de, 1000 metrenin altındaki yükseklik değerleri, soya tarımı için daha uygun kabul edilmektedir. Ülkemizde soyanın en fazla ekim alanı bulunduğu yerlerin, genellikle rakımı düşük sahil ovaları olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmada; ikinci ürün soyanın çok uygun alanlar için ihtiyaç duyduğu yükseklik değeri 0-600 m, orta uygun alanlar için 600-800 m, az uygun alanlar için 800-1100 m ve hiç uygun olmayan alanlar için ise 1100 m ve üzeri olarak belirlenmiştir.

İkinci ürün soya tarımında, bitki boyu ve kök uzunluğu, ana ürün soyaya göre daha kısa kalsa da, derin toprakların bitki yetiştiriciliğindeki önemi, sığ topraklara göre çok daha fazladır.

Çalışma alanındaki araziler, kullanım kabiliyetlerine göre, üzerinde tarım yapılabilen



Şekil 3. Türkiye’de ikinci ürün soya yetiştirmeye uygun potansiyel alanlar haritası

Figure 3. Potential suitable areas map for double crop soybean cultivating in Turkey

I. sınıf araziler ile hiç bir şekilde tarıma elverişli olmayan ve sadece doğal hayata ortam teşkil edebilen VIII. sınıf araziler arasında sınıflandırılmıştır (Anonim, 2008). Bu arazi kullanım kabiliyet sınıfları, ikinci ürün soyanın yetiştirilmesine yönelik yapılan bu planlama çalışmasında, ürünün arazi istekleri arasında bir alt kriter olarak değerlendirilmiştir. İkinci ürün soya açısından çok uygun ve orta uygun alanlar için I. sınıf tarım arazileri, az uygun alanlar için II. sınıf tarım arazileri, uygun olmayan alanları için ise III ile VIII. sınıf arasındaki tarım arazileri eşik değerler olarak değerlendirilmiştir.

İkinci ürün soyanın ihtiyaç duyduğu ana ve alt kriterler, hesaplanan ağırlık değerleri oranında, ağırlıklandırılmış doğrusal kombinasyon yöntemine göre birleştirilmiş ve ürüne ait uygun potansiyel alanlar haritası elde edilmiştir (Şekil 3).

Uygunluk sınıflarının bölgeler bazında alansal ve oransal dağılımları göz önüne alındığında; ikinci ürün olarak soyanın çok uygun sınıfta (S1) yetiştirilebileceği alanlar, % 37.74 oranında 2 896 556.13 hektarlık alan ile en fazla Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmuştur. Bu bölgeyi % 15.68 (1 406 042.48 hektar) oranında Akdeniz Bölgesi ve % 15.33 (1 366 474.71 hektar) oranında ise Ege Bölgesi takip etmektedir. Özellikle bölgeler arasındaki

etkili sıcaklık toplamı ve yükseklik farklarının kısıtlayıcı etkilerine bağlı olarak, ikinci ürün olarak soyanın yetişmesinde uygun olmayan (N) alanların dağılımında, İç Anadolu Bölgesi 16 671 737.69 hektar alan ile en fazla alan olarak hesap edilmiştir. Bunu 13 717 071.50 hektar alan olarak, Doğu Anadolu Bölgesi ve 10 460 478.34 hektar alanla da Karadeniz Bölgesi takip etmektedir (Çizelge 7).

Bu uygunluk sınıflarının çalışma alanı içerisindeki genel dağılımlarında; alanın % 7.65’inin (5 968 013.35 hektar) çok uygun (S1), % 4.70’nin (3 666 170.55 hektar) orta uygun (S2), % 8.43’nün (6 584 410.16 hektar) az uygun (S3) ve % 79.22’sinin (61 8394 07.74 hektar) ise uygun olmayan (N) sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir.

Sonuçlar

Ülkemizde, ikinci ürün soya yetiştirmeye uygun potansiyel alanların belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, elde edilen uygunluk haritası incelendiğinde; Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki ovaların, ikinci ürün soya için en uygun alanlar olarak çıktığı görülmektedir. Soya üretim alanlarının çalışma alanı içerisindeki dağılımlarında vejetasyon süresi, Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklıkları ve yükseklik

Çizelge 7. İkinci ürün soya yetiştirilmesi için potansiyel uygunluk sınıflarının bölgeler bazında alansal ve oransal dağılımları

Table 7. Areal and proportional distributions of potantional suitability classes for double crop soybean cultivation on regional basis

BÖLGELER	UYGUNLUK SINIFLARI			
	Çok Uygun (S1)	Orta Uygun (S2)	Az Uygun (S3)	Uygun Değil (N)
Akdeniz Bölgesi	1 406 042.48 % 15.68	499 568.90 % 5.58	460 620.82 % 5.14	6 596 898.94 % 73.6
Doğu Anadolu Bölgesi	77 472.61 % 0.5	397 305.66 % 2.66	798 177.97 % 5.33	13 717 071.50 % 91.51
Ege Bölgesi	1 366 474.71 % 15.33	493 877.23 % 5.54	426 110.89 % 4.78	6 625 081.50 % 74.35
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2 896 556.13 % 37.74	1 141 473.23 % 14.87	31 730.98 % 0.4	3 604 955.03 % 46.97
Karadeniz Bölgesi	0.00 % 0.00	209 133.69 % 1.79	1 062 209.63 % 9.05	10 460 478.34 % 89.16
İç Anadolu Bölgesi	8500.80 % 0.05	14 739.30 % 0.08	1 870 795.14 % 10.08	16 671 737.69 % 89.79
Marmara Bölgesi	212 966.62 % 2.95	910 072.54 % 12.61	1 934 764.73 % 26.79	4 163 184.74 % 57.65
Alan (ha)	5 968 013.35	3 666 170.55	6 584 410.16	61 839 407.74
Oran (%)	% 7.65	% 4.70	% 8.43	% 79.22

kriterlerinin, en önemli sınırlayıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir. Özellikle İkinci ürün soyada 110 gün civarında bir yetiştirme süresine ihtiyaç duyulması, soya ekim alanlarının çok uygun sınıfındaki dağılımını önemli ölçüde sınırlandırmıştır.

Çalışma alanı bölgesel olarak incelendiğinde; günümüzde de en fazla soya üretiminin gerçekleştirildiği yer olarak bilinen Çukurova Bölgesinin, yükseklik kriterinin sınırlayıcı etkisi altında kalmayan geniş ovalarının tamamında, buğday ve arpa hasadının ardından ikinci ürün soya için çok uygun alanlar olarak görülmektedir. Sulama imkanı açısından problem yaşanmayan Çukurova'da, ikinci üründe 350-400 kg da⁻¹ verim seviyelerinin alınabilmesi, Çukurova Bölgesini ikinci ürün soya açısından önemli bir alan haline getirmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, iklim uygunluğu ve daha geniş ovalara sahip olması sayesinde, ikinci ürün soya için Çukurova'dan 4-5 kat daha fazla bir potansiyel üretim alanı sunmaktadır.

Ege Bölgesinde, başta kıyı ovaları olmak üzere bölgenin büyük bir kısmında, tahıl hasadının yaz başında tamamlanmasıyla, ikinci ürün soya tarımına geçilebilmesi mümkün görülmektedir. Diğer 4 bölgede ise (Marmara Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi), ikinci ürün soya için çok uygun sınıfına girebilecek alanların pek bulunmaması, bunun yanında çok az miktarda orta uygun sınıfındaki alanların görülmesi, bu bölgelerde ikinci ürün soya potansiyelinin olmadığını belgelemektedir.

Sonuç olarak, Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki çok uygun ve orta uygun alanlar ile, sulama imkanlarının olması durumunda Marmara Bölgesinin orta ve güneyinde yer alan ovaların orta uygun sınıfında çıkması, ikinci ürün soya tarımına en elverişli alanlar olabileceğini göstermiştir.

Bu alanların, ülkemiz tarımına ve özellikle de sulu tarıma en uygun ovaları içermesi, bu alanlarda sadece soya değil, pek çok tahıl, endüstri bitkisi, sebze ve meyve ürünlerini de pay sahibi kılmaktadır.

Ülkemizde ana ürün buğday sonrası ekimi yapılan ikinci ürün soyanın, yerli soya üretimimizin yaklaşık 2/3'ünü karşıladığı düşünüldüğünde, ikinci ürün soya üretimi için 300-350 bin hektarlık bir alanın bile yeterli olabileceği hesaplanabilir.

Çalışma alanındaki çok uygun alanların, özellikle de sulama imkanına sahip olan bölümlerinde, yerli soya üretimi için gerekli ekim alanlarının sağlanması adına üretim desteklerine devam edilmesi durumunda, beklenen üretim artışlarını gerçekleştirebilmek mümkün olabilecektir. Bu durumda, yaklaşık 6 milyon hektarlık çok uygun sınıfta yer alan alanların 1/20'sinin ikinci ürün soyaya ayrılması sağlanabilirse, ithalata gerek duyulmadan, yerli üretimle tüm soya ihtiyacımızın karşılanabilmesi de gündeme gelebilecektir.

Kaynaklar

- Algan, N. (1990). Ege Bölgesi, koşullarında bazı soya hat ve çeşitlerinin adaptasyon yetenekleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 27 (2), 33-47.
- Anonim, (1985). Soya Çeşitleri ve Özellikleri. Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayını 5, 1-2.
- Anonim, (2008). Toprak Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat [http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/Toprak Arazi Siniflamasi Standartlari Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat Erişim Tarihi](http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/Toprak_Arazi_Siniflamasi_Standartlari_Teknik_Talimatı_ve_Ilgili_Mevzuat_Erişim_Tarihi) : 04.05.2018
- Arioğlu, H. (2013). Soya Tarımı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana.
- Armocost, L.R., Componation, P.J., Mullens, M.A., & Start, W. (1994). An AHY framework for prioritizing customer requirements in QFD: an industrialized housing application, IIE Transactions, 26 (4), 72-79.
- Bagli, S., Terres, J.M., Gallego, J., Annoni, A., & Dallemard, J.F. (2003). Agro-Pedo-Climatological Zoning of Italy. Monograph 20550 EN – © European Communities, Printed in Italy.
- Bhermana, A., Sunarminto, B.H., Utami, S.N.H., & Gunawan, T. (2013). The Combination of Land Resource Evaluation Approach and Gis Application to Determine Prime Commodities for Agricultural Land Use Planning at Developed Area (A Case Study Of Central Kalimantan Province, Indonesia). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 8 (12), December.
- Bouma, E. (2005). Development of comparable agro-climatic zones for the international exchange of data on the efficacy and crop safety of plant protection products, OEPP/EPPO Bulletin, 35, 233-238.
- Büyükyazıcı, M. (2000). Analitik Ağ Süreci, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim dalı, Ankara.
- Dengiz, O., & Sarıoğlu, F.E. (2013). Arazi Değerlendirme Çalışmalarında Parametrik Bir Yaklaşım Olan Doğrusal Kombinasyon Tekniği. Tarım Bilimleri Dergisi.19, 101-112.
- Dong, Z., Dong, J.G., & QIJ, B.W. (1990). Studies On Growth Development and Yield Component of Early Maturity Soybean In Northeast China. I Some Characteristics of Growth and Early Maturity Soya Beans. Soybean Science, Shenyang Agricultural Universty Lianoning, 9(4), 265-270, China.
- Engin, M., & Arioğlu, H.H. (1982). Soyanın Gübrenmesi ve Bakteri Aşılması. Çukurova Bölgesi' nde Soya Üretimi ve Sorunları Semineri Bildirisi, Hatay.
- Farr, T.G., & Kobrick, M. (2000). Shuttle radar topography mission produces a wealth of data, EOS Transactions AGU, 81, 583-585.
- He, W., Yang, S., Guo, R., Chen, Y., Zhou, W., Jia, C., ... Sun, G. (2011). Gis- Based Evaluation of Soybean Growing Areas Suitability in China. Part III. International Federation for Information Processing AICT 346, 357-366.
- Herridge, D.F. & Danso, S.K.A. (1995). Enhancing crop legume N2 fixation through selection and breeding, Plant Soil, 174, 51-82.
- Hutchinson, M.F. (1995). Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines. Int. J. Geogr. Info. Systems 9, 385-403.
- İlisulu, K. (1973). Yağ Bitkileri ve Islahı, 192, İstanbul.
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progress in Planning, 62 (1), 3-65.
- Malczewski, J. (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multi criteria evaluation for land-use suitability analysis. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 8 (4), 270-277.
- Manuel, P.C., Huelges, R.R., & Espanto, L.H. (1988). Adaptation of soybean in lupano. Nueva, Ecia the Philipinnes.
- Martz, L.W., & Garbrecht, J. (1992). Numerical definition of drainage network and subcatchment areas from digital elevation models, Computers and Geosciences, 18 (6), 747 – 61.
- Mendas, A., Hamadouche, M.A., Nechniche, H., & Djilali, A. (2007). Elaboration d'un système d'aide à la décisionspatiale. Application à la dangerosité de l'infrastructureroutière", Journal of Decision System, 16 (3), 369-391.
- Mendas, A., & Delali, A. (2012). Integration of Multi-Criteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture. Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. Computers and Electronics in Agriculture, 83, 117-126.

- Mordvintseu, M.P., Sokolov, S.M., Vizner, V.S., & Latukhin, A.P. (1991). Early Soybean Varieties Soerl. Seletsia: Semenovodstua (Moskova), 3, 35-36 (Ru) Opytnaya Stanstiya Oroshaemogo Zemledeliya, Ershow, USSR.
- Mounts, T.L., Wolf, W.J., & Martinez, W.H. (1987). Processing and Utilization. In Soybeans: Improvement, Production, and Uses, Second Edition, J.R. Wilcox, 1987, Madison, Wisconsin, USA.
- Patrono, A. (1998). Multi-Criteria Analysis and Geographic Information Systems: Analysis of Natural Areas and Ecological Distributions. Multicriteria Analysis for Land-Use Management, Edited by Euro Beinat and Peter Nijkamp, Kluwer Academic Publishers, Environment and Management, 9, 271- 292, AA Dordrecht, The Netherlands.
- Pertziger, F., & De Pauw, E. (2002). CLIMAP. An Excel-based software for climate surface mapping. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Prakash, T.N. (2003). Thesis (MSc), Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach. (ITC) International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands.
- Roberts, E., Summerfield, R., Ellis, R., & Qi, A. (1993). Adaptation of flowering in crops to climate. Outlook Agric. 22, 105-110.
- Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, ISBN 0-07-054371-2, USA.
- TUİK, (2015). <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi : 06.06.2018)
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). 'Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri', Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Genel Müdürlüğü., Ankara.
- Yılmaz, E., Ok, K., & Okan, T. (2004). Ekoturizm Planlamasında Katılımcı Yaklaşımla Etkinlik Seçimi. Cehennemdere Vadisi Örneği. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın 237, DOA Yayın 30, Teknik Bülten 21, 56, Tarsus.

Bingöl İlinde Yetiştirilen Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Çeşitlerinde Tespit Edilen Böcek Populasyonları ve *Acanthoscelides obtectus*'a Tepkileri

Emin KAPLAN^{1*}, Senem SABANCI BAL², Mehmet AYÇİÇEK²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bingöl, Türkiye

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): eminkaplan021@gmail.com

Öz

Ülkemizin hemen hemen bütün bölgelerinde üretimi yapılabilen tarımsal ürünlerden olan fasulyenin (*Phaseolus vulgaris*) verim ve kalitesi üzerine etkili olan zararlı böceklerin varlığı ve yoğunluğu oldukça önem arz etmektedir. 2016 yılında Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait arazide yürütülen bu çalışmada; Yerel-1, Yerel-2, Yerel-3, Yerel-4, Aras- 98, Yakutiye-98, Terzibaba, Mecidiye, Elkoca ve Kantar olmak üzere 10 farklı fasulye çeşidinde görülen faydalı ve zararlı böcekler tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmalar ile birlikte araziden elde edilen fasulye tohum böceğine (*Acanthoscelides obtectus*) ait bireyler belirtilen 10 farklı kuru fasulye çeşidinde kültüre alınarak *Acanthoscelides obtectus*'un laboratuvar şartlarındaki popülasyon seyri ve zarar durumu belirlenmiştir. Laboratuvar şartlarında kültüre alınan *Acanthoscelides obtectus*'a karşı en dayanıklı çeşidin Terzibaba, en hassas çeşidin Yerel-3 olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fasulye çeşitleri, Böcekler, *Acanthoscelides obtectus*, Popülasyon gelişimi, Bingöl

Insects Population Determined on Some Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Cultivars Grown in Bingol Province and Their Response to *Acanthoscelides obtectus*

Abstract

The presence and intensity of harmful insects on yield variables and quality characteristics of common bean (*Phaseolus vulgaris*) is a growing interest, in almost all production area of Turkey. To determine the beneficial and harmful effects of certain insects on different bean varieties; called Local-1, Local-2, Local-3, Local-4, Aras-98, Yakutiye-98, Terzibaba, Mecidiye, Elkoca and Kantar, a field experimental was conducted at Bingol University, Agricultural Application and Research Center in 2016. *Acanthoscelides obtectus* collected from the present experimental were grown on the seeds of the mentioned bean cultivars under laboratory conditions. The population development and the detrimental effects of seed-beetle (*Acanthoscelides obtectus*) damages were also determined. According to the results, Terzibaba was found as the most resistant cultivar against *Acanthoscelides obtectus*, whereas Local-3 was the most sensitive one.

Keywords: Bean cultivars, Harmful and Beneficial Insects, *Acanthoscelides obtectus*, Population Development, Bingol Province

Giriş

Milli yemeklerimizin başında gelen kuru fasulye, ülkemizde en çok tüketilen kuru baklagil çeşididir. Tahıl proteininin, bazı aminoasitleri sınırlı oranda içermesi ve hayvansal kaynaklı gıdaların fiyatlarının yüksek olması nedeniyle protein ihtiyacının karşılanmasında baklagillerin önemi ortaya çıkmıştır (Şehirli, 1988). Baklagillerin insan

beslenmesi dışında hayvan yetiştiriciliğinde, mobilya ve kâğıt imalatında, ilaç endüstrisinde, boya ve reçine yapımı ve kozmetik sanayi gibi birçok dalda kullanıldığı bilinmektedir (Saraçoğlu ve Erkan, 2016). Türkiye genelinde 898.197 dekar (da) alanda 235.000 ton fasulye (*Phaseolus vulgaris*) üretimi yapılmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde de yetiştirilen kuru

fasulyenin Bingöl koşullarındaki ekim alanı 2.786 da; üretim miktarı da 563 ton civarındadır (Tüik, 2016). Fasulye verim ve kalitesi üzerine sınırlayıcı etkiye sahip abiyotik ve biyotik faktörlerin içinde zararlı böceklerin varlığı ve yoğunluğu oldukça önem arz etmektedir. Fasulyede bulunan Bruchidae familyasına mensup bireylerden *Acanthoscelides obtectus* (Say) yılda birden çok döl verebilme özelliğinden dolayı hem arazide hem de depoda ciddi problemlere neden olmaktadır (Mbogo ve ark., 2009). *A. obtectus* larvaları, fasulye bitkisinde beslenmeleri neticesinde danelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca oyuklarda bıraktıkları dışkı ve vücut kalıntıları ile de danelerde kirliliğe neden olurlar. Gerek ülkemizde ve gerekse dünyada yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından *A. obtectus*'un fasulyedeki zararı hakkında çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Esin, 1971; Kalkan, 1972; Atak, 1975; Thiery, 1984; Yücel, 1985; Özer ve Yücel, 1989; Elmalı ve Toros, 1990; Yaşarakıncı, 1991; Brzostek ve Ignatuwicz, 1992; Özdem ve Kovancı, 1996; Tamer, 1996; Dörtbudak ve ark., 1999). Ancak çalışmanın yapıldığı Bingöl ilinde böyle bir çalışma görülmemektedir.

Dolayısıyla bu araştırma, Bingöl şartlarında yetiştirilen fasulye çeşitlerinde görülen faydalı ve zararlı böceklerin tespiti ile gerek tarlada gerekse depoda önemli zararlara neden olan *A. obtectus*'un laboratuvar şartlarında fasulye çeşitlerindeki popülasyon seyri ve zarar yoğunluğunu belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Denemenin yürütüldüğü Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait arazinin toprak özelliği tınlı ve taşlı karakterdedir. Ayrıca denemenin yürütüldüğü alanın özellikleri ise ayrıntılı olarak Çizelge 1'de verilmiştir. Bununla birlikte Bingöl ili nispeten kışları soğuk ve yağışlı, yazları daha sıcak ve kurak iklime sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile kışları daha soğuk, yazları serin iklime sahip Doğu Anadolu Bölgesi arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Denemelerin yürütüldüğü alan olan Merkez ilçeye bağlı Ardıçtepe köyünün vejetasyon periyodundaki sıcaklık ortalaması ve yağış miktarı Çizelge 2'de verilmiştir.

Deneme materyalini, Yerel-1, Yerel-2, Yerel-3, Yerel-4, Aras- 98, Yakutiye-98,

Çizelge 1. Deneme alanının toprak özellikleri

Table 1. Soil properties of research area

Numune Derinliği (cm)	Toprak Bünyesi	pH	Tuz İçeriği (%)	Organik Madde (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Kireç (%)
0-30 cm	Tınlı	6.57	0.0315	1.905	7.91	24.51	0.36

Çizelge 2. Bingöl ili 2016 yıllarına ait iklim verileri

Table 2. Climate data for Bingöl province in 2016

Aylar	Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)	Nispi Nem Ortalaması (%)	Toplam Yağış (mm)
Ocak	-2.6	77.8	234.4
Şubat	2.3	74.6	87.8
Mart	7.5	59.9	123.5
Nisan	15.0	48.5	45.2
Mayıs	16.3	57.3	61.9
Haziran	23.5	44.6	33.8
Temmuz	28.4	32.7	3.6
Ağustos	29.3	27.9	0.0
Eylül	21.7	39.5	28.3
Ekim	14.8	44.8	4.6
Kasım	6.5	47.6	51.5
Aralık	-2.7	74.1	154.3
Ort.	13.3	52.4	69.075

Terzibaba, Mecidiye, Elkoca ve Kantar olmak üzere 10 fasulye çeşidi ve bu çeşitlerin oluşturduğu parsellerden elde edilen faydalı ve zararlı böcekler oluşturmaktadır. Ayrıca belirtilen 10 kuru fasulye çeşidinde *A. obtectus*'un laboratuvar şartlarındaki popülasyon gelişiminin takibi için arazide toplanan ergin böcekler kullanılmıştır.

Arazi çalışması, Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait arazide 2016 yılında gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede fasulye çeşitleri 09.05.2016 tarihinde, sıra üzeri 8 cm, sıra arası 50 cm, parsel uzunluğu 5 m ve her parselde 6 sıra ekim düzeninde 2 dekarlık bir alana ekilmiştir. Denemede, ekim ile birlikte 10 kg/da DAP gübrelenmesi yapıp, damla sulama sistemi kullanılarak 8-10 kez sulama ve 4 kez çapalama bakım işlemleri yapılmıştır. Deneme alanında çalışma süresince herhangi bir kimyasal ilaçlama yapılmamıştır. Kuru fasulye çeşitleri 21.09.2016 tarihinde el ile hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler Tarla Bitkileri Laboratuvarına getirilerek baklaların kuruması için 1 hafta beklenmiştir. Daha sonra harman işlemi yapılan kuru fasulye çeşitleri çuvallarla depoya kaldırılmıştır. Ayrıca çalışmada fasulye çeşitlerinin yer aldığı parsellerde hem sörvey usulü hem de fasulye çeşitlerinin bulunduğu alanı temsil edecek şekilde her sırada en az 10 bitki kontrol edilerek haftalık sayımlar yapılmakla beraber, çeşitleri oluşturan parsellerde 2 kez atrap sallanarak faydalı ve zararlı böcekler toplanmıştır (Tamer ve ark., 1998). Sayımlar genellikle sabah saat 09.00 ile akşam 17.00 saatleri arasında böceklerin doğada aktif olarak bulunduğu zamanda gerçekleştirilmiştir. Yapılan atrap sallama tekniğiyle elde edilen böcekler kilitli PVC poşetlere alınıp etil asetat sıkılarak ölmeleri sağlandıktan sonra Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarı'na götürülmüştür. Laboratuvara getirilen böcekler iğnelenmiş ve etiketleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin sonucunda laboratuvarında bulunan stereo mikroskoplarda incelenmiştir. Toplanan örneklerin teşhisleri araştırmacı tarafından yapılmış olup, *A. obtectus*'un tür teşhisinde (Hubble, 2010) teşhis anahtarı kullanılmıştır.

Bu böcekler ilk başta takım familya ve cins olarak ayrılmış ve bu işlemler tamamlandıktan sonra tür düzeyinde sınıflandırması yapılmıştır (Tamer ve ark., 1998).

Arazideki fasulye çeşitlerinden tohum böcekleri ile bulaşık olduğu tespit edilen kapsüller kilitli PVC poşetlere alınarak laboratuvara getirilmiş ve ergin tohum böcekleri elde etmek amacıyla kültüre alınmıştır (Yılmaz ve Elmalı, 2002). Elde edilen *A. obtectus* erginleri laboratuvar şartlarında her çeşitten 50 adet kuru fasulye danesi bulunan üstü tülbentle kapalı 10 cm çapındaki plastik kültür kaplarına 20 adet zararlı olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak 06.12.2016 tarihinde bulaştırılmıştır (Yılmaz ve Elmalı, 2002). Bu kültür kaplarında 12 ay boyunca ergin böcek çıkışı takip edilmiştir. Bütün kültür kapları 06.12.2017 tarihinde açılarak, kaplarda ergin zararlı sayımı ile birlikte zarar gören danelerdeki delik sayısı ve deliksiz dane sayısı hesaplanmıştır (Brzostek and Ignatuwicz, 1992). Hesaplanan bu değerlerle *A. obtectus*'un farklı fasulye çeşitlerindeki popülasyon gelişimi ve zarar oranı saptanmış ve böylece dayanıklı ve hassas fasulye çeşitleri belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışmada her bir kültürde kullanılan dane 0.001 hassasiyetli terazide tartılarak ortalama ağırlığı gram cinsinden belirtilmiştir. Azot oranı Dumas yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Öğütme cihazı kullanılarak toz haline getirilen danelerde, protein içerikleri Dumas yöntemleriyle Dumatherm cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Olgun ve ark., 2013; Caporaso ve ark., 2018). Bakla boyu baklanın orta kısmından itibaren dijital bir kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Balkaya ve Odabaş, 2004).

Araştırmada laboratuvar çalışmasından elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Jmp-7 paket programı Korelasyon karşılaştırma testi kullanılmıştır (Turanlı ve Kısmalı, 2011).

Bulgular ve Tartışma

Arazi şartlarında belirlenen alanlarda üretimi gerçekleştirilen 10 adet fasulye çeşidinde haftalık arazi kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarla fasulye tohum böceği %23 oranla en fazla Mecidiye çeşidinin yer aldığı parselde yoğunluk oluşturmuş ve çalışma süresi boyunca hem sörvey hem de atrap yöntemiyle

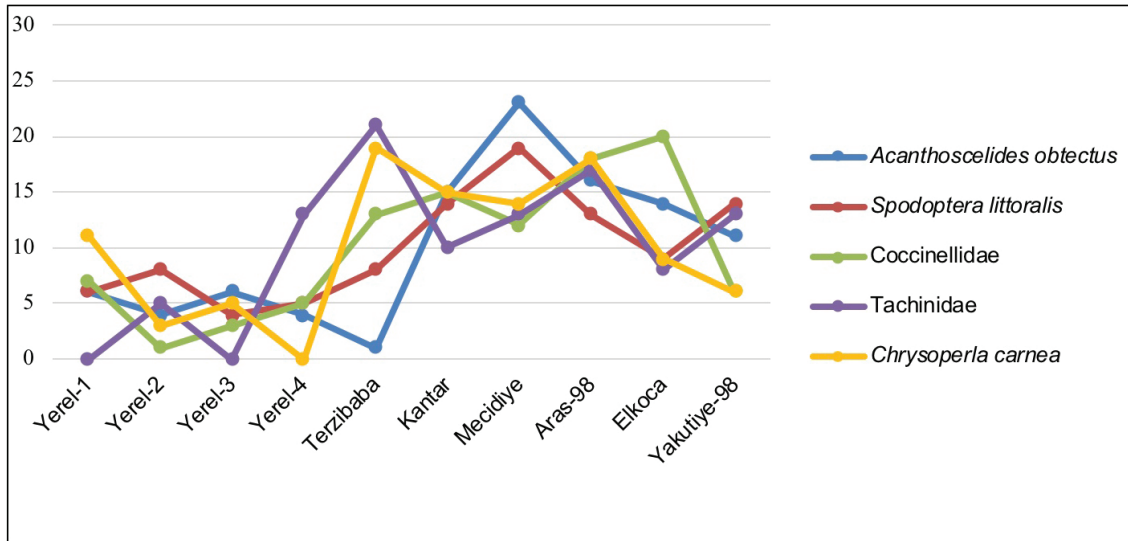
Çizelge 3. 2016 yılında 10 farklı fasulye çeşidinde yapılan sörvey neticesinde elde edilen zararlı ve faydalı böceklerin sayı ve yüzde oranları

Table 3. Number and Percentage of harmful and beneficial insects obtained in the survey of 10 different bean varieties in 2016

Fasulye çeşitleri	Zararlı Böcekler				Faydalı Böcekler					
	Acanthoscelides obtectus		Spodoptera littoralis		Coccinellidae		Tachinidae		Chrysoperla carnea	
	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet
Yerel-1	6	21	6	15	7	8	0	0	11	8
Yerel-2	4	14	8	21	1	1	5	2	3	2
Yerel-3	6	19	4	10	3	4	0	0	5	4
Yerel-4	4	12	5	13	5	6	13	5	0	0
Terzibaba	1	5	8	21	13	15	21	8	19	14
Kantar	15	51	14	35	15	18	10	4	15	11
Mecidiye	23	77	19	48	12	14	13	5	14	10
Aras-98	16	55	13	32	18	21	17	7	18	13
Elkoca	14	49	9	23	20	24	8	3	9	7
Yakutiye-98	11	35	14	36	6	8	13	5	6	5

tüm çeşitlerden toplam 338 ergin birey elde edilmiştir. Ayrıca fasulye tohum böceğinin %1 oranla en az Terzibaba çeşidinde yoğunluk oluşturduğu saptanmıştır. *Spodoptera littoralis* en fazla %19 oranla Mecidiye çeşidinde, en az %4 oranla Yerel-3 çeşidinde saptanmıştır. Faydalı böceklerden Coccinellidae familyasına ait bireyler tüm çeşitlerden toplanan toplam 119 adet birey ile çoğunluğu oluşturmuş; bunlar da %20 oranla en fazla Elkoca çeşidinde tespit edilmiştir. Tachinidae familyasına mensup bireyler %21 oranla en

fazla Terzibaba çeşidinde saptanırken çalışma periyodu boyunca tüm çeşitlerde toplam 39 adet ergin birey elde edilmiştir. Chrysopidae familyasına mensup *Chrysoperla carnea* en fazla %19 oranla Terzibaba çeşidinde saptanırken çalışma periyodu boyunca tüm çeşitlerden toplam 74 birey elde edilmiştir (Çizelge 3). Daha önce Özdem ve Kovancı (1996)'nın yaptığı çalışmalara bakıldığında tarla koşullarında en fazla zarar gören çeşidin Yunus-90 olduğunu görülmektedir.



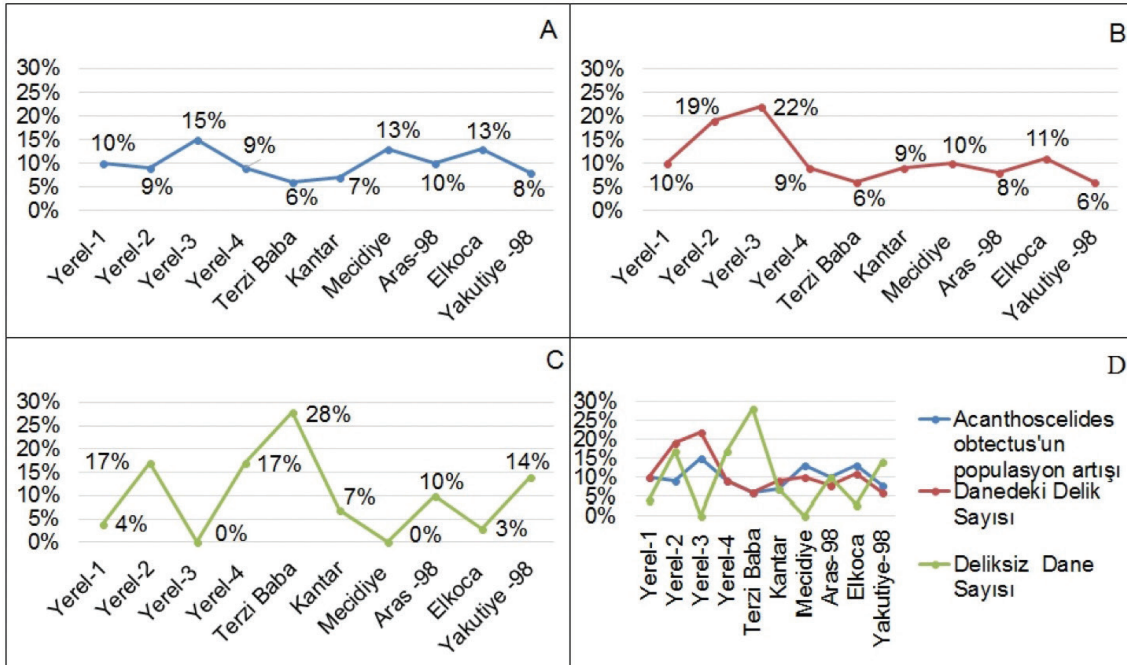
Şekil 1. 2016 yılında 10 adet fasulye çeşidinde yapılan sörvey neticesinde elde edilen zararlı ve faydalı böceklerin yüzde oranları

Figure 1. Percentage of harmful and beneficial insects obtained in the survey of 10 different bean varieties in 2016

Bunlar dışında yapılan atrap sallama işlemi neticesinde Yaprak Pireleri (*Empoasca decipiens*, *Asymmetrasca decedens*), Dut Kimılı (*Dolycoris baccarum*), Baklagil Pentatomidi (*Piezodorus lituratus*), Kırmızıörümcekler (*Tetranychus* spp), Yaprak Galeri Sinekleri (Liriomyzidae), Yaprakbitleri (Aphididae), Kambur üçgenböceği (*Stictocephala bisoni*), gibi zararlı böcek türleri elde edilmiştir. Ancak bu zararlılardan Dut Kimılı (*Dolycoris baccarum*), Yaprak Pireleri (*Empoasca decipiens*, *Asymmetrasca decedens*) ve Baklagil pentatomidinin (*Piezodorus lituratus*) daha fazla yoğunluk oluşturduğu ve neredeyse her atrapta bu zararlılara rastlanıldığı görülmüştür. Diğer zararlıların ise zaman zaman görüldüğü tespit edilmiştir. Hasat olgunluğuna ulaşan fasulye çeşitleri ayrı ayrı hasat edilerek ayrı torbalar ile Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tarla Bitkileri Laboratuvarı'na getirilmiştir. Tarla Bitkileri Laboratuvarı'nda kapsüller açılarak fasulye tohumları kapsüllerden ayıklanmıştır. Daha sonra her fasulye çeşidinden elde edilen tohumlar ayrı torbalara aktararak ortalama 22 °C sıcaklık ve %33 orantılı nemi

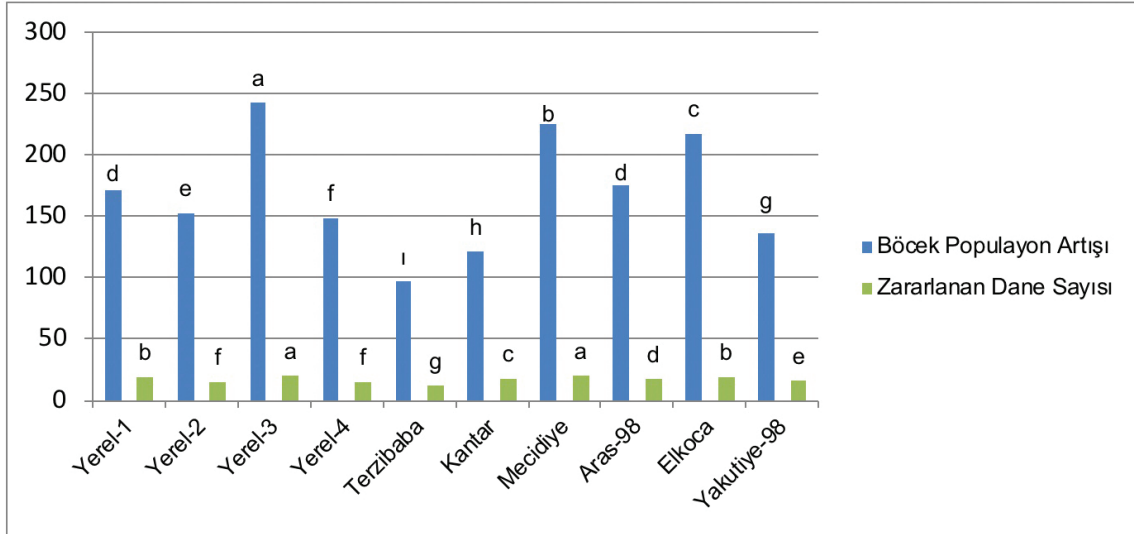
olan depoya kaldırılmıştır. Daha sonraki dönemlerde iki haftada bir depoya gidilerek fasulye torbalarında tohum böcekleri olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan kontroller neticesinde tüm fasulye çeşitlerinde fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus*) olduğu görülmüştür. Turanlı ve Kısmalı (2011) yürütmüş oldukları çalışmada depo zararlısı *A. obtectus* türü özellikle fasulye ve nohut örneklerindeki yaygınlığı ile öne çıkması ile birlikte Marmara Bölgesi'nde bu türün çok fazla bulaşıklık oluşturduğu anlaşılmıştır.

Bunun yanında ortalama 25 °C sıcaklık ve %26 orantılı neme sahip laboratuvarda üstü tülbentle kapalı 10 cm çapındaki tohum böcekleri izleme plastik kültür kaplarına aktarılmış ve bu kültür kutularından 12 ay boyunca fasulye tohum böceği elde edilmiştir. 12 ay sonunda kültür kaplarındaki ergin zararlı sayımı ile birlikte zarar gören danelerdeki delik sayısı ve deliksiz dane sayısı hesaplanmıştır. Bu sayımlar sonucunda fasulye tohum böceğinin diğer çeşitlere nazaran en fazla popülasyon artışını gerçekleştirdiği çeşit %15 oranla (243 Ergin birey) Yerel-3 olurken en az popülasyon



Şekil 2. *Acanthoscelides obtectus*'un laboratuvar koşullarında farklı fasulye çeşidi danelerinde 12 aylık gelişimi. (A) Popülasyon düzeyi, (B) danelerdeki delik oranı, (C) deliksiz dane sayısı ve (D) elde edilen verilerin birbiri ile karşılaştırılması

Figure 2. Development of *Acanthoscelides obtectus* on seeds of different bean varieties under laboratory conditions for 12 months. (A) Population level, (B) number of seed holes in the corners, (C) seed number with no holes, and (D) comparison of the whole data obtained during the course of the study.



Şekil 3. *Acanthoscelides obtectus*'un farklı fasulye çeşidi danelerindeki popülasyon düzeyi ve fasulye danelerinin zararlanma oranı ($P < 0.001$; Tukey çoklu karşılaştırma testi)

Figure 3. Population development of *Acanthoscelides obtectus* and damage rate of bean cultivars ($P < 0.001$; Tukey's multiple comparison test).

artışının gerçekleştiği çeşit %6 oranla (97 ergin birey) Terzibaba olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Danelerdeki zarar oranı (danelerdeki delik sayısı) en fazla %22 oranla Yerel-3 çeşidinde gözlenirken ez az %6 oranla Terzibaba ve Yakutiye-98 çeşitlerinde saptanmıştır. Zarar görmeyen dane bakımından Terzibaba %28 oranla en fazla sağlam daneye sahip çeşit olurken, Mecidiye ve Aras-98 çeşitlerinde zarar görmeyen daneye hiç rastlanmamıştır (Şekil 2). Dolayısıyla çeşitler arasında gerek danede saptanan delik sayısı gerek zarar görmeyen dane sayısına göre yapılan mukayese neticesinde laboratuvar şartlarında *A. obtectus*'a karşı Terzibaba çeşidi en

dayanıklı çeşit seçilirken Yerel-3 çeşidi en hassas çeşit olarak belirlenmiştir. Ayrıca *A. obtectus*'un popülasyon gelişimini Terzibaba çeşidi olumsuz yönde etkilerken Yerel-3 çeşidi olumlu yönde katkı sağlamıştır (Şekil 2). Bu veriler elde edilen sonuçlar istatistik programına tabi tutularak verilerin doğruluğu teyit edilmiştir (Şekil 3, Şekil 4). Ancak Yılmaz ve Elmalı (2002)'nin yapmış oldukları çalışmada en hassas çeşit Yunus-90, en dayanıklı ise Şehirli-90 çeşidi olarak tespit edilmiştir.

Laboratuvarda kullanılan çeşitlerde; toplam dane ağırlığı, azot oranı, protein oranı, bakla eni, bakla boyu gibi değerler hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Laboratuvar şartlarında 10 farklı fasulye çeşidinde kültüre alınan *Acanthoscelides obtectus*'un gelişimi ve zarar oranı

Table 4. Population development and damage rate of *Acanthoscelides obtectus* cultured in 10 different bean cultivars under laboratory conditions

Fasulye çeşitleri	<i>Acanthoscelides obtectus</i> 'un Ergin Birey Sayısı	Danedeki Delik Sayısı	Dane sayısı	Deliksiz dane sayısı
Yerel-1	172	186	50	1
Yerel-2	153	153	50	5
Yerel-3	243	384	50	0
Yerel-4	149	157	50	5
Terzi Baba	97	110	50	8
Kantar	121	152	50	2
Mecidiye	225	186	50	0
Aras-98	175	148	50	3
Elkoca	218	186	50	1
Yakutiye-98	136	103	50	4

Çizelge 5. Laboratuvarda kullanılan fasulye çeşitlerindeki toplam dane ağırlığı (g), azot oranı (%), protein oranı (%), bakla eni (mm), bakla boyu (mm)

Table 5. Total grain weight (g), nitrogen content (%), protein content (%), bean width (mm), bean length (mm) of bean varieties used in the laboratory.

Fasulye çeşitleri	Toplam Dane Ağırlığı (g)	Azot oranı (%)	Protein oranı (%)	Bakla eni (mm)	Bakla boyu (mm)
Yerel-1	4.049	4.258	24.315	6.80	14.80
Yerel-2	3.641	3.172	18.114	7.78	14.06
Yerel-3	4.688	6.613	37.760	7.42	14.12
Yerel-4	3.273	4.963	28.338	7.48	13.54
Terzibaba	5.086	4.149	23.688	8.10	12.42
Kantar	2.623	5.504	31.428	7.72	12.44
Mecidiye	3.522	5.598	31.966	8.10	14.64
Aras-98	3.380	4.589	26.201	7.60	14.30
Elkoca	2.769	5.909	33.743	6.48	13.32
Yakutiye-98	3.324	5.559	31.743	6.76	12.46

Bu değerlerle gerek *A. obtectus*'un popülasyon artışı gerekse fasulyedeki zarar oranı karşılaştırıldığında protein ve azot oranı en yüksek olan Yerel-3 çeşidinde hem popülasyon artış oranı hem de zararlanmanın en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Danedeki protein ve azot oranı yükseldikçe *A. obtectus*'un popülasyonu ve danedeki zarar oranının arttığı söylenebilir. Bunun yanında toplam dane ağırlıklarına bakıldığında *A. obtectus*'un popülasyonu ve danedeki zarar oranının en az olduğu Terzibaba çeşidinin en yüksek dane ağırlığına sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Zira Guzman ve ark. (1996)'nın 17 fasulye çeşidinde *Zabrotes subfastciatus* ve *A. obtectus*'a karşı yapmış oldukları dayanıklılık testinde üç çeşidin *Z. subfastciatus*'a karşı dayanıklı olduğunu, hiçbir çeşidin *A. obtectus*'a karşı dayanıklı olmadığını ve fasulye çeşitlerinin, kabuk kalınlığı, tane sertliği, tanen ve protein oranı ile *A. obtectus*'un gelişmesi arasında korelasyon olmadığı saptamışlardır.

Sonuçlar

Yürütülen bu araştırma deneme alanındaki fasulye çeşitlerinde asıl zararlı olarak *A. obtectus* yanında *S. exigua*'nın da kısmi zarar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Neredeyse tüm parsellerde *A. obtectus* popülasyonunun ekonomik zarar eşiği seviyelerinde olduğu ve mutlaka mücadele edilmesi gerektiği söylenebilir. Ancak fasulye yetiştirilen alanlarda faydalı böceklerden olan Coccinellidae, Tachinidae familyalarına ait bireyler ile

birlikte *C. carnea* gibi faydalı böceklerin belirli yoğunlukta olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle yapılacak kimyasal mücadelede çok dikkatli davranılmalıdır. Zira daha önce yürütülen çalışmalarda kullanılan pestisitlerin hem insan ve çevre sağlığında hem de soyu tükenme tehlikesi altında olan bazı böcek türlerinin yok olmasına neden olabileceği söylenmektedir (Kaplan, 2018). Dolayısıyla yapılacak kimyasal mücadelenin fasulye yetiştirilen alanlarda bulunan faydalı böcek popülasyonunu olumsuz etkilemesi mümkündür. Bunun yanında arazi şartlarında fasulye çeşitleri arasında *A. obtectus*'un zararının en fazla Mecidiye çeşidinde; en az da Terzibaba çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca laboratuvar şartlarında fasulye çeşitlerinde kültüre alınan *A. obtectus*'un zararının Yerel-3 ve Mecidiye çeşitlerinde çok fazla olduğu, Terzibaba çeşidinde ise daha az olduğu gözlemlenmiştir. Böylelikle gerek arazi şartlarında ve gerekse laboratuvar şartlarında *A. obtectus*'a karşı en dayanıklı çeşit Terzibaba çeşidi olarak belirlenmiştir. Bu zararlıya karşı en hassas çeşit olarak arazi şartlarında Mecidiye ve laboratuvar şartlarında ise Yerel-3 belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Atak, E.D. (1975). Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say)'nin biyo-ekolojisi ve mücadelesi üzerine araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, Teknik Bülten 7 İstanbul, 64 s.
- Balkaya, A., & Odabaş, M.S. (2004). Samsun Koşullarında Ekim Zamanının Barbunya

- Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Yetiştiriciliğinde Erkencilik, Verim Ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Bahçe 33 (1-2), 7-15.
- Brzostek, G., & Ignatuwicz, S. (1992). Oviposition preference of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera:Bruchidae), for varieties of the common bean. Annals of Warsaw Agricultural University SGGW AR, Horticulture 16 (1), 65-78.
- Caporaso, N., Whitworth, M.B., & Fisk, I.D. (2018). Protein content prediction in single wheat kernels using hyperspectral imaging. Food Chemistry 240 (2018), 32-42.
- Dörtbudak, N., Erdoğan, P., & Aydemir, M. (1999). Orta Anadolu Bölgesi'nde depolanan mercimek ve fasulyede zararlı olan Baklagil tohum böceklerinin yayılışı, bulaşma oranı, yoğunlukları ve meydana getirdikleri ürün kayıpları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni 39 (1-2), 57-75.
- Elmalı, M., & Toros, S., (1990). Değişik Fasulye Çeşitlerinin Denge Nem Oranları ve Bunun Fasulye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say, Col, Bruchidae)'nin Gelişme ve Çoğalmasına Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1195, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 655 Ankara, 37 s.
- Esin, T., (1971). Hububat ve Ambar Zararlıları Mücadele Talimatı. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Mesleki Kitaplar Serisi Ankara, 145 s.
- Guzman Maldonado, S.H., Marin, A.J., Castellanos, J.Z., Acosta, J.A.G., & Gonzalez, F.M. (1996). Relationship between physical and chemical characteristics susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boh) (Col.: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. Journal of Stored Products Research 32 (1), 53-58.
- Hubble, D., (2010). Keys to the adults of Seed and Leaf Beetles of the British Isles. (Coleoptera: Bruchidae, Orsodacnidae, Megalopodidae and Chrysomelidae) Bringing Environmental Understanding To All. AID GAP "Aids to identification in Difficult Groups of Animals and Plants, Test Version 2010.
- Kalkan, M. (1972). Orta Anadolu Bölgesi'nde bakliyata zarar veren Baklagil tohum böceklerinin tür, yayılış ve zarar oranları üzerinde araştırmalar. Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı Sayı: 6. 64 s.
- Kaplan, E., (2018). "Diyarbakır Tarım Alanlarında Böcek Biyoçeşitliliği Üzerine Bir Değerlendirme" Türkiye Biyoetik Dergisi 4 (3), 125-133.
- Mbogo, K.P, Davis, J., & Myers, J.R. (2009). Transfer of the arcelin-phytohaemagglutinin-a amylase inhibitor seed protein locus from tepary bean (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) to common bean (*P. vulgaris* L.). Biotechnology 8 (1), 285-295.
- Olgun, M., Başçiftçi, Z.B., Ayter, N.G., Kutlu, İ., Akın, A. & Karaduman, Y. (2013). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Protein Oranının Üç Farklı Analiz Yöntemine Göre Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8 (2), 80-87.
- Özer, M., & Yücel, A. (1989). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde baklagillerde zararlı Baklagil tohum böcekleri, yayılışları, en önemli türün biyo-ekolojisi ve savaş yöntemleri. Doğa 13 (2), 361-381.
- Özdem, A., & Kovancı, B. (1996). Eskişehir ilinde Fasulye Tohum Böceği *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera, Bruchidae)'nin değişik tarihlerde ekimi yapılan fasulye çeşitlerindeki zarar oranı üzerinde araştırmalar. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri 251-258.
- Saraçoğlu, K., & Erkan, S. (2016). Fasulye Tohumlarındaki Viral Etmenlerin Saptanmasında Tanı Yöntemlerinin Duyarlılıklarının İncelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 53 (3), 309-315.
- Şehirli, S. (1988). Yemeklik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1098, Ders Kitabı No: 314.
- Tamer, A. (1996). *Acanthoscelides obtectus* (Say) ve *Callosobruchus maculatus* F.'un gelişme süresi üzerine sıcaklığın ve besinin etkilerinin araştırılması. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi 24-28 Eylül 1996, Ankara.
- Tamer, A., Has, A., Aydemir, M., & Çalışkaner, S. (1998). Orta Anadolu Bölgesi'nde yemeklik baklagiller (mercimek, nohut, fasulye)'de görülen zararlı ve faydalı böcekler üzerinde faunistik çalışmalar Bitki Koruma Bülteni 38 (1-2), 65-90.
- Thiery, D. (1984). Hardness of some fabaceous seed coats in relation to larva 1 penetration by *Acanthoscelides obtectus* Say (Col., Bruchidae). J. Stored Products Research 204 (4):177-181.
- Turanlı, D., & Kısmalı, Ş. (2011). Denizli ve Uşak illerinde depolanmış baklagillerde bulunan Bruchidae (Coleoptera) türleri. Bitki Koruma Bülteni 51 (2), 195-205.
- Tüik, (2016). Türkiye İstatistik Kurumu <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim tarihi: 21.09.2016.
- Yaşarakıncı, N. (1991). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek ve Nohut Alanlarında Zararlı Olan *Heliothis* Ochs. (Lep:Noctuidae), Türleri ve Yayılış Alanları; Nohut yeşil kurdu [*Heliothis virescens* (Humagel)]'nin Biyolojisi, Konukçuları ve Doğal Düşmanları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Araştırma Eserleri Serisi No: 8, Ankara, 119.
- Yılmaz, A., & Elmalı, M. (2002). Değişik Fasulye Çeşitlerinde Fasulye Tohumböceği [*Acanthoscelides Obtectus* (Say) (Col: Bruchidae)]'nin Gelişme ve Çoğalması. Bitki Koruma Bülteni 42 (1-4), 35-52.
- Yücel, A. (1985). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde baklagillerde zararlı Baklagil tohum böcekleri, yayılışları, en önemli türün biyo-ekolojisi ve savaş yöntemleri (Doktora Tezi). Diyarbakır Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Diyarbakır.



TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Şehit Cem Ersever Cad. No: 9 Yenimahalle/ANKARA

Tel: (0-312) 343 10 50 Faks: (0-312) 327 28 93

arastirma.tarim.gov.tr/tarlabitkileri