



T.C.
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI

Tarla Bitkileri Merkez
Araştırma Enstitüsü
DERGİSİ

*JOURNAL OF
Field Crops Central
Research Institute*

ISSN : 1302-4310
E-ISSN : 2146-8176

Cilt/Volume **26**
Sayı/Number **1**

Yıl/Year **2017**

TARLA BİTKİLERİ
MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ
DERGİSİ

JOURNAL OF
FIELD CROPS
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

ISSN: 1302-4310
E-ISSN: 2146-8176

CİLT
VOLUME **26**

SAYI
NUMBER **1**

2017



TUBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veri Tabanı (Tarım Bilimleri) Tarafından taranmaktadır.

Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agricultural Sciences Database.



TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik Tarafından Yayınlanmaktadır.

Published by TUBİTAK-ULAKBİM Turkish JournalPark Academic Database.



CROSSREF® Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır.
Indexed by CROSSREF® Database.

*Makaleler DOI numarası ile yayınlanmaktadır.
Articles are published with DOI number.*



Scientific Indexing Services Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır.

Indexed by Scientific Indexing Services.



Science Library Index Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır.

Indexed by Science Library Index.



Academic Resource Index (ResearchBib) Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır.

Indexed by Academic Resource Index (ResearchBib).

**TARLA BİTKİLERİ
MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

*JOURNAL OF FIELD CROPS
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE*

**Yayın Sahibinin Adı / Published by
Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Adına
Enstitü Müdürü / Director of Institute**

İlhan SUBAŞI

Editör / Editor-in-Chief

Aliye PEHLİVAN

Yayın Kurulu / Editorial Board

Dr. Kadir AKAN
Dr. Erol KARAKURT
Akın ARAS

Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE
Dr. Alaettin KEÇELİ
Vildan ÖZEN KUZ

Grafik Tasarım / Graphic Design
Filiz ERYILMAZ

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: (+90312) 343 10 50 **Belgegeçer / Fax:** (+90312) 327 28 93

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

Dergi Web Sayfası / Journal Home Page:

<http://dergipark.gov.tr/tarbitderg>

<http://arastirma.tarim.gov.tr/tarlabitkileri/Menu/11/Dergi>

Basım Yeri / Printed: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı

İvedik Caddesi Bankacılar Sokak No:10 Yenimahalle - Ankara

Tel: (+90312) 315 65 55 **Belgegeçer / Fax:** (+90312) 344 81 40

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT
VOLUME 26

SAYI
NUMBER 1

2017

ISSN : 1302-4310
E-ISSN : 2146-8176

Danışma Kurulu* / Advisory Board*

Prof. Dr. Alptekin KARAGÖZ	Aksaray Üniversitesi Aksaray Teknik Bilimler Meslek Y.O. - Aksaray
Prof. Dr. Aydın AKKAYA	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni. Ziraat F. - K. Maraş
Prof. Dr. Ayhan ATLI	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Şanlıurfa
Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA	Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Cafer Sırrı SEVİMAY	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Dilek BAŞALMA	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Hamit KÖKSEL	Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Hayrettin EKİZ	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. İlhami BAYRAMİN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Eskişehir
Prof. Dr. Melahat AVCI BİRSİN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat F. - Çanakkale
Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ	Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen - Edebiyat F. - Bolu
Prof. Dr. Saime İKİNCİKARAKAYA	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Sait ADAK	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Serkan URANBEY	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Suzan ALTINOK	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Taner AKAR	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Antalya
Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ	Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri F. - Bolu
Prof. Dr. Temel GENÇTAN	Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Tekirdağ
Doç. Dr. Ahmet TAMKOÇ	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Konya
Doç. Dr. Kağan KÖKTEN	Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Bingöl
Doç. Dr. Muharrem KAYA	Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Isparta

* Danışma kurulu alfabetik sıraya göre yazılmıştır

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT
VOLUME 26

SAYI
NUMBER 1

2017

ISSN : 1302-4310
E-ISSN : 2146-8176

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

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler*

Prof. Dr. Ayhan ATLI

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER

Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Cennet OĞUZ

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Diğdem ARPALI

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Emine BAYRAM

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof Dr. Erşan KARABABA

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Prof. Dr. Faruk TOKLU

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Hakan ULUKAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Hasan BAYDAR

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Hüseyin BAŞAL

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. İlhami BAYRAMİN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. Kenan PEKER

Fırat Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

Prof. Dr. Metin TOSUN

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Metin TUNA

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

*Hakemler alfabetik sıraya göre yazılmıştır

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT
VOLUME 26

SAYI
NUMBER 1

2017

ISSN : 1302-4310

E-ISSN : 2146-8176

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

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler*

Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Musa İlhan ÇAĞIRGAN

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Muzaffer TOSUN

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Nejdet KANDEMİR

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Orhan KURT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Osman EREKUL

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Özden ÖZTÜRK

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Sebahattin ALBAYRAK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra Meslek Yüksekokulu

Prof. Dr. Süleyman SOYLU

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Taner AKAR

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Temel GENÇTAN

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ

Bozok Üniversitesi Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

*Hakemler alfabetik sıraya göre yazılmıştır

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT
VOLUME 26

SAYI
NUMBER 1

2017

ISSN : 1302-4310
E-ISSN : 2146-8176

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

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler*

Prof. Dr. Yusuf KURUCU

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç. Dr. Ahmet Tuğrul POLAT

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Doç. Dr. Barış Kara

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Doç. Dr. Emre İLKER

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Metin DEMİR

Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Doç. Dr. Mustafa SÜRME

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Ramazan ACAR

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

*Hakemler alfabetik sıraya göre yazılmıştır

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT
VOLUME 26

SAYI
NUMBER 1

2017

ISSN : 1302-4310

E-ISSN : 2146-8176

İÇİNDEKİLER (Contents)

Araştırmalar (Research Articles)

Effect of Different Sowing Times on Leaf Characteristics and Indican Content of Some *Isatis* Species

Bazı *Isatis* Türlerinin Yaprak Karakterleri ve İndikan İçeriği Üzerine Farklı Ekim Zamanlarının Etkisi

N. Çömlekçioğlu, L. Efe, Ş. Karaman 1

Mapping Wheat Growing Areas of Turkey by Integrating Multi-Temporal NDVI Data and Official Crop Statistics

Zaman Serisi NDVI Verileri ve Resmi Tarım İstatistikleri Kullanarak Türkiye Buğday Alanlarının Haritalandırılması

E. Ünal, C.A.J.M (Kees) De Bie 11

Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Yield, Yield Components and Some Quality Properties of Bread Wheat Varieties

S. Aydoğan, S. Soylu 24

Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) Çeşidinde Uygun Ekim Normunun Belirlenmesi

Determination of Sowing Rates of Different Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Cultivars Under Eskişehir Ecological Conditions

D. Katar, N. Katar 31

β -Glucan Content and Relationships to Some Agronomical and Quality Characters in Oat (*Avena sativa* L.)

Yulafta (*Avena sativa* L.) Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri ile β -Glukan İçeriği Arasındaki İlişkiler

N. Sarı, A. Ünay 40

The Influence of Row Spacing and Seeding Rate on Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinde Sıra Arası Mesafe ve Ekim Normunun Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi

A. Köse, Ö. Bilir 45

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT
VOLUME 26

SAYI
NUMBER 1

2017

ISSN : 1302-4310
E-ISSN : 2146-8176

İÇİNDEKİLER (Contents)

Araştırmalar (Research Articles)

- Atatürk Orman Çiftliği Arazisindeki Terkedilmiş Taş Ocaklarının Agropark Olarak Geri Kazanımı**
Rehabilitation of Derelict Quarries as Agropark in Atatürk Orman Çiftliği Area
M. Yıldız Yılmaz, N. Akpınar 53
- Farklı Biçim Zamanlarının Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve Yulaf (*Avena sativa* L.) Karışımlarında Ot Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri**
The Effects of Different Cutting Stages on Forage Yield and Quality in Pea (*Pisum sativum* L.) and Oat (*Avena sativa* L.) Mixtures
T. Yavuz 67
- Ankara İlinde Ekmekte Tüketici Tercihleri**
Consumer Preferences in Bread in Ankara
R. Taşçı, S. Karabak, M. Bolat, O. Acar, T. Şanal, A. Pehlivan, S. Külen, E. Güneş, M. Albayrak 75
- Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) Doğal Yağış Koşullarındaki Verim ve Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi**
Evaluation of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes of Yield and Quality Parameters Under Rainfall Condition
H. Aktaş, M. Karaman, E. Oral, E. Kendal, S. Tekdal 86
- Eskişehir Ekolojik Koşullarında Azotlu Gübrelemenin Ariotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nun Ot Verimi Üzerine Etkileri**
The Effects of Nitrogen Fertilization on Forage Yield of Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) Under Eskişehir Ecological Conditions
H. Yılmaz, S. Albayrak 96
- Bazı Yeşil Mercimek Genotiplerinde Verim ve Verimle İlgili Özellikler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi**
The Determination of Relationship Between Yield and Yield Characteristics in Some Green Lentils Genotypes
Ö. Sözen, U. Karadavut 104

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT
VOLUME 26

SAYI
NUMBER 1

2017

ISSN : 1302-4310

E-ISSN : 2146-8176

İÇİNDEKİLER (*Contents*)

Derlemeler (*Reviews*)

Yeni Nesil Genom Düzenleme Teknikleri: ZFN, TALEN, CRISPR'lar ve Bitkilerde Kullanımı

New Generation Genome Editing Techniques: ZFNs, TALENs, CRISPRs and Their Use in Plant Research

A. Akbudak, K. Kontbay 111

Makarnalık Buğdayda Kalite Islahı Çalışmaları

Quality Breeding Studies in Durum Wheat

A. Pehlivan, S. Ünver İkincikarakaya 127

Effect of Different Sowing Times on Leaf Characteristics and Indican Content of Some *Isatis* Species

*Nazan ÇÖMLEKCİOĞLU¹

Lale EFE²

Şengül KARAMAN¹

¹Biology Department, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş, Türkiye

²Field Crops Department, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş, Türkiye

*Corresponding author e-mail (Sorumlu yazar e-posta): noktem80@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 14.11.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 13.04.2017

Abstract

In this study, effects of different sowing dates on the some agronomic properties of 4 *Isatis* species (*Isatis tinctoria* L., *Isatis candolleana* BOISS. (endemic), *Isatis tinctoria* L. subsp. *corymbosa* (BOISS.) DAVIS and *Isatis buschiana* SCHISCHKIN) were investigated in ecological conditions of Kahramanmaraş in 2008 and 2009 growing season. Optimum sowing time for *I. tinctoria* leaf yield was spring and for the other species were autumn. The highest leaf yield was obtained in 2008 for all species and the values were 15185 kg ha⁻¹ in *I. tinctoria*, 15109 kg ha⁻¹, 19299 and 10909 kg ha⁻¹ in *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, *I. buschiana* and *I. candolleana*, respectively. The highest indican contents were found 23.5, 21.4, 18.2 and 15.2 mg g⁻¹ in *I. buschiana*, *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, *I. tinctoria* and *I. candolleana* respectively, by using ultrasonic extraction and DAD detector analysis of HPLC.

Keywords: HPLC-DAD, *Isatis*, indican, leaf yield, sowing date

Bazı *Isatis* Türlerinin Yaprak Karakterleri ve İndikan İçeriği Üzerine Farklı Ekim Zamanlarının Etkisi

Öz

Bu çalışmada Kahramanmaraş ekolojik koşullarında 2008 ve 2009 yetiştirme sezonlarında yetiştirilen 4 *Isatis* türünün (*Isatis tinctoria* L., *Isatis candolleana* BOISS. (endemik), *Isatis tinctoria* L. subsp. *corymbosa* (BOISS.) DAVIS ve *Isatis buschiana* SCHISCHKIN) bazı agronomik özellikleri üzerine farklı ekim zamanlarının etkileri incelenmiştir. *I. tinctoria* bitkisinden yaprak verimi almak için optimum ekim zamanı ilkbahar-ken diğer türler için sonbahar olmuştur. *I. tinctoria*'dan 15185 kg ha⁻¹ *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*'dan 15109 kg ha⁻¹, *I. buschiana*'dan 19299 ve *I. candolleana*'dan 10909 kg ha⁻¹ olmak üzere, tüm türler için en yüksek yaprak verimleri 2008 yılında elde edilmiştir. HPLC'de yapılan analizler sonucunda, *I. buschiana*, *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, *I. tinctoria* ve *I. candolleana*'da en yüksek indican içerikleri sırasıyla 23.5, 21.4, 18.2 ve 15.2 mg g⁻¹ olmak üzere ultrasonikasyonla yapılan ve DAD dedektörle yapılan okumalardan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekim zamanı, HPLC-DAD, *Isatis*, indican, yaprak verimi

Introduction

Indigo was the most universally important dyestuff (Gilbert and Cook 2001) and natural indigo as a textile dye have been used since Bronze Age (-7000) (Pawlak et al. 2006). Natural indigo can be derived from many plants belonging to different species, genera and families but the most commonly used species was *Isatis tinctoria* in temperate climates (Gilbert and Cook 2001). In addition to being a dye plant, *I. tinctoria* is also known as a medicinal plant. Leaves, roots and seeds of *I. tinctoria* contain indole-derived compounds (principally glucosinolate) with anti-inflammatory and

anti-tumoral properties (Frechard et al. 2001; Hamburger 2002; Oberthür et al. 2005). The roots are used for pharyngitis, laryngitis, erysipelas, and carbuncle, and to prevent hepatitis A, epidemic meningitis, cancer and inflammation and also antibiotic, antiseptic and anti-viral activities were also reported (Han et al. 2011). Although *Isatis* is a natural source of indigo, breeding programme for *I. tinctoria* attracted limited scientific interest (Angelini et al. 2007). The production of low-cost and high-quality plant material in great amounts is a significant factor for all of the commercial

plants. Hence, it is essential to develop effective cultivation methods for important dye plants (Kızıl 2006). Agriculture for woad was achieved using wild-type *Isatis* seeds. Thus, high variability for agronomic and genetic traits was frequently observed (Spataro and Negri 2008). The renewed interest in natural dyes showed that the potentials in cultivations of woad in marginal lands and their usage in medicine and cosmetic industry could make it interesting crop in the near future (Rocha et al. 2011).

In this study, wild species of *I. buschiana*, *I. candolleana*, *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* and a culture form *I. tinctoria* were cultivated with the aim of (i) to evaluate differences among the sowing dates in leaf yield and characteristics of *Isatis* species grown in a field experiment; (ii) to determine the amount of indican (iii) to define potential high yielding plants to investigate in further breeding programs.

Material and Method

Plant Material

Wild-types of *I. buschiana*, *I. candolleana* (endemic), *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* and a culture form of *I. tinctoria* were investigated. *I. tinctoria* seeds were provided from Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Gatersleben, Germany. Wild *I. candolleana* (endemic) plants and seeds were collected from Ahir Mountain in Kahramanmaraş (city center) at June (altitude 960 m). Wild *I. buschiana* and *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* plants and seeds were collected from native stands in Göksun-Kahramanmaraş in summer vegetation (altitude of 1300-1400 m and 1200-1250 m, respectively). Plants were identified according to Flora of Turkey (Davis 1982). The city center and Göksun County in Kahramanmaraş province where the wild plants and seeds were collected have a Mediterranean climate and a Mediterranean-Terrestrial climate, respectively (Table 1).

Table 1. Plant material that used in this study

Çizelge 1. Bu çalışmada kullanılan bitki materyalleri

Species	Life cycle	Distribution	Altitude	Location
<i>I. tinctoria</i> L.	Culture	Culture	-	-
<i>I. tinctoria</i> L. subsp. <i>corymbosa</i> (BOISS.) DAVIS	Biennial or perennial	Not Endemic	1300-1400	Püren Passage-Göksun/K.Maraş
<i>I. candolleana</i> BOISS.	Biennial or perennial	Endemic	960	Ahirdağı/ K.Maraş
<i>I. buschiana</i> SCHISCHKIN	Perennial	Not Endemic	1200-1250	Çardak Village-Göksun/K.Maraş

Field Trials

Field studies were carried out during two sequential years (from September 2007 to July 2009) at the trial areas of Kahramanmaraş, Turkey. This cultivation location has also typical Mediterranean-type climate conditions (37° 35' N latitude; 36° 56' E longitude). The soil was characterized by 30-60 cm deep and has loamy texture, pH 7.54, 0.081% salt, 26.73% CaCO₃, 1.93% organic matter, 45 and 682 kg ha⁻¹ P₂O₅ and K₂O, respectively (Comlekciöğlü, 2011).

In each experiment, treatments were constructed in a randomized complete block design with three replications with a plot size as 6.3 m² (2.1 x 3 m) with 8 rows. Plant density was about 14 plants/m², with inter-row and intra-row spacing of 0.3 x 0.3 m. Sowing dates for the first trial year were made in October 26th, November 30th (2007), February 27th and March 25th (2008), and for second trial year, were made in October 24th, November 19th (2008), March 8th and March 31th (2009). Sowing was done in hole, established by hoe at depth of 2-3 cm manually at the rate of 4-5 siliqua drops in each hole. Thinning was done after emergence, leaving one plant in each hole at 4-5 leaves stage.

Plants were kept under same fertilizer regimes. Mineral fertilizer was performed at pre-planting at rates of 5/5/0 kg ha⁻¹ of N/P/K 50 kg ha⁻¹ of N (urea) were supplied as higher fertilizer. When plants had attained the rosette stage, fresh leaves were harvested manually with scissors in different time according to species. Production measurements (yield of plot) were applied on total plot, excluding outer rows (Sales et al. 2006). Leaf width-length and fresh leaf weight were evaluated from 15 plants per species and analysed statistically, using ANOVA. Data obtained were evaluated with one way variance analysis and independent two sample t-test. When appropriate, differences among mean of treatments were analyzed using Turkey.

Post-Harvest Treatments

After cutting, fresh leaf specimens from each experimental plot were sampled randomly. Leaf samples were cut with scissors into small pieces of 2-3 cm length. The cutted leaf samples were frozen with liquid N₂ and immediately freeze dried in a lyophilizer (CHRIST Freeze Dreyer, Alpha 1-2 LD). The freeze dried leaf samples were stored in a deep freezer at -80 °C (Mohn et al. 2009).

Indican Extraction and Sample Preparation for HPLC

Extraction of indican and preparation of samples were carried out according to Oberthür et al. (2004) with several modifications as described before (Çömlekciöğlü et al., 2013). Accelerated solvent extraction (ASE) and ultrasonication were carried out by using Dionex ASE 350 and Bandelin Sonopuls, respectively.

HPLC-DAD Conditions

The HPLC system (Shimadzu, Kyoto, Japan) used includes a Shimadzu binary gradient pump (Shimadzu LC-10AT) and DAD detector. The sample injections were carried out by using automatic sampling system (SIL 20AC). The separations and determination of indican were achieved on an Inertsil ODS-C18 column (250 mm x 4.6 mm, particle size, 5 µm). CH₃CN/H₂O/HCOOH (32%/68%/0.1%) was eluted isocratically (flowrate 0.7 ml min⁻¹). Temperature of column was maintained stable at 40 °C. Detection of DAD was 270 nm.

Standard Indican by HPLC-DAD

Synthetic indican (97% purity) was used as standard and purchased from Sigma. Indican showed a retention time (RT) of 4.5 min in HPLC-DAD. Quantification of indican was performed with a calibration curve. Quantification of indican was performed with a calibration curve obtained from measurements of a series of indican standards (0, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5 and 1 mg ml⁻¹) and it is given in Figure 1.

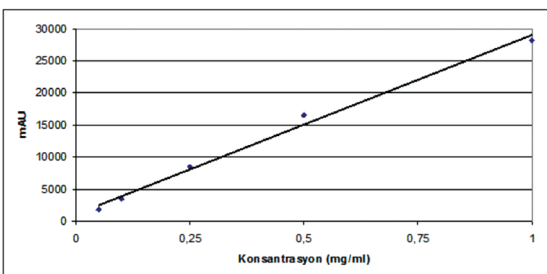


Figure 1. Calibration curve of indican peaks
Şekil 1. İndikan piklerinin kalibrasyon eğrisi

Weather Conditions

Total rainfall and temperature per month in the first and second year compared to long time data (1975-2007) are presented in Table 2. Rainfall quantity and distribution was varied substantially in the two years of trial (620.3 and 859.2 mm from October to September in first and second trial years, respectively) and in terms of typical long-term period (721.0 mm from October to September). The second trial year was characterized by rainy spring, especially rainfall of February and March months higher than in previous trial year and the long-term trend.

Mean temperatures were similar to long-term trend both in first and second trial years. Air temperatures increased from March to August, with a decreasing trend observed thereafter. As the temperature was under 10 °C in winter, it increased from March to September. November sowing was negatively affected by the frost event in which temperatures fell below zero degrees in the winter months. As a result, the first year of the trial was more arid than second year of trial. Plant emergence and development were negatively affected by frost events that occurred from November to February.

Results and Discussion

Leaf Characteristics

Analysis of variance of the four *Isatis* spp. showed significant differences in leaf number, leaf length, leaf width, fresh leaf weight and leaf yield (Table 3 and 4). The findings from statistical analysis of data are given with reference to the main source of variation (sowing dates). The effect of sowing times on leaf number per plant was significant in the first year for all *Isatis* spp. except *I. tinctoria* (P<0.01). In the second year, the effect of sowing times on leaf number per plant was significant for *I. tinctoria* and *I. buschiana* (P<0.01).

These results could be explained by differences in the weather conditions especially total rainfall amount and distribution between years. Number of leaves per plant varied between 75 and 147.6 in *I. tinctoria*. In previous studies, it was reported that leaf number of *I. tinctoria* changed between 14.36, 14.15 and 99.5 in Tansı (1998), Kızıl (2000), Tansı and Karaman (2005), respectively. Leaf number in this study was higher than those of Tansı (1998) and Kızıl (2000)'s results. For *I. tinctoria*

Table 2. Climate data of Kahramanmaraş for trial months in 2007, 2008 and 2009, in respect to long term period (1975-2007)

Çizelge 2. Kahramanmaraş İli, 2007, 2008 ve 2009 yılları deneme ayları ve uzun yıllar (1975-2007) ortalamalarına ilişkin bazı iklim verileri

Months	Sowing years	Mean temperature (°C)	Mean relative humidity (%)	Total rainfall (mm)
October	2007	20.6	54.2	19.1
	2008	19.3	54.6	13.8
	Long Terms	19.0	55	51.2
November	2007	11.9	65.9	101.7
	2008	13.2	64.1	105.9
	Long Terms	11.4	64.0	90.2
December	2007	6.3	66.8	125.6
	2008	6.1	65.5	96.2
	Long Terms	6.6	71.0	128.1
January	2008	3.3	55.0	78.6
	2009	4.5	69.0	107.5
	Long Terms	4.9	70.0	122.6
February	2008	5.5	61.4	121.5
	2009	7.2	78.8	221.2
	Long Terms	6.3	65.0	110.1
March	2008	14.4	59.6	69.5
	2009	9.4	67.2	158.0
	Long Terms	10.4	60.0	95.0
April	2008	18.1	55.5	54.7
	2009	15.1	59.4	82.5
	Long Terms	15.3	58.0	76.3
May	2008	20.2	56.5	23.7
	2009	20.5	51.9	43.4
	Long Terms	20.4	54.0	39.9
June	2008	27.3	49.8	-
	2009	26.8	48.2	3.7
	Long Terms	25.1	50.0	6.2
July	2008	29.9	58.3	-
	2009	28.5	56.9	6.9
	Long Terms	28.3	52.0	0.9
August	2008	30.1	59.7	2.3
	2009	28.8	52.9	0.6
	Long Terms	28.3	54.0	0.5
September	2008	25.1	61.4	23.6
	2009	23.6	51.3	19.5
	Long Terms	25.1	51.0	6.6
Annual	2007	17.9	59.1	690.6
	2008	17.7	58.5	589.8
	2009	17.2	61.3	1059.3
	Long Terms	16.8	58	727.6

mean leaf length in first trial year (19.1 cm) was higher than second trial year (16.1 cm) while mean leaf widths were similar in both trial years (3.1cm). Leaf width and length were reported as 1.15 and 14.37 cm (Tansı, 1998), 4.18 and 14.34 cm (Kızıl, 2000), 2.69 and 13.76 cm (Tansı and Karaman, 2005), 5.23 and 15.7 cm (Akar, 2006), respectively. Mean value of two trial years for leaf length (17.6 cm) was found to be higher than the other studies (Akar, 2006; Kızıl, 2000; Tansı and Karaman, 2005).

In first trial year, differences in yields of plot were found to be important in all sowing times and species ($P < 0.01$). Plant output rate affected the plot yield, which were 89% and 30% in October and November sowings, respectively. In first trial year leaf number, leaf length, width and fresh leaf weight values were maximum in February sowing in *I. buschiana*. However, yield of plot value was higher (1929.9 g/m²) in October sowing. Plant output rate was 83%, 52%, 23% and 7% in October, November,

Table 3. Results of analysis of variance and means of some morphological characters obtained from *Isatis* spp. in the first trial year (2008)

Çizelge 3. Birinci deneme yılında (2008) *Isatis* türlerinden elde edilen bazı morfolojik karakterlerin ortalamaları ve varyans analizi sonuçları

Sowing Times	Number of days from sowing to harvest	Leaf number per plant	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Fresh leaf weight (g/plant)	Yield of plot (kg ha ⁻¹)	Plant output rate (%)
<i>I. tinctoria</i>							
October	-	-	-	-	-	-	-
November	-	-	-	-	-	-	-
February	68	146.7 ± 18.0 a	18.8 ± 0.6 a	2.9 ± 0.1 b	29.8 ± 3.3 b	1800.1 ± 15.4 b	69
March	60	147.6 ± 20.6 a	19.4 ± 0.4 a	3.4 ± 0.1 a	136.1 ± 25.5 a	15185 ± 41.1 a	68
Mean		147.2 ± 9.0	19.1 ± 0.4	3.1 ± 0.1 **	82.8 ± 26.4 *	8493 ± 404.5 **	
<i>I. tinctoria</i> subsp. <i>corymbosa</i>							
October	190	169.8 ± 11.4 a	17.2 ± 0.6 a	4.2 ± 0.2 a	102.4 ± 4.0 a	15109 ± 39.2 a	89
November	160	119.1 ± 9.5 b	16.3 ± 0.5 a	4.4 ± 0.2 a	93.9 ± 10.0 a	5834 ± 58.1 b	30
February	-	-	-	-	-	-	-
March	-	-	-	-	-	-	-
Mean		144.6 ± 5.1 **	16.7 ± 0.4	4.3 ± 0.1	98.2 ± 5.1	10472 ± 281.8 **	
<i>I. candolleana</i>							
October	190	104.8 ± 7.0 a	13.6 ± 0.4 a	6.2 ± 0.3 b	246.0 ± 24.1 a	10909 ± 67.5 a	17
November	140	87.5 ± 7.3 ab	14.7 ± 0.3 a	7.1 ± 0.2 a	175.2 ± 5.1 ab	4409 ± 52.2 b	10
February	75	60.7 ± 17.5 b	14.4 ± 1.0 a	6.2 ± 0.4 b	120.5 ± 5.8 b	1173 ± 17.5 c	4
March	60	59.4 ± 13.2 b	14.8 ± 0.5 a	6.6 ± 0.3 ab	196.1 ± 52.6 ab	1774 ± 22.8 c	3
Mean		77.1 ± 6.2 **	14.4 ± 0.2	6.5 ± 0.1*	189.8 ± 18.8*	4566 ± 158.3**	
<i>I. buschiana</i>							
October	190	28.8 ± 2.9 b	25.4 ± 0.8 b	6.8 ± 0.2 a	136.9 ± 39.3 a	19299 ± 142.3 a	83
November	160	32.5 ± 1.9 ab	21.8 ± 0.5 c	5.5 ± 0.2 b	127.1 ± 13.2 a	11099 ± 53.9 b	52
February	75	38.6 ± 5.0 a	27.4 ± 0.7 a	7.3 ± 0.2 a	142.5 ± 21.5 a	8839 ± 57.2 c	23
March	60	16.1 ± 1.9 c	19.7 ± 0.8 d	6.1 ± 0.3 b	62.3 ± 13.6 b	1199 ± 17.9 d	7
Mean		29.0 ± 1.6**	23.6 ± 0.4**	6.4 ± 0.1**	117.1 ± 14.2*	10109 ± 264.9**	

*: P<0.05; **: P<0.01

February and March sowings, respectively. The highest leaf length (mean 23.6 and 24.4 cm in 2008 and 2009, respectively) was obtained in *I. buschiana* (Table 2 and 3). Yildirimli (1988) reported that leaf length and width of *I. buschiana* varied between 8-20 cm and 1.2-3 cm, respectively. In this study, leaf length and width of *I. buschiana* varied between 19.7-28 and 5.5-8 cm, respectively.

The maximum and minimum values of leaf number per plant, leaf length and width, fresh leaf weight and yield of plot of *I. candolleana* were obtained in October sowings and February sowings, respectively, in 2008 trial. The output rate was decreased in spring sowings (4-3%) and the plants could not survive. In this

study, leaf length and width of *I. candolleana* varied between 13.6-18.4 cm and 5.9-7.1 cm, respectively. Yildirimli (1988) reported that the leaf length and width of *I. candolleana* were 4-15 cm and 4-15 cm, respectively. On the other hand, Akar (2006) determined that the leaf length and width of *I. candolleana* were 11-27 cm and 3.8-12 cm, respectively, in Kahramanmaraş conditions.

Sowing dates affected the leaf yield in all of the *Isatis* spp. significantly. Leaf width and fresh leaf weight were statistically significant for all *Isatis* spp. except *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* (first trial year) and *I. tinctoria* (second trial year). In second trial year the differences in leaf length between sowing dates were statistically

Table 4. Results of analysis of variance and means of some morphological characters obtained from *Isatis* spp. in the second trial year

Çizelge 4. İkinci deneme yılında *Isatis* türlerinden elde edilen bazı morfolojik karakterler ve varyans analizi sonuçları

Sowing Times	Number of days from sowing to harvest	Leaf number per plant	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Fresh leaf weight (g/plant)	Yield of plot (kg ha ⁻¹)	Plant output rate (%)
<i>I. tinctoria</i>							
October	-	-	-	-	-	-	-
November	-	-	-	-	-	-	-
February	55	75.2 ± 6.8 b	18.0 ± 0.3 a	3.1 ± 0.1 a	100.2 ± 6.0 a	6676 ± 11.9 a	50
March	35	110.7 ± 6.9 a	14.3 ± 0.3 b	3.1 ± 0.1 a	86.2 ± 8.7 a	5417 ± 29.4 b	35
Mean		95.0 ± 5.3 **	16.1 ± 0.2 **	3.1 ± 0.04	93.2 ± 5.7	6047 ± 40.6 **	
<i>I. tinctoria</i> subsp. <i>corymbosa</i>							
October	-	-	-	-	-	-	-
November	170	177.5 ± 13.8	19.3 ± 0.4	4.7 ± 0.1	246.1 ± 18.4	9294 ± 31.2	30
February	-	-	-	-	-	-	-
March	-	-	-	-	-	-	-
Mean		177.5 ± 13.8	19.3 ± 0.4	4.7 ± 0.1	246.1 ± 18.4	9294 ± 31.2	
<i>I. candolleana</i>							
October	-	-	-	-	-	-	-
November	175	39.7 ± 3.1	18.4 ± 0.3	5.9 ± 0.1	234.6 ± 41.0	10457 ± 37.2	35
February	-	-	-	-	-	-	-
March	-	-	-	-	-	-	-
Mean		39.7 ± 3.1	18.4 ± 0.3	5.9 ± 0.1	234.6 ± 41.0	10457 ± 37.2	
<i>I. buschiana</i>							
October	210	19.2 ± 1.2	20.7 ± 0.5 c	6.2 ± 0.2 c	67.2 ± 2.1 b	3541 ± 34.3 c	20
November	175	34.1 ± 2.7	28.0 ± 0.5 a	7.0 ± 0.2 b	227.5 ± 12.7 a	11899 ± 42.7 a	40
February	75	28.1 ± 2.9	24.5 ± 0.5 b	8.0 ± 0.2 a	213.4 ± 21.8 a	4960 ± 40.2 b	10
March	-	-	-	-	-	-	-
Mean		27.1 ± 1.5 **	24.4 ± 0.3**	7.1 ± 0.1**	169.4 ± 26.6**	6800 ± 175.4**	

*: P<0.05; **: P<0.01

significant for *I. tinctoria* and *I. buschiana* (second trial year). *I. tinctoria* plants grown from seeds sown in both October and November started flowering at the end of March. Therefore leaf yield could not be obtained for these sowing dates in both trial years. In the first trial year, leaf yields decreased in February sowing, because of stalk formation in most *I. tinctoria* plants. Seeds of *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* sown in spring did not germinate; leaf yield could not be obtained in the second trial year for October sowing. Leaf yield was not also obtained for *I. candolleana* in all of sowing dates at second trial year except November sowing.

Average yield of plot for *I. tinctoria* was recorded 8493 kg ha⁻¹ in first trial year and 6047 kg ha⁻¹ in second trial year. Tansı and

Karaman (2005) and Kızıl (2000) determined 6000 and 7000 kg ha⁻¹ in Çukurova and Diyarbakır conditions, respectively. Sales et al (2006) investigated agronomic factors, such as sowing date, plant density, affecting production of indigo, from *I. tinctoria* crops in Spain. Sales et al. (2006) found that leaf yield of *I. tinctoria* sown in February and March was 66300 and 68200 kg ha⁻¹ in 2002, respectively, and 32800 and 33100 kg ha⁻¹ in 2003, respectively. There is a difference between years. Angelini et al. (2007) reported the fresh leaf yield as 15000 kg ha⁻¹. Leaf yields obtained in this study ranged between 1801-15185 kg ha⁻¹ and the average is 7270 kg ha⁻¹. These values are lower than the studies conducted in Europe conditions, but similar to Çukurova and Diyarbakır conditions. Decrease in growth and development, delay

in flowering, shortening in vegetative and generative development phase, increase in sensitivity to frost damage, and decrease in yield were reported as a result of the delay in sowing time (Christensen et al., 1985; Öztürk, 2000; Saran and Giri, 1987). Similar results were obtained in this study. Yield was affected from environmental conditions such as temperature and rainfall (Beğbağa and Kaya, 2008).

Indican Contents

All leaf samples harvested in July 2010 and stored at -80°C until extraction experiments. ASE (and ultrasonication methods were used for extraction trials. Aqueous extracts of woad leaf materials and samples of indican standard were analysed using HPLC-DAD. The traces obtained from this type of analysis showed

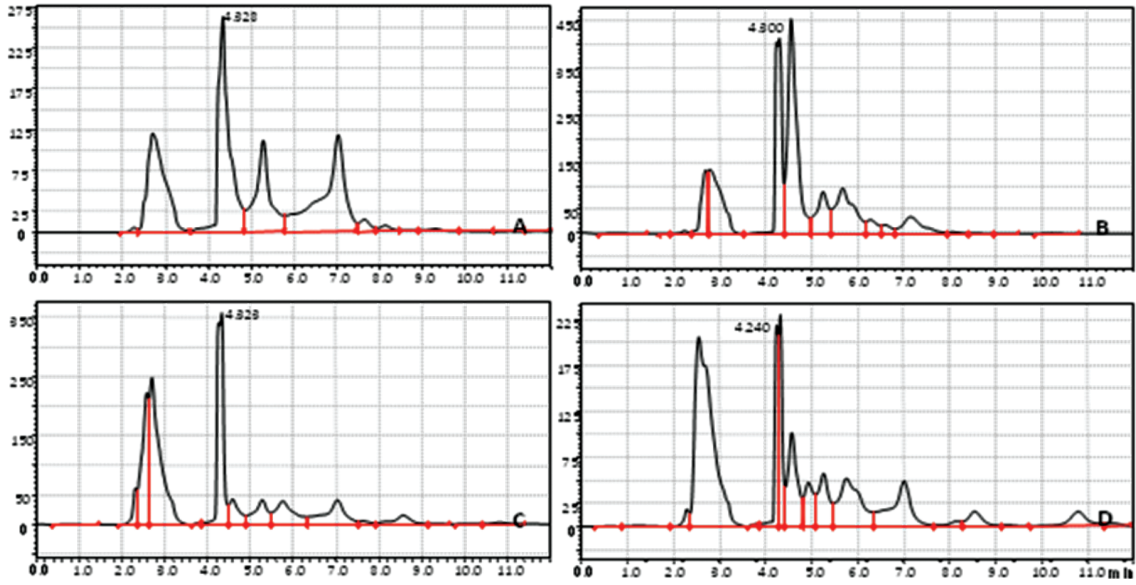


Figure 2. HPLC-DAD results acquired from ASE Extraction. The indican peak was identified at tR 4.3. (A) *I. tinctoria*, (B) *I. buschiana*, (C) *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, (D) *I. candolleana*.

Şekil 2. ASE Ekstraksiyonundan elde edilen HPLC-DAD kromatogramları. 4.3'üncü dakikada çıkan pik indican olarak belirlenmiştir (A) *I. tinctoria*, (B) *I. buschiana*, (C) *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, (D) *I. candolleana*

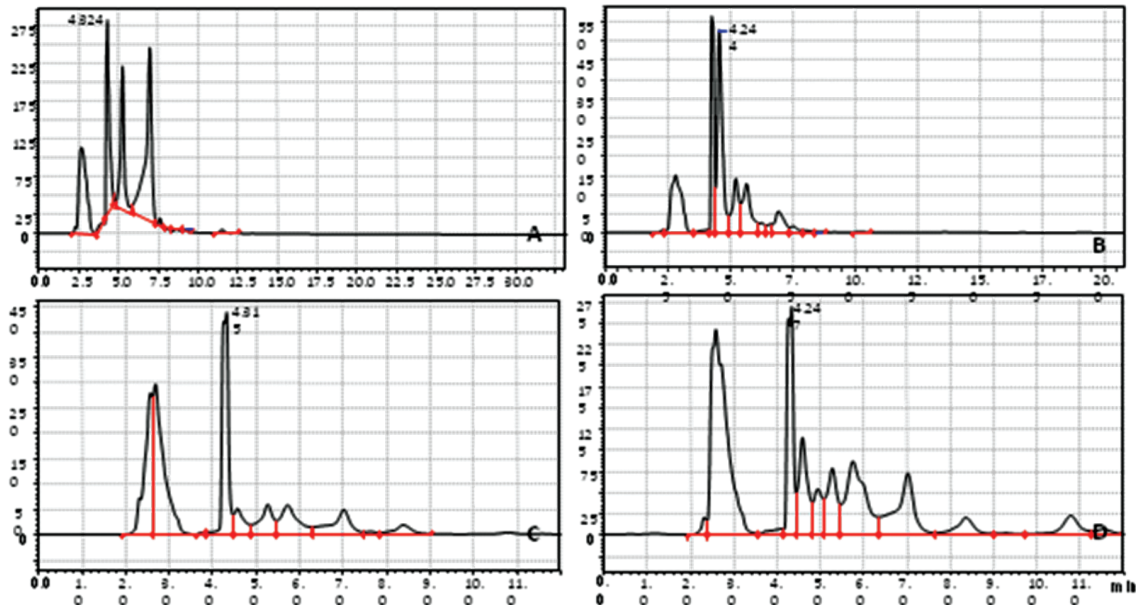


Figure 3. HPLC-DAD results acquired from ultrasonication. The indican peak was identified at tR 4.3. (A) *I. tinctoria*, (B) *I. buschiana*, (C) *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, (D) *I. candolleana*.

Şekil 3. Ultrasonik ekstraksiyondan elde edilen HPLC-DAD kromatogramları. 4.3'üncü dakikada çıkan pik indican olarak belirlenmiştir (A) *I. tinctoria*, (B) *I. buschiana*, (C) *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, (D) *I. candolleana*.

that indican was present in all plant extracts, identified by direct comparison of their retention times with the standard compounds. HPLC-DAD data indicated that all *Isatis* spp. contain indican. The results of HPLC analysis are given in Figure 2 and 3.

The second peak is determined as indican, with a retention time (tR) of 4.3 min by using ASE and Ultrasonic extraction methods (Figure 2 and 3, respectively). Extracts obtained from ASE and ultrasonication gave very similar peaks in the chromatograms. Same solvent used in extraction systems may be the reason of the identical chromatograms. Indican has extracted using various solvents. Ethyl acetate, acidified acetone, methanol and water were reported as extraction solvents (Zhou et al. 2007) Extraction methods used in this study reduced the time in extraction and enhanced the efficiency of extraction. The concentrations of indican are shown in Table 5.

Ultrasonication resulted the highest indican concentrations in *I. buschiana*, *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* and *I. candolleana*, while ASE was found to be more efficient for *I. tinctoria* (Table 4). The indican amounts differed in terms of species and extraction techniques. This variation may be related to species, cultivation methods and harvest time (Zou and Koh, 2007).

Kızıl (2000), Akar (2006) and Campeol et al. (2006), investigated *I. tinctoria* for its indican content and they reported that indican concentrations were determined as 0,034, 11.34 and 1.2-6.0 mg g⁻¹, respectively. The young and old leaves of *I. tinctoria* contained 5.94 mg g⁻¹ and 3.90 mg g⁻¹ of indican (Kokubun et al., 1998). Indican concentrations of *I. tinctoria* was reported as 0.45, 0,50 and 0,38 mg g⁻¹ in 2001, 2002 and 2003, respectively (Angelini et al., 2007). The indican concentrations extracted both from ASE and Ultrasonication in this study were higher than these results (Kokubun et al., 1998; Kızıl, 2000; Akar, 2006). Environmental conditions influenced the production of indigo precursors in *I. tinctoria* (Campeol et al., 2006).

Conclusions

This work represents the indican values from *I. buschiana*, *I. tinctoria*, *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* and *I. candolleana*. It is the first assay that determines indican content and potential of indigo production in wild *Isatis* species. Both ultrasonication and ASE extraction are generated selective and sensitive results in HPLC. However, ultrasonication enhanced the efficiency of extraction. Hence, it could be suggested that ultrasonication was more accurate extraction method for *Isatis* spp. In this study, it was observed that *Isatis* spp. grew slowly in the trial field and they found to be weak competitors against weeds. Therefore they should be planted in a well-prepared field, and weeds must be removed continuously. It is important to use herbicide for cultivation in large areas. The variation of leaf yield between sowing dates could be affected by the difference in plant output rate. Plant output rates decreased with the delay in sowing time, therefore the yield reduced in parallel with the decrease in plant number (%). Because of vernalisation requirement of the plants, plant output rates in spring sowings were especially lower than autumn sowings in native *Isatis* spp. The poor germination could be a result of seed dormancy. In this study, high rainfall and low temperature influenced the plant output and development negatively.

In conclusion, output times differed according to species and sowing time. The highest leaf yield was obtained in February and March sowings in *I. tinctoria*. In contrast, autumn sowings gave the highest yield in wild type *Isatis* species. The maximum leaf length was obtained in *I. buschiana* and the minimum leaf length was determined in *I. candolleana*. The highest leaf width was determined in *I. buschiana* and *I. candolleana*.

Acknowledgement

This paper was prepared by using a part of Nazan ÇÖMLEKÇİÖĞLÜ's PhD thesis results.

Table 5. Amounts of indican (mg g⁻¹) extracted by ASE and ultrasonication

Çizelge 5. ASE ve ultrasonikasyon ile ekstrakte edilen indikan miktarları (mg g⁻¹)

	ASE	Ultrasonication
<i>I. tinctoria</i>	22.0 ± 0.25	18.2 ± 0.21
<i>I. tinctoria</i> subsp. <i>corymbosa</i>	18.7 ± 0.33	21.4 ± 0.27
<i>I. candolleana</i>	10.1 ± 0.19	15.2 ± 0.18
<i>I. buschiana</i>	20.4 ± 0.22	23.5 ± 0.24

References

- Akar D., 2006. Investigations of dyeing properties and dyestuff contents of some *Isatis* (woad) species growing as natural from East Mediterranean region. Master Thesis. K.S.U. Institute of Science. Kahramanmaraş
- Angelini L.G., Tozzi S. and Nassi N., 2007. Differences in leaf yield and indigo precursors production in woad (*Isatis tinctoria* L.) and Chinese woad (*Isatis indigotica* Fort) genotypes. Field Crops Research, 101: 285-295
- Beğbağa M. and Öztürk Ö., 2008. The effects of different sowing dates on the yield, yield components and quality of some winter rapeseed varieties under aegian region conditions. Selçuk University Journal of the Faculty of Agriculture, 22 (44): 84-98
- Campeol E., Angelini L., Tozzi S. and Bertolacci M., 2006. Seasonal variation of indigo precursors in *Isatis tinctoria* L. and *Polygonum tinctorium* Ait. as affected by water deficit. Environmental and Experimental Botany, 58: 223-233
- Christensen J.V., Legge W.G., Depauw R.M., Hennig A.M.F., Mckenzie J.S., Siemens B. and Thomos J.B., 1985. Effect of seeding date, nitrogen and phosphate fertilizer on growth, yield and quality of rapeseed in Northwest Alberta. Canadian Journal of Plant Science, 65: 275-284
- Comlekcioglu N., 2011. Kahramanmaraş'ta yayılış gösteren bazı *Isatis* spp. (çivitotu) türlerinde farklı ekim zamanlarının verim unsurlarına etkisi ile boyama özellikleri ve boyarmadde miktarının saptanması. PhD Thesis. K.S.U. Institute of Science. Kahramanmaraş
- Comlekcioglu N., Efe L. and Karaman S. 2013. Comparison of different extraction methods for the determination of indican precursor from four *Isatis* spp. by HPLC-UV. EJBS, 7(1): 21-26
- Davis P.H., 1982. Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburg at the University Press, I: 287-366
- Frechard A., Fabre N., Pean C., Montaut S., Favvel M., Rollin P. and Fauraste L., 2001. Novel indole-type glucosinolates from woad (*Isatis tinctoria* L.). Tetrahedron Letters, 42(51): 9015-9017
- Gilbert G.K. and Cooke D.T., 2001. Dyes from plants: Past usage, present understanding and potential. Plant Growth Regulation, 34: 57-69
- Hamburger M., 2002. *Isatis tinctoria* – from the rediscovery of an ancient medicinal plant towards a novel anti-inflammatory phytopharmaceutical. Phytochemistry Reviews, 1: 333-344
- Han J., Jiang X. and Zhang L., 2011. Optimisation of extraction conditions for polysaccharides from the roots of *Isatis tinctoria* L. by response surface methodology and their *in vitro* free radicals scavenging activities and effects on IL-4 and IFN- γ mRNA expression in chicken lymphocytes. Carbohydrate Polymers, 86 (3): 1320-1326
- Kızıl S., 2000. Investigations on determination of suitable sowing density and dyeing properties of some woad species (*Isatis tinctoria* L., *Isatis constricta* Davis). PhD Thesis. Ankara University. Institute of Science. Ankara
- Kızıl S. and Kayabaşı N., 2005. A study on the determination of dyeing properties of weld (*Reseda lutea* L.). Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture, 18(2): 195-200
- Kızıl S., 2006. Morphological and agronomical characteristics of some wild and cultivated *Isatis* species. Journal of Central European Agriculture, 7(3): 479-484
- Kokubun T., Edmonds J. and John P., 1998. Indoxyl derivatives in woad in relation to medieval indigo production. Phytochemistry, 49 (1): 79-87
- Mohn, T., Plitzko, I. and Hamburger, M. 2009. A comprehensive metabolite profiling of *Isatis tinctoria* leaf extracts. Phytochemistry, 70(7): 924-934
- Oberthür C., Graf H. and Hamburger M., 2004. The content of indigo precursors in *Isatis tinctoria* leaves – a comparative study of selected study of selected accessions and post-harvest treatments. Phytochemistry, 65: 3261-3268
- Oberthür C., Jäggi R. and Hamburger M., 2005. HPLC based activity profiling for 5-lipoxygenase inhibitory activity in *Isatis tinctoria* leaf extracts. Fitoterapia, 76 (3): 324-332
- Öztürk Ö., 2000. Effects of different sowing dates and row spacings on the yield, yield components and quality of some winter rapeseed varieties. PhD Thesis. Selçuk University, Department of Field Crops. Konya
- Pawlak K., Puchalska M., Miszczak A., Rosloniec E. and Jarosz M., 2006. Blue natural organic dyestuffs-from textile dyeing to mural painting. Separation and characterization of coloring matters present in elderberry, lowood and indigo. Journal of Mass Spectrometry, 41: 613-622
- Rocha L., Carvalho C., Martins S., Braga F. and Carnide V., 2011. Morpho-agronomic characterization and variation of indigo precursors in woad (*Isatis tinctoria* L.) accessions. Plant Genetic Resources, 9(2): 206-209

- Sales E., Kanhonou R., Baixauli C., Giner A., Cooke D., Gilbert K., Arrilaga I., Segura J. and Ros R., 2006. Sowing date, transplanting, plant density and nitrogen fertilization affect indigo production from *Isatis* species in a Mediterranean region of Spain. *Industrial Crops and Products*, 23: 29-39
- Saran G. and Giri G., 1987. Influence of dates of sowing on *Brassica* species under semi-arid rainfed conditions of North-West India. *Journal of Agricultural Science*, 109(3): 561-566
- Spataro G. and Negri V., 2008. Assessment of the reproductive system of *Isatis tinctoria* L. *Euphytica*, 159: 229-231
- Tansı S., 1998. The research on plant performance of woad (*Isatis tinctoria* L.) under the Cukurova conditions. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 7: 38-43
- Tansı S. and Karaman S., 2005. Çukurova bölgesinde doğal olarak bulunan çivitotu (*Isatis*) türlerinin kültüre alınma olanakları ile boyarmaddelerin incelenmesi. Çukurova University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Project Report ZF2000-31, pp. 10
- Yıldırımli S., 1988. The revision of the genus *Isatis* L. (Cruciferae) in Western half and North of Turkey. *Doğa TU J Botany*, 12(3): 332-400
- Zou P. and Koh H.L., 2007. Determination of indican, isatin, indirubin and indigotin in *Isatis indigotica* by liquid chromatography /electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 21: 1239-1246
- Zhou L.H., Zheng T.L., Wang X., Ye J.L., Tian Y. and Hong H.S., 2007. Effect of five Chinese traditional medicines on the biological activity of a red-tide causing alga-*Alexandrium tamarense*. *Harmful Algae*, 6: 354-360

Mapping Wheat Growing Areas of Turkey by Integrating Multi-Temporal NDVI Data and Official Crop Statistics

*Ediz ÜNAL¹

C.A.J.M (Kees) DE BIE²

¹Central Research Institute for Field Crops, Ankara, Türkiye

²University of Twente, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands

*Corresponding author e-mail (Sorumlu yazar e-posta): ediz.unal@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 12.01.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 15.05.2017

Abstract

Wheat is the most widely cultivated crop in the world providing critical food source of most countries. It exceeds most of the grain crops in acreage and production because of its ability to grow in wide range of climatic and geographic conditions. Timely and reliable information on wheat acreages is essential for government services in order to formulate their policies for planning of agricultural production and monitoring their food supply. Traditionally, agricultural statistics is considered as the main source of such information. Unfortunately, existing statistical data of wheat acreages of Turkey, mostly dependent on farmers' declarations, does not provide spatial information of where this crop specifically is grown. Satellite remote sensing technology can enable the acquisition of such information indirectly with the use of ancillary data of crop statistics. This study aims to determine wheat cultivation areas of Turkey as percentage per unit area in a crop map by integrating time series satellite NDVI imagery with the official crop statistics through regression analysis. The regression results indicated that satellite data explained 95.8% of the variability in official wheat crop statistics and actual wheat cropping areas were significantly related to NDVI-based wheat classes. Validation of the produced wheat map showed that there was good agreement between actual wheat fractions and estimated NDVI-based wheat fractions explaining approximately 69% (Adj. R²) of the total variability between them. This study suggests use of the methodology employed here to governing bodies that need to identify and to map current wheat cropping areas.

Keywords: Map, NDVI, agricultural statistics, wheat, Türkiye

Zaman Serisi NDVI Verileri ve Resmi Tarım İstatistikleri Kullanarak Türkiye Buğday Alanlarının Haritalandırılması

Öz

Buğday dünya genelinde tarımı en yaygın yapılan tarım ürünüdür ve birçok ülke için ana besin kaynağı olarak görülmektedir. Geniş iklimsel ve coğrafi koşullar altında yetişebilme özelliğinden dolayı, buğdayın üretim miktarı ve yetiştirme alanı diğer tahıl ürünlerinden daha fazladır. Buğday tarımı yapılan alanlarla ilgili olarak güncel ve güvenilir bilgiye erişim, ülkelerin tarımsal üretimlerini planlamaya ve üretim alanlarını gözlemlemeye yönelik politikaların geliştirilmesinde büyük önem arz etmektedir. Tarım istatistikleri geleneksel olarak bu tür bilgilerin ana kaynağı olarak öngörülse de, ülkemizde olduğu gibi çiftçi beyanına bağlı tarım istatistikleri maalesef hangi tarım ürününün hangi mekânsal konumda yetiştirildiği bilgisini sunmamaktadır. Uzaktan algılama teknolojisi, tarım istatistiklerini yardımcı veri kaynağı şeklinde kullanarak bu tür bilgiyi üretmemize imkân sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, zaman serisi NDVI verileri ve resmi tarım istatistiklerini regresyon analizi ile entegre ederek Türkiye buğday alanlarını birim alanda yüzde değer olarak belirlemek ve haritalandırmaktır. Regresyon analizi sonuçlarına göre; NDVI uydu verisi, resmi buğday istatistiklerindeki değişkenliğin %95.8'ni açıklayabilmektedir ve gerçek buğday parselleri istatistiksel olarak NDVI verisinden üretilen buğday sınıfları ile önemli derecede ilişkilidir. Regresyon modeli ile elde edilen buğday haritasının doğruluk analizine göre, gerçek buğday alan yüzdeleri ile NDVI verisinden üretilen buğday alan yüzdeleri arasındaki ilişki %69 R² düzeyindedir. Bu çalışmada kullanılan yöntem, buğday üretimi yapılan parselleri belirlemek isteyen kurumlar için tavsiye edilebilir niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Harita, NDVI, tarım istatistikleri, buğday, Türkiye

Introduction

Crop monitoring is important for agriculture-based countries to effectively and sustainably use their resources. Monitoring agriculture always requires up-to-date and reliable information on crop areas and production through which governments and organizations make management plans. In addition, spatial cropland and agricultural statistical data are also needed for improved productivity assessments and comparison of land use versus natural resources management. This rationale can be applied to most of the countries which cultivate crops especially in extensive areas such as Turkey which is in the top 10 cereal crop producers in the world (Anonymous, 2015). In this context, the knowledge on the areas devoted to various crops is mostly depend upon the recorded statistics, but which generally do not provide the spatial information of “which crop is grown where?”. The information of crop locations can help governments to take responsive actions for managing agricultural policies and assist farmers to market their products as well.

In many countries, land use crop statistics are mostly logged at administrative unit in tabular form which provides acreage and annual production, but spatial location and distribution (Jansen and Di Gregorio, 2003). Even though these statistical data can be displayed as meaningful crop density maps at sub-national level by using simple GIS software, such maps do not have the ability to show location of crop producing areas. At the same time, preparation of detailed crop-specific land use maps is very labor-intensive, time consuming and costly,

because it requires detailed ground surveys throughout the country. Land use maps are therefore infrequently prepared and are not readily available for many countries (Wood et al., 2000).

Recent technologies of remote sensing and geographic information system (GIS) provide novel approaches for monitoring and analyzing the spatial and temporal condition of land use and mapping of various croplands (Oetter et al., 2000; Brand and Malthus, 2004; Shao et al., 2010; Gumma et al., 2015). One of the most widely used remotely sensed data is the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), which is based on the normalized difference between the absorbed and reflected solar energy of red and near-infrared light by live vegetation, and which is assumed to be indicative of vegetative abundance and vigorosity (Goward and Huemmrich, 1992; Campbell, 1996). On the other hand, agricultural lands are active environments where vegetation conditions change temporally because of the phenological aspects of crops. Hyper-temporal NDVI data are suitable for monitoring such agro-ecosystems because of their daily global revisiting capability at continental scale and availability at any time. Hyper-temporal data also known as multi-temporal or time series data consists of daily, weekly, monthly stacked NDVI images for specific range of years. Many studies have shown that hyper-temporal NDVI data can be used effectively for observing both spatial as temporal differences and changes in land use (Groten and Ocatre, 2002; Hill and Donald, 2003; De Bie et al., 2011; Nguyen et al., 2012; Unal et al., 2014).

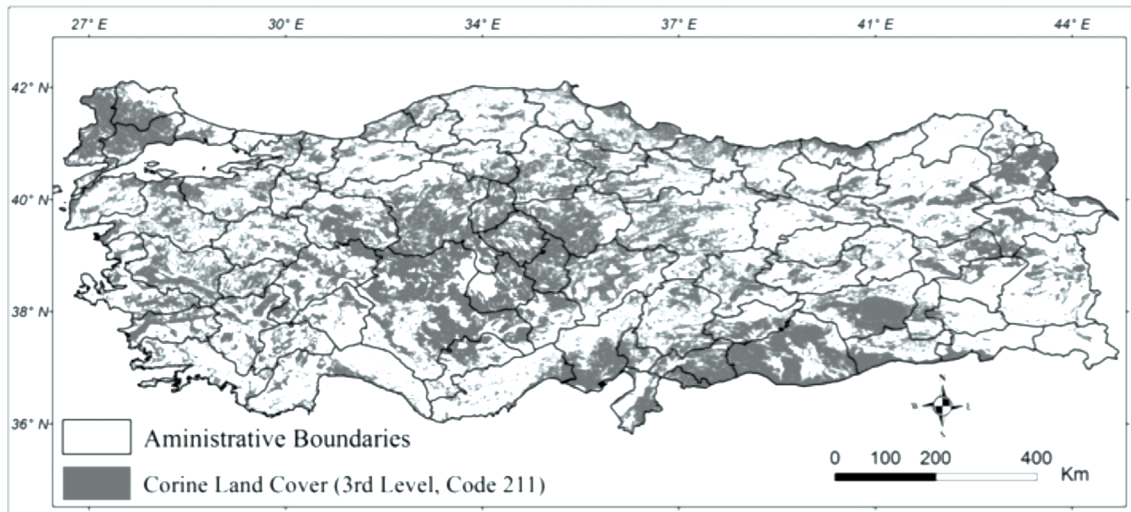


Figure 1. Non-irrigated arable agricultural areas (Corine land cover, 2000) of Turkey

Şekil 1. Türkiye geneli sulanmayan-ekilebilir tarım alanları (Corine arazi örtüsü, 2000)

This research explores a method of agricultural land use mapping with satellite earth observation and ground survey data. Specifically, the main goal of this study is to estimate wheat cropping areas of Turkey by integrating hyper-temporal MODIS NDVI imagery with the recorded statistics and then to map wheat areas as percentage per unit area. This is the preliminary study to delineate wheat farming zones of Turkey at national level by using remote sensing related application. The results are expected to contribute to the development of spatial and temporal land use mapping methods using remote sensing and geographic information based approaches.

Material and Method

Administrative Boundary Map

The national administrative map of Turkey was obtained from the Global Administrative Areas (GADM) web page (Anonymous 2016) which serves as a depository of spatial data of all world's administrative areas. The GADM database includes by country, various lower level subdivisions (boundaries of provinces, counties and municipalities) as ESRI shapefile format based on the WGS84 geographic coordinate system.

CORINE Land Cover (CLC)

CORINE means Coordination of Information on the Environment which is a programme initiated by European Union aimed at gathering information relating environments such as air, water, soil, land cover etc. The CLC map describes land cover in 44 classes organized in three sub-levels and is presented as a cartographic product at a scale of 1:100,000. The CLC data was produced by visual interpretation of moderate and high resolution satellite imageries (Bossard et al., 2000) and has been gradually updated in 2000, 2006 and 2012. The CLC database is available in both vector and raster-based grid formats. In this study, the CLC 2000 map (Third level-Code: 211, Non-irrigated arable lands) was used to mask off agricultural areas, and thus to limit the crop mapping exercise to only those areas (Figure 1).

Hyper-Temporal NDVI Data

NDVI hyper-temporal data contain time series of imagery, basically captured at a daily cycle; they contain information on the variability in vegetation condition in space

and time. This study used a dataset of 180 MODIS Terra images spanning from 2004 to 2013. Each year dataset consisted of 18 two-week normalized differenced vegetation index (NDVI) composite based on 250 m MODIS data covering time leg of February to October which coincides the wheat growing season. NDVI is calculated from portions of the near-infrared and red wavelengths of the electromagnetic spectrum that differ in their absorptive and reflective characteristics by vegetation (Tucker and Sellers, 1986; Reed et al., 1994). For this reason, seasonal changes in vegetation conditions can be identified by NDVI time series dataset. The used dataset was downloaded from the Global Agriculture Monitoring (GLAM) Project archive (Anonymous, 2002) GLAM is a joint research project along with the partners of the US Department of Agriculture, the Foreign Agricultural Service (USDA FAS), the National Aeronautics and Space Administration (NASA), the University of Maryland (UMD) and the South Dakota State University (SDSU). Their initiative established a system aimed at crop-condition monitoring and production assessment throughout the world. The GLAM data archive provides 16-day composited NDVI time series of MODIS product generated from aerosol corrected land surface reflectance data and water masked using MOD44W (Carroll et al., 2009; Carroll et al., 2004) The resulting V2 WM2 geo-tiff images are greyscale images using the formula "ndvi_byte = (ndvi_raw × 200.0) + 50.0". Digital values below or equal 50 or higher than 250 indicate bad/missing data, while the value of 253 indicates water bodies. The remaining values represent the stretched NDVI values of current land covers.

The 10-year NDVI data was compiled into a multi-temporal NDVI stack image composed of sequentially ordered 180 NDVI layers. Though the NDVI data is corrected from some disturbances caused by cloud contamination, atmospheric variability and bi-directional effects, they still contain a considerable amount of noises that should be removed. A number of methods for reducing or removing the noises caused by haze and clouds could be found in literature (Viovy et al., 1992; Roerink et al., 2000; Swets et al., 1999). In this study, the stacked NDVI imagery was cleaned by employing the adaptive Savitzky-Golay smoothing filter through the TIMESAT package (Jönsson and Eklundh, 2004; Kim et al., 2014).

Crop Statistics

Agricultural statistics are compiled through official records of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock (MFAL). Turkish Statistical Institute (TUIK) is yet the responsible body for the coordination of production and publication of official statistics and authorized body to publish and distribute the official statistics. All official statistical data is disseminated through internet as html pages, databases, or pdf files (<http://www.turkstat.gov.tr>) or in the form of publications or CD format. The agricultural statistics database in province basis and contains huge amount of data, numeric facts and figures such as reported crop areas, annual production, average yield and etc. of all crops grown throughout the country. This statistical data unfortunately does not provide the information of where exactly crops are grown, which prevents monitoring crop conditions and estimation of crop production. However, such data can be significant source of information for crop plans and rotations.

In this study, wheat acreages in hectares were extracted from database of TUIK's agricultural statistics to build province-based matrix of a tabular data. The matrix data, as a dependent variable, was then correlated with area of NDVI classes (independent variable) through multiple linear regression analysis. It should be noted that the statistics are annual and cover the period of between 2004 and 2013 matching the time span of NDVI images.

Reference Data for Validation

To validate the produced wheat map, official records of the General Directorate of Farm Enterprises (TIGEM) were used. TIGEM

is subsidiary establishment of Ministry of Food, Agriculture and Livestock of Turkey and responsible for producing certified seeds of various field crops (90% of wheat) in extensive areas across the country. Currently 17 TIGEM farms grow wheat on approximately 181000 hectares of arable land in every year.

Reference data used for this study included the list of wheat cultivated parcels, their locations and acreages in tabular form for 2013-2014 cropping season. Unfortunately reference data covered only 10 TIGEM farm lands due to lack of data (Figure 2). The reference data were obtained either by downloading from TIGEM's homepage through the internet (www.tigem.gov.tr) or by hand directly from head offices of TIGEM farms. The tabular statistics unfortunately did not provide necessary spatial data to produce the GIS layer (as polygon) of wheat cropping parcels which are needed to calculate the fractions of wheat in the reference segments distributed throughout the lands of 10 TIGEM farms. These wheat fractions were then correlated with fractions of NDVI classes of wheat map for validation.

This study benefited from the MODIS NDVI image to produce GIS layer of wheat cropping parcels with series of process. According to recent practices and experts' opinions, mid-May was maximum canopy cover period of wheat for TIGEM farm locations in study area. So, MODIS NDVI image of second week of May, 2014 coinciding the maximum canopy cover stage of wheat were applied to zonal statistics operation with feature zone data of available TIGEM farm borders to extract wheat representative pixels. It's assumed that

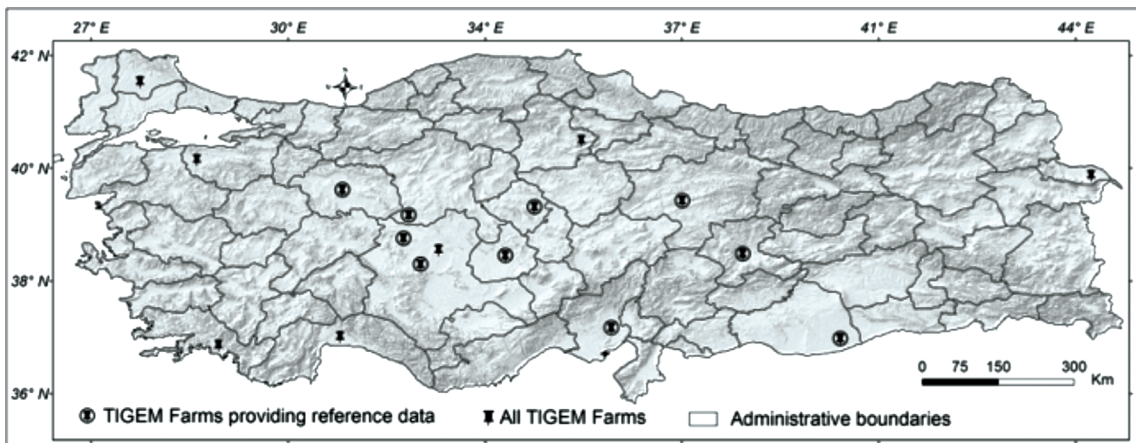


Figure 2. Locations of TIGEM farms

Şekil 2. TIGEM çiftliklerinin konumları

even the pixel having minimum NDVI value in the boundary of recorded TIGEM parcels represent wheat cultivated spot because increasing canopy cover of wheat leads pixels having higher NDVI cell values. Applied zonal operation was forced to identify the minimum NDVI cell value among 10 TIGEM farm lands. NDVI value of 120 was the minimum one which indicates the extracted NDVI values of more than 120, the threshold value, represent wheat cropping parcels. The pixels with higher than the threshold NDVI value were converted to GIS polygons and then intersected with reference segments to calculate reference fractions of wheat.

The segments were constructed as rectangular grid (1 km²) with Fishnet tool in GIS software and then applied to selection to get "reference segments" with the conditions that they should be completely within the border of TIGEM farmlands and each TIGEM Farm had at least 1 segment (Figure 3). In total, 150 segments were selected in 10 TIGEM farmlands to calculate fractions of existing wheat acreages and NDVI classes inside for validation purposes.

The method used in the study includes; unsupervised classification of multi-temporal NDVI data, overlay analysis, integrating crop

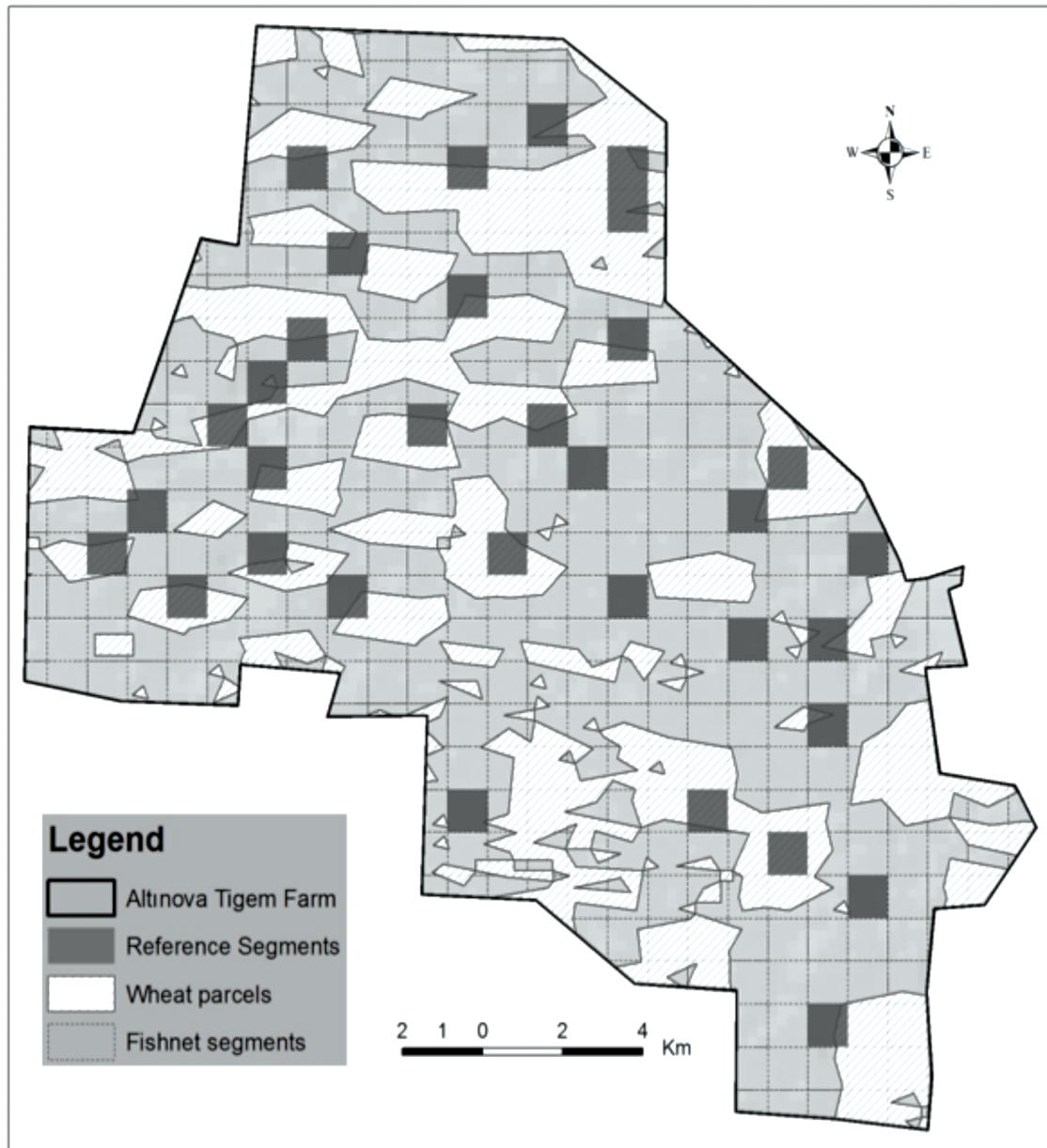


Figure 3. An example of selected reference segments for Altınova TIGEM Farm
Şekil 3. Altınova TIGEM çiftliği için seçilmiş örnek referans segmentleri

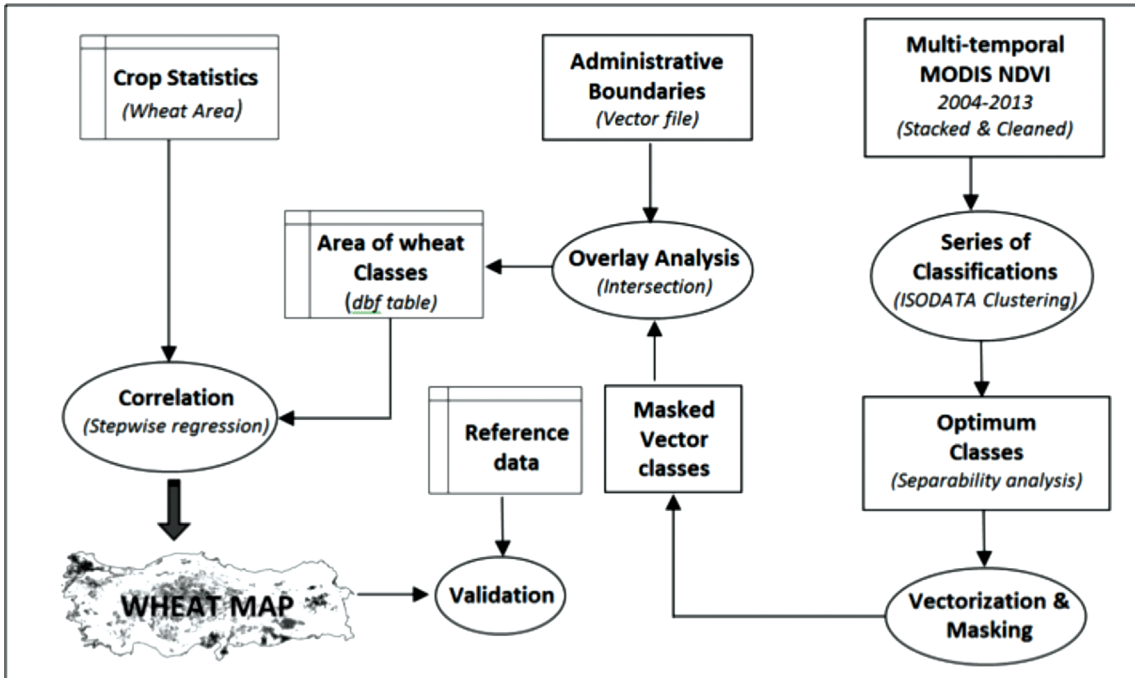


Figure 4. Graphical representation of methodology

Şekil 4. Yöntemin grafiksel gösterimi

statistics with tabular data of NDVI classes, producing final wheat map and validation of the map. The graphical representation of method is given in Figure 4.

Classification

Image classification is the process of clustering the pixels having similar spectral characteristics into same groups representing specific land covers. Identification of land cover types especially green covers by classifying original satellite imagery may be problematic due to continuum in vegetative development and phenologic aspects of crops. Using stacked time series NDVI data can solve this problem, because NDVI imagery has the ability to display the responses of growing vegetation throughout its phenological cycle. Classifying the hyper-temporal NDVI data (stacked NDVI) allows delineating green cover gradients, because the classification uses the space-time cube of NDVI-data to extract what it has to offer in differences, as classes.

Classification could be done by either supervised or unsupervised methods. Performing an unsupervised classification is simpler than a supervised classification, because the cluster signatures are automatically generated by the Iterative Self-Organizing Data Analysis (ISODATA) algorithm. The unsupervised classification uses not just 1 NDVI-image but series of images spaced

at 10-day intervals and covering many years. Indeed, for a 1-date image, similar NDVI values will poorly differentiate land cover classes (and cropping systems), but time series NDVI data will be able to distinguish agro-ecological differences captured during wheat's vegetative phases such as emerging, development, flowering etc.

ERDAS software is used to run ISODATA classification algorithm. The maximum number of iterations was set to 50 and the convergence threshold was set to 1.0. Separate ISODATA runs were carried out to define 10–100 classes. In each run, the desired number of classes was produced and their separability statistics which indicated classes' uniqueness or divergence measure was calculated. The divergence measure of distance between cluster signatures was used to compare the various runs. Optimal run or the best number of representative NDVI classes was determined by looking at peak points in separability values. It should be noted that term of “the best number NDVI classes” is the number of classification run which includes the same number of NDVI classes as run's number denoted.

Vectorization and Masking

NDVI classes determined with the optimal run selection (explained in Section 4.1) were converted to polygons through “Raster to Polygon” tool of GIS software. The GIS polygons

were then masked by using agricultural zones as defined by the CLC 2000 map in order to get major cultivation areas. Ultimately the masked map displays NDVI-classes as polygons of agricultural fields of whole country. The areas of the polygon NDVI-classes in each province were calculated through GIS analysis in order to correlate with those of official crop (wheat) area statistics of provinces.

Overlay Analysis and Integration of NDVI Classes with Crop Statistics

Overlay analysis which integrates spatial data with attribute data is one of the spatial GIS operations. Overlay analysis does this by combining information from one GIS layer with another GIS layer to derive an attribute for one of the layers. Here, intersect tool of overlay analysis methods was used. Administrative (province) boundaries and polygon NDVI-classes (by optimal run selection) were applied to intersection analysis so that NDVI classes were clipped by province boundaries. The resultant tabular data of clipped NDVI classes was in form of "dbase" table file containing class names as "grid code", class area as hectare and province names. The area NDVI classes and recorded wheat area statistics of the provinces were merged into a matrix (Table 1) through which multiple stepwise regression was performed. It's assumed that there is a direct relationship between area of NDVI classes representing agricultural fields in each province and official wheat areas statistics of same provinces. The relationship between these variables was estimated through the stepwise regression analysis

The matrix where the area of each NDVI-class per province and the wheat area statistics by same province were used as independent and dependent variables respectively was used in statistical software to estimate an linear function. This function below was explained through stepwise forward multiple regressions with no constant and coefficients constrained

between 0.0 and 1.0 because the cropped area can neither be in negative nor more than 100% of the area (Khan et al., 2010).

$$Y = \sum_{i=1}^n b_i * X_i + \epsilon_i \quad (1)$$

Where, Y is the average of a wheat crop area (ha) per province throughout 2004 - 2013, b_i is the regression coefficient, x_i is the average area (ha) of NDVI class i per province, n is the number of NDVI classes and ϵ_i is residual error. The regression coefficient in the equation is an estimate of the fractions (the percentage of wheat acreage per unit area) of each related NDVI classes which presumably represent wheat cropping areas of the country.

Validation of Estimated Wheat Map

Produced final wheat map was validated for the 2013 - 2014 growing season. Validation of map was done by correlating the reference fractions (RF) with the average estimated fractions (AEF) of segments (1x1 km) through linear regression.

The reference fractions are the area decimals of wheat in per segment and calculated (Equation 2) by dividing existing acreages of wheat parcels estimated from TIGEM statistics to total segment area (Figure 5).

$$RF_t = \frac{a_{wt}}{A_t} \quad (2)$$

RF_t is reference fraction of segment t . a_{wt} is wheat area in segment t . A_t is total area (1 km²) of segment t .

The average estimated fractions of NDVI classes in the segments were calculated by as area weighted average of fractions. The formulation of AEF was below (Equation 3). Trial calculation for "Segment l " was given in Figure 5.

$$AEF_l = \sum \frac{a_{it} * f_{it}}{A_t} + \frac{a_{it} * f_{it}}{A_t} \dots \quad (3)$$

Table 1. Matrix data of variables
Çizelge 1. Değişkenlere ait matris verisi

Dependent variable		Independent variables (Area of NDVI Classes ha)					
Provinces	Official wheat acreages (ha)	Class1	Class2	Class3	...	...	Class53
A	22876	4478	275	1155	...	...	54
B	15703	8822	3287	569	...	...	5789
C	23089	128	8714	189	...	...	1209
...
...

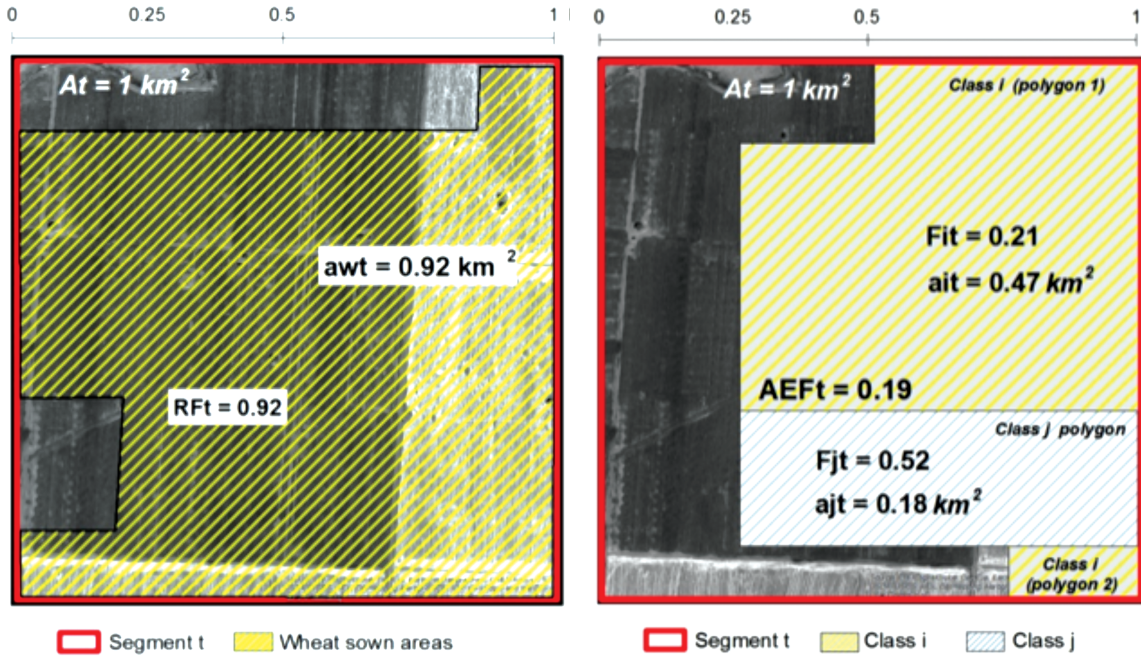


Figure 5. Sample calculation of reference fraction, RF (left) and average estimated fraction, AEF (right) for segment t

Şekil 5. t segmenti için referans birim alan buğday oranı, RF (solda) ve ortalama tahmini birim alan buğday oranı, AEF (sağda) örnek hesaplaması

AEF_t is average estimated fraction of segment t . a_{it} is wheat area of class i in segment t . f_{it} is fraction of class i in segment t . A_t is total area (1 km²) of segment t .

Results and Discussion

Optimal Run Selection

Minimum and average separability values obtained from series of (10-100) ISODATA classification runs were plotted to the number of classes generated by same runs (Figure 6). Horizontal axis of figure indicates the number of classification run, each of which generates same number of NDVI classes as its name referred. For instance, Run10 has 10 NDVI

classes; Run53 has 53 classes so on. Figure 6 provides the choice of best number of run representing variability in multi-temporal NDVI data. It should be considered in determining optimal classification run that it included the lowest possible number of classes and should also offer the highest value of the minimum and average separability seen as unique peaks (De Bie et al., 2008).

To select the optimum run, Figure 6 was visually checked thoroughly to find the minimum and average separability values peaked in the same run. Even though there are many peaks on the minimum separability mean line, they are small local peaks and are not highly distinctive

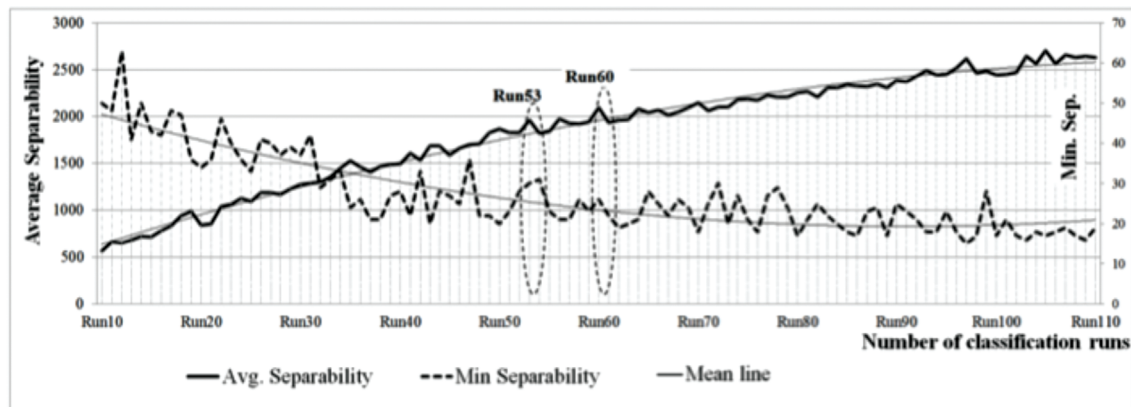


Figure 6. Average and minimum separability values from unsupervised classifications

Şekil 6. Kontrolsüz sınıflama ile elde edilen ortalama ve en küçük ayrılabilme değerleri

making difficult to select optimal classification run. Those peaks do not show matching curves (peaks or bottoms) on the average separability mean line except two ones. According to graph below, Run53 and Run60 seem to be candidates for selection of optimal run, because only those runs have peaks on both average and minimum separability mean lines. Although Run60 has a peak at average separability line, it has not a clear peak for minimum separability. On the other hand, Run53 has distinctive peak on minimum separability line compared to Run60, which makes the Run53 the most reasonable choice. Assessing separability values reveals that the 53 NDVI-classes is statistically the best result in classification runs to represent the variations in multi-temporal NDVI data and to stratify the area into map units.

Mapping

The prepared matrix data was used in stepwise linear regression analysis where reported wheat area statistics (as dependent variable) and the area of 53 NDVI-classes (as independent variable) for provinces were correlated to find out the degree of relationship between variables. The stepwise regression run was continued until the adjusted R^2 did not increase more than 1% and coefficients were constrained between 0.0 and 1.0 in successive iterations. At the end of the 14th iteration, above conditions were met resulting in 12 classes with an adjusted R^2 of 95.8 and the coefficients ordered between 0.204 and 0.910 (Table 2).

The coefficients computed for 12 classes represent estimated fractions (EF) of wheat as percent per pixel and were used to produce

wheat cultivated area map of the country (Figure 7).

The results of regression indicate that almost all variability was explained by NDVI classes with an adjusted R^2 of 95.8, which makes the NDVI data good predictor of final wheat map. The wheat map reflects quantitatively the wheat cropping area status from 2004 to 2013.

Map Validation

The reference fractions of wheat in segments were correlated with the fractions of NDVI-classes per segment through linear regression. The validation results showed that there was a good agreement between estimated fractions presented in NDVI based wheat map and reference fractions of wheat cultivated lands. The estimated wheat map explained approximately 69% of the total variability between sampled segments (Table 3). The variability between segments of a single NDVI class seems however to be high because defined units are internally heterogeneous. This is known as mixed parcels effects resulted from variability of landcover, which is quite applicable to this study. Even though the parcels in TIGEM farm lands are cultivated mostly with wheat, considerable amount of land is also reserved for barley cropping, which causes reference wheat parcels to have some barley pixels making the accuracy to decrease. Additional spatial information or higher resolution imagery could improve to capture this heterogeneity at the local level. Produced wheat map is therefore considered to have an amount of generalization and to be a small scale map.

Table 2. Results of stepwise linear regression analysis
Çizelge 2. Aşamalı doğrusal regresyon analizi sonuçları

NDVI Class	Coefficients	t-value	Significance (%)
Class39	0.91	2.11	0.038
Class30	0.86	4.53	0.000
Class20	0.84	13.70	0.000
Class46	0.58	2.31	0.024
Class40	0.52	3.96	0.000
Class27	0.49	3.21	0.002
Class11	0.46	2.72	0.008
Class18	0.35	4.47	0.000
Class6	0.33	6.35	0.000
Class50	0.32	2.22	0.030
Class24	0.22	4.64	0.000
Class42	0.20	3.52	0.001

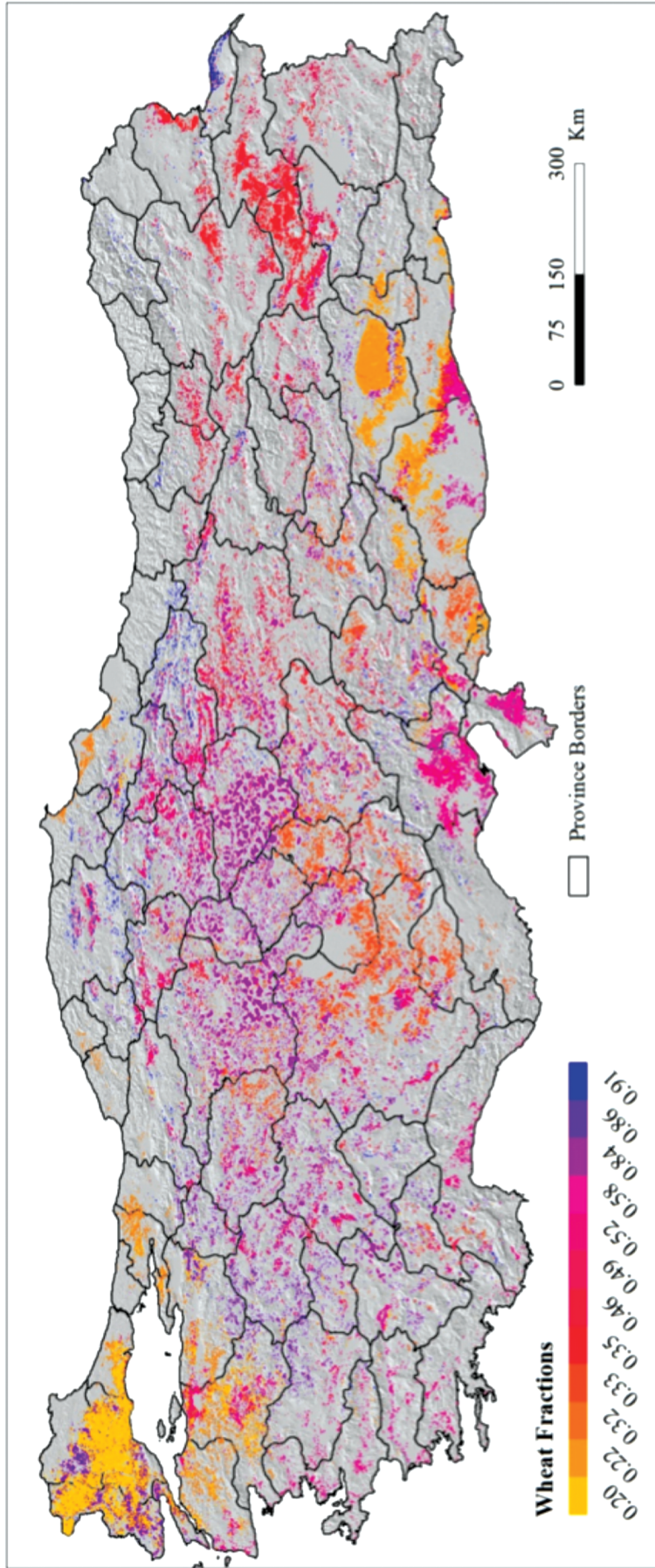


Figure 7. Estimated wheat growing areas by fractions per pixel
Şekil 7. Buğday alanlarının birim alandaki yüzdeliklerinin hesaplanması için uygulanan aşamalı doğrusal regresyon analiz sonucu

Conclusions

Crop production and yield estimation are important and critical aims of monitoring agriculture to prepare effective management of policies. Before to reach these goals, there is a question of "where the crops are sown" that should be answered. Furthermore, timely and accurate estimation of cropped areas is also required for proper agricultural planning. In this context, this study focused on mapping wheat cultivation areas by using satellite imagery and crop statistics.

The method employed in this study suggests that recorded crop statistics can be used in combination with satellite derived NDVI data to identify and map the areas where wheat crop is grown. The method applied in this research makes use of analysis of NDVI imagery using unsupervised ISODATA clustering algorithm. The distinctive behaviors of crop can be distinguished from other vegetation types through analysis of their respective phenologies captured by temporal clustered hyper-temporal NDVI image (Guo et al. 2008). Indeed, the study results showed that NDVI time series has the ability to capture the crop phenologies and thus has a good relationship with the wheat cropping areas which represent interconnected NDVI classes having similar vegetation growth patterns during the cultivation season. The wheat map derived from regression analysis indicate that almost 96% of the variation in wheat cropping areas was explained by NDVI classes making MODIS NDVI data a good predictor. This good relationship also supports the notion that NDVI data comprises the combined effects of varying environmental attributes such as soil properties, temperature, rainfall, etc.). Similar studies also refer this relationship between NDVI and crops statistics data. Khan et al., 2010 and De Bie et al., 2008 found high correlations with adjusted R^2 of 98% and 98.8% respectively for winter wheat map produced by employing method of direct mapping with primary field data.

The validation of produced wheat maps, which is based on the average fractions of wheat in reference segments showed that almost 68.7% (adjusted R^2) of the variability was explained by NDVI class data. This indicates that the wheat map has large degree of generality as a result of low spatial resolution satellite imagery used, the pixel of which not only covers wheat cultivated areas but also other land cover types. When compared to study

results (Verberien et al., 2008) where reported accuracy was found 39% with the method of linear mixture model, our validation accuracy is quite acceptable. In another study (Wardlow and Egbert, 2008) which used a decision tree classifier methodology to cluster NDVI time series data, reported classification accuracy was about 84% for the summer crop map. Even though the prepared wheat map wasn't so good due to moderate validation accuracy (69%), this work was basically a kind of prediction model at the end and so it could be incorporated into remote sensing based studies like crop acreage estimation, crop growth monitoring, crop pattern mapping and drought watch and early warning. It should be noted that accuracy of the prepared maps is also dependent on the quality of reported statistics. Such maps can be further improved and regularly updated by using higher spatial resolution hyper-temporal images and detailed spatial data.

It's concluded that NDVI data seems suitable and good predictor to map cropping areas in combination with ancillary data such as reported statistics. It's found the hyper-temporal NDVI data have a good correlation with spatial diversity of wheat crop grown indicating that NDVI alone explained a substantial portion of the variability in wheat areas. The employed method here can produce up-to-date crop maps with a cheap labor, less time consuming and reasonable degree of accuracy, which can help the policy makers to develop new strategies concerning management of natural resources, food supply and security issues.

References

- Anonymous, 2002. <http://pekko.geog.umd.edu/usda/test>. (Date of access 15.01.2016)
- Anonymous, 2015. <http://faostat3.fao.org>. (Date of access, 14.02.2016)
- Anonymous, 2016. <http://www.gadm.org>. (Date of access, 17.01.2016)
- Bossard M., Feranec J., Otahel J., 2000. CORINE Land Cover technical guide-addendum 2000, Technical report No 40, European Environment Agency, Copenhagen
- Brand S. and Malthus T.J., 2004. Evaluation of AVHRR NDVI for monitoring intra-annual and inter-annual vegetation dynamics in a cloudy environment (Scotland, UK). Proceedings of the XXth ISPRS Congress, Commission-II. Istanbul, Turkey, July 12–23, 2004 pp. 477-482

- Carroll M., Townshend J., Dimiceli C., Noojipady P., Sohlberg R., 2009. A New Global Raster Water Mask at 250 Meter Resolution. *International Journal of Digital Earth*. (Volume 2 number 4)
- Carroll M.L., Dimiceli C.M., Sohlberg R.A., Townshend J.R.G., 2004. 250 m MODIS Normalized Difference Vegetation Index, 250ndvi28920033435, Collection 4, University of Maryland, College Park, Maryland, Day 289, 2003
- De Bie C.A.J.M., Khan M.R., Toxopeus A.G., Venus V., Skidmore A.K., 2008. Hypertemporal image analysis for crop mapping and change detection. *Proceedings of the XXI Congress: Silk road for information from imagery: The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 3-11 July, Beijing, China. Comm. VII, WG VII/5. Beijing: ISPRS, 2008. pp. 803-812
- De Bie C.A.J.M., Khan M.R., Smakhtin V.U., Venus V., Weir M.J.C., Smaling E.M.A., 2011. Analysis of multi - temporal SPOT NDVI images for small - scale land - use mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 32 (21):6673-6693
- Campbell J.B. 1996. *Introduction to Remote Sensing*. 2nd edition. Guilford Press, New York, 622 p
- Goward S.N. and Huemmrich K.F., 1992. Vegetation canopy PAR absorptance and the Normalized Difference Vegetation Index: an assessment using the SAIL model. *Remote Sensing of Environment*, 39: 119–140
- Groten S.M.E. and Ocatre R., 2002. Monitoring the length of the growing season with NOAA. *International Journal of Remote Sensing*, 23(14): 1271-1318
- Gumma M.K., Uppala D., Mohammed I.A., Whitbread A.M., Mohammed I.R., 2015. Mapping Direct Seeded Rice in Raichur District of Karnataka, India. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 81(11):873-880
- Guo W.Q., Yang T.B., Dai J.G., Shi L., Lu Z.Y., 2008. Vegetation cover changes and their relationship to climate variation in the source region of the Yellow River, China, 1990-2000. *International Journal of Remote Sensing*. 29: 2085-2103
- Hill M.J. and Donald G.E., 2003. Estimating spatio-temporal patterns of agricultural productivity in fragmented landscapes using AVHRR NDVI time series. *Remote Sensing of Environment*, 84: 367-384
- Jansen L.J.M. and Di Gregorio A., 2003. Land-use data collection using the "land cover classification system" (LCCS): results from a case study in Kenya. *Land Use Policy*, 20 (2):131–148
- Jönsson P. and Eklundh L., 2004. TIMESAT – a program for analyzing time-series of satellite sensor data. *Computers & Geosciences*, 30: 833–845
- Kim S.R., Prasad A.K., El-Askary H., Lee W.K., Kwak D.A., Lee S.H., Kafatos M., 2014. Application of the Savitzky-Golay Filter to Land Cover Classification Using Temporal MODIS Vegetation Indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 7(11):675-685
- Khan M.R., De Bie C.A.J.M., Van Keulen H., Smaling E.M.A., Real R., 2010. Disaggregating and mapping crop statistics using hypertemporal remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12: 36-46
- Nguyen T.T.H., De Bie C.A.J.M., Amjad A., Smaling E.M., Chu T.H., 2012. Mapping the irrigated rice cropping patterns of the Mekong delta, Vietnam through hyper-temporal SPOT NDVI image analysis. *International Journal of Remote Sensing*, 33 (2):415–434
- Oetter D.R., Cohen W.B., Berterretche M., Maersperger T.K., Kennedy R.E., 2000. Land cover mapping in an agricultural setting using multi-seasonal Thematic Mapper data. *Remote Sensing of Environment*, 76: 139–155
- Reed B.C., Brown J.F., Vander Zee D., Loveland T.R., Merchant J.W., Ohlen D.O., 1994. Measuring phenological variability from satellite imagery. *Journal of Vegetation Science*, 5(5):703–714
- Roerink G.J., Menenti M., Verhoef W., 2000. Reconstructing cloud free NDVI composites using Fourier analysis of time series. *International Journal of Remote Sensing*, 21(9): 1911–1917
- Shao Y., Lunetta R.S., Ediriwickrema J., Liams J.S., 2010. Mapping Cropland and Major Crop Types across the Great Lakes Basin using MODIS-NDVI Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 76(1):73-84
- Swets D.L., Reed B.C., Rowland J.R., Marko S.E., 1999. A weighted least-squares approach to temporal NDVI smoothing. *Proceedings of the ASPRS Annual Conference*, 21-27 May 1999; Portland, Oregon, USA, pp. 526-536
- Tucker C.J. and Sellers P.J., 1986. Satellite remote sensing of primary production. *International Journal of Remote Sensing*, 7(11):1395–1416
- Ünal E., Mermer A., Yıldız H., 2014. Assessment of rangeland vegetation condition from time series NDVI data. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 23 (1):14-21

Ünal and De Bie "Mapping Wheat Growing Areas of Turkey by Integrating Multi-Temporal NDVI Data and Official Crop Statistics"

- Wardlow B.D. and Egbert S.L., 2008. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: an assessment for the U.S. Central Great Plains. *Remote Sensing of Environment*, 112: 1096–1116
- Verberien S., Eerens H., Piccard I., Bauwens I. and Van Orshoven J., 2008. Sub-pixel classification of SPOT-VEGETATION time series for the assessment of regional crop areas in Belgium. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10: 486–497
- Viovy N., Arino O. and Belward A., 1992. The best index slope extraction (BISE): A method for reducing noise in NDVI time-series. *International Journal of Remote Sensing*, 13(8):1585–1590
- Wood S., Sebastian K. and Scherr S.J., 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems—Agroecosystems*. World Resources Institute, Washington, DC, USA: International Food Policy Research Institute, pp. 125

Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

*Seydi AYDOĞAN¹

Süleyman SOYLU²

¹Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

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

Geliş Tarihi (Received): 09.02.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 25.04.2017

Öz

Bu çalışma, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 2014-2015 yılı yetiştirme döneminde 14 ekmeklik buğday çeşidiyle kuru yetiştirme koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Verim, verim öğeleri ve bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; bitki boyu 79.50-115 cm, başak uzunluğu 8.87-11.10 cm, başakta tane sayısı 31.20-44.90 adet, başakta tane ağırlığı 1.33-2.07 g, tane verimi 447.42-709.08 kg/da, bin tane ağırlığı 30.90-46.46, hektolitre ağırlığı 73.32-78.35 kg/hl, protein oranı %11.93-13.44, Zeleny sedimantasyon 26.0-39.50 ml ve tane sertliği(PSI) 41.27-64.82 aralığında değişmiştir. Çeşitler arasında bitki boyu, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve Zeleny sedimantasyon bakımından ($p<0.01$), başak uzunluğu, başakta tane ağırlığı, tane verimi, protein oranı ve tane sertliği bakımından ($p<0.05$) önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve tane verimi sırasıyla Demir-2000, Konya-2002, Gün-91, Bozkır ve Karahan-99 çeşitlerinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, verim, kalite

Determination of Yield, Yield Components and Some Quality Properties of Bread Wheat Varieties

Abstract

This research was carried out with 14 bread wheat variety under rainfed conditions during 2014-2015 growing season according to randomized block designed with three replications in Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute. Yield, yield components and some quality characteristics were examined. According to the results of the research; Plant height 79.50-115 cm, spike length 8.87-11.10 cm, number of grains per spike 31.20-44.90 pieces, grain weight per spike 1.33-2.07 g, grain yield 447.42-709.08 kg/da, thousand kernel weight 30.90-46.46, test weight 73.32-78.35 kg/hl, 11.93-13.44% protein content, Zeleny sedimentation 26.0-39.50 ml and grain hardness(PSI) ranged between 41.27-64.82. Significant differences were found between the varieties in terms of plant height, number of grains per spike, thousand kernel weight, test weight, Zeleny sedimentation ($p<0.01$), spike length, grain weight per spike, grain yield, protein content and grain hardness ($p<0.05$). The highest plant height, highest spike length, highest number of grains per spike, highest grain weight per spike and highest grain yield were obtained from Demir-2000, Konya-2002, Gün-91, Bozkır and Karahan-99 varieties respectively.

Keywords: Bread wheat, yield, quality

Giriş

Buğday en önemli beslenme kaynağı ve stratejik bir ürün olma özelliğinden dolayı gıda sektörünün vazgeçilmez ana ürünüdür. Günümüzde 6 milyar olan dünya nüfusunun 2050 yılında 9-10 milyar olması beklenmektedir.

Dünya üzerinde yaşayan insanların enerji gereksinimi, beslenmesi için gerekli olan kalori ve proteinin önemli bir kısmını hububat ürünleri ile karşılamaktadır. Dünyada 2015 yılında 218.40 milyon hektar alanda buğday ekimi

yapılmış 713.10 milyon ton buğday üretimi gerçekleşmiş, ölkemizde 7.77 milyon hektar alanda buğday ekimi yapılmış olup üretim ise 22.6 milyon ton olmuştur. Dönyada tüketim amaçlı olarak kullanılan buğdayların %5'lik kısmını durum ve spelta buğdayları, %95'ini ise ekmeklik buğdaylar oluşturmaktadır. Ölkemizde ekmeklik buğdayın ekim alanı içindeki payı yaklaşık olarak %83 civarındadır (Anonim 2013). Ölkemiz buğday ekim alanı bakımından dönyada 9. sırada üretimde ise 11. sırada yer almıştır (Anonim 2015). Konya ilinin buğday ekim alanı 2014-2015 yetiştirme döneminde 760.000 hektar civarında gerçekleştirildiği, üretimi 2.6-2.8 milyon ton ve tane veriminin 335 kg/da olduğu hesap edilmiştir (Anonim 2015). Çevresel stres faktörlerinden kuraklık, dönyada ve ölkemizde yağışa bağımlı tarım alanlarının büyük bir bölümünde bitkisel üretimi kısıtlayan önemli bir faktördür. Türkiye'de yetiştirilen buğdayın %80'inin büyük bir kısmı kuru tarım yapılan alanlarda yetiştirilmekte, büyük bir bölümünü ise Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri oluşturmaktadır. Tane verimini etkileyen faktörlerin başında yağış miktarı ve yağışın yetişme periyodu içindeki dağılımı kuraklığın şiddetine ve dağılımına bağlı olarak %40-65'lere varan verim kayıplarına neden olabilmektedir (Öztürk 1999). Dünya çapında son yıllarda meydana gelen iklim değişmeleri düşünöldöğünde yüksek tane verimi, kaliteli, hastalık ve zararlılara dayanıklı buğday çeşitlerinin geliştirilmesi, ışlah çalışmalarının önemli hedeflerinden biri olmuştur.

Bu alışma Orta Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak ekilen 14 ekmeklik buğday çeşidinin tane verimi, bazı verim unsurları ve kalite özellikleri incelenmiş, çeşitlerin verim ve kalite performanslarının belirlenmesi ve bölge çiftçisine yeni çeşitlerin genel durumları hakkında bilgi sağlanması bu çalışmanın amaçları arasında yer almıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu alışma 2014-2015 yetiştirme döneminde Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünde kuru koşullarda 14 ekmeklik buğday çeşidiyle (Gün-91, Sönmez-2001, Bezostaja-1, Tosunbey, Pehlivan, Demir-2000, Bayraktar-2000, Gerek-79, Karahan-99, Yunus, Ahmetağa, Konya-2002, Bozkır ve Eraybey) tesadöf blokları deneme desenine göre üç tekerrörlü olarak yürütölmüştür. Ekim kuru koşullarda 550 adet/m² tohum olacak şekilde ve parsel boyutları 8.4 m², 6 sıra ve sıra arası 20 cm olarak parsel mibzeriyle ekim yapılmıştır. Ekimle birlikte 3.5 kg/da N ve 6.9 kg/da P₂O₅ ve

üst gübre olarak 4 kg/da N verilmiştir. Yetiştirme döneminde Konya merkez lokasyonunda toplam 398.70 mm yağış alınmıştır. Araştırmada çeşitlerin başak uzunluğu, bitki boyu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, tane verimi (Yürür ve ark. 1981), bin tane ve hektolitreye ağırlığı (Elgün ve ark. 2001), protein oranı %, AOAC 992.23 (Anonymous 2009) metoduna göre, tane sertliği (PSI) Near infrared reflektans spektroskopisi cihazı AACC 39-10 metoduna göre (Anonymous 2000) analiz edilmiştir. Zeleny sedimantasyon AACC 56-61A (Anonymous 2000)'e göre analiz edilmiştir. Denemelerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde, varyans analizi (JMP11) istatistik analiz programına göre yapılmış ve farklılıkları önemli olan özelliklerin ortalama değerleri AÖF (%5) testine göre gruplandırılmıştır (Anonim 2014).

Bulgular ve Tartışma

Bitki Boyu ve Başak Uzunluğu

Ekmeklik buğday çeşidinin ortalama bitki boyu ve başak uzunluğuna ait sonuçlar izelge 2'de verilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılık bitki boyunda (p<0.01) ve başak uzunluğunda ise (p<0.05) seviyesinde önemli bulunmuştur (izelge 1). Araştırmada kuru koşullarda yetiştirilen çeşitlerin bitki boyu 79.50 ile 115 cm arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 92.29 cm olup, en yüksek bitki boyu Demir-2000 ve en düşük bitki boyu değeri ise Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Eraybey, Bozkır ve Karahan-99 eşitleri deneme ortalaması üzerinde bitki boyuna sahip olmuştur. Yapılan benzer çalışmalarda ekmeklik buğdayda bitki boyunun, farklı gelişme dönemlerinde görölen kuraklık stresi altında azalma gösterdiği ve bu azalmanın kuraklığın geliş zamanı ve şiddetine göre varyasyon gösterdiği belirtilmiştir (Subhani and Ghowdhvy 2000; Kimurto et al. 2004; Shamsi et al. 2010). Araştırmada kuru koşullarda çeşitlerin başak uzunluğu 8.87 ile 11.10 cm arasında değişmiş, deneme ortalaması 9.75 cm olmuştur. En yüksek başak uzunluğu değeri Gün-91 ve en düşük değer ise Bayraktar-2000 çeşidinden elde edilmiştir. Genel olarak incelediğimizde Konya-2002, Karahan-99, Demir-2000 ve Ahmetağa eşitlerinde deneme ortalaması üzerinde başak uzunluğu elde edilmiştir (izelge 2). Tunca (2012), 2010-2011 yetiştirme döneminde 16 ekmeklik buğday çeşidinin başak uzunluğunu 7.7-9.7 cm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yapılan çalışmada başak uzunluğunun 2014-2015 yılı yağış miktarının fazla olmasından dolayı diğer çalışmalara göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Ekmeklik buğday çeşitlerinde incelenen özelliklere ilişkin varyans analiz sonuçları
Table 1. Variance analysis results of the traits in bread wheat varieties

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	F Değeri	P
Bitki Boyu (cm)	2780.6071	17.0889	<.0001**
Başak Uzunluğu (cm)	13.106061	5.4082	0.0023
Başakta Tane Sayısı (adet)	502.24714	12.0249	<.0001**
Başakta Tane Ağırlığı (g)	1.3004499	7.4406	0.0005*
Tane Verimi (kg/da)	835048.67	6.1635	0.0012*
Bin tane Ağırlığı (g)	733.73034	15.2731	<.0001**
Hektolitreye Ağırlığı (kg/hl)	45.713182	12.1896	<.0001**
Protein Oranı (%)	5.2900179	5.1763	0.0028*
Zeleny Sedimantasyon (ml)	432.42857	20.1800	<.0001**
Tane Sertliği (PSI)	1867.4123	14.3103	<.0001**

*, **: Sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli

*, **: Significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively

Çizelge 2. Bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve tane verimi ortalama değerleri

Table 2. Mean values of plant height, spike length, grain number per spike, grain weight per spike and grain yield

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)	Başak Uzunluğu (cm)	Başakta Tane Sayısı (adet)	Başakta Tane Ağırlığı (g)	Tane Verimi (kg/da)
Ahmetağa	81.5 de	9.93 bcde	40.15 bcd	1.64 cdef	655.58 ab
Bayraktar-2000	86.5 de	8.87 f	35.60 ef	1.49 efg	647.00 ab
Bezostaja-1	90.0 cd	9.30 ef	31.20 f	1.54 efg	518.75 ab
Bozkır	107 ab	9.59 def	42.10 ab	2.07 a	579.42 de
Demir-2000	115 a	10.48 abcd	40.00 abcd	1.81 bcd	447.42 b
Eraybey	108.2 ab	9.09 ef	35.45 bcde	1.69 cde	658.58 ab
Gerek-79	89.00 de	9.64 def	33.45 cde	1.68 cdef	449.00 bc
Gün-91	90.75 cd	11.10 a	44.90 a	1.47 efg	550.42 ab
Karahan-99	99.75 bc	10.58 abc	32.60 de	1.33 g	709.08 a
Konya-2002	81.50 de	10.69 ab	38.30 ab	1.97 ab	630.58 ab
Pehlivan	79.50 e	9.02 ef	39.10 abcde	1.86 abc	593.83 ab
Sönmez-2001	87.00 de	9.72 cdef	36.80 abcde	1.59 def	521.50 ab
Tosunbey	86.75 de	9.58 def	40.80 abc	1.44 fg	589.42 ab
Yunus	89.50 cde	8.99 f	40.10 abcd	1.96 ab	626.58 ab
Ortalama	92.29	9.75	37.9	1.68	584.08
DK _(%)	3.04	4.41	4.58	7.52	8.15
AF _(0.05)	2.16	0.92	3.86	0.23	110

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemsizdir

*: Differences between the means followed by the same letter are not significant at $P < 0.05$ level

Başakta Tane Sayısı ve Başakta Tane Ağırlığı

Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığına ait değerler izelge 3'de verilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılık başakta tane sayısında ($p < 0.01$) ve başakta tane ağırlığında ($p < 0.05$) seviyesinde önemli bulunmuştur (izelge

1). Araştırmada kuru koşullarda yetiştirilen çeşitlerin başakta tane sayısı 31.20 ile 44.90 adet arasında değişmiş, deneme ortalaması 37.90 adet olarak belirlenmiştir. En yüksek değer Gün-91 ve en düşük değer ise Bezostaja-1 eşidinde elde edilmiştir. Çeşitleri genel olarak incelediğimizde Bozkır, Tosunbey, Ahmetağa, Yunus, Demir-2000,

Çizelge 3. Bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, Protein oranı, Zeleny sedimantasyon ve Tane sertliği ortalama değerleri

Table 3. Mean values of thousand kernel weight , test weight, protein content, Zeleny sedimentation and grain hardness (PSI)

Çeşitler	Bin Tane Ağırlığı (g)	Hektolitreye Ağırlığı (kg/hl)	Protein Oranı (%)	Zeleny Sedimantasyon (ml)	Tane Sertliği (PSI)
Ahmetağa	34.44 def	76.00 c	12.14 fg	36.0 bc	46.40 de
Bayraktar-2000	36.54 cde	75.57 c	12.36 defg	26.0 h	64.82 a
Bezostaja-1	42.84 ab	78.35 a	12.74 cdef	37.5 ab	50.61 cd
Bozkır	36.34 cde	76.60 bc	13.44 a	37.5 ab	60.67 ab
Demir-2000	42.86 ab	77.61 ab	12.93 abcd	34.5 cd	47.61 de
Eraybey	37.46 cd	77.92 a	12.26 efg	39.5 a	56.60 bc
Gerek-79	30.90 f	73.32 d	13.37 ab	26.0 h	63.67 a
Gün-91	33.24 ef	77.29 ab	11.93 g	31.0 efg	42.91 h
Karahan-99	32.68 ef	77.26 ab	13.02 abc	34.0 cd	60.29 ab
Konya-2002	39.82 bc	77.70 ab	12.52 cdefg	35.0 bcd	45.31 de
Pehlivan	45.88 a	77.56 ab	12.42 cdefg	30.0 g	44.01 de
Sönmez-2001	44.20 a	77.85 a	12.43 cdefg	30.5 fg	41.27 e
Tosunbey	32.84 cd	75.90 c	12.78 bcde	33.0 def	45.64 de
Yunus	46.46 a	77.61 ab	12.26 efg	33.5 cde	42.73 e
Ortalama	38.32	76.9	12.61	33.1	50.89
DK _(%)	5.5	4.69	2.33	3.87	6.32
AÖF _(0.05)	1.9	0.9	0.28	2.28	6.1

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.05 düzeyinde önemsizdir

*: Differences between the means followed by the same letter are not significant at P<0.05 level

Pehlivan ve Konya-2002 çeşitlerinde deneme ortalaması üzerinde başakta tane sayısı elde edilmiştir (Çizelge 2). Araştırmada kuru koşullarda çeşitlerin başakta tane ağırlığı 1.33 ile 2.07 g arasında değişmiş, deneme ortalaması 1.68 g olmuştur. Başakta tane ağırlığı bakımından en yüksek değer Bozkır ve en düşük değer ise Karahan-99 çeşidinde elde edilmiştir. Genel olarak incelediğimizde Konya-2002, Yunus, Pehlivan, Demir-2000 ve Eraybey çeşitlerinde deneme ortalaması üzerinde başakta tane ağırlığı elde edilmiştir (Çizelge 2). Tunca (2012), Eskişehir yöresinde 2010-2011 yetiştirme döneminde kuru koşullarda ekmeçlik buğday çeşitleri ile yaptığı çalışmada, verim unsurlarından başaktaki tane ağırlığının 0.5-1.4 g arasında değiştiğini belirlemiştir. Dencic et al. (2000), 30 ekmeçlik buğday çeşidi ve değişik ülkelerden topladıkları 21 yerel popülasyonun optimum ve kurak koşullarda tane verimi, verim unsurları ve morfolojik özelliklerini değerlendirdikleri bir çalışmada, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ve tane veriminin, kuraklığa bitki boyundan ve başaktaki başakçık sayısından daha hassas olduğunu tespit etmişlerdir.

Tane Verimi ve Bin Tane Ağırlığı

Ekmeçlik buğday çeşitlerinin ortalama tane verimi ve bin tane ağırlığına ait değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılık tane verimi bakımından (p<0.05) ve bin tane ağırlığında (p<0.01) seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Araştırmada kuru koşullarda yetiştirilen çeşitlerin tane verimi 447.42 ile 709.08 kg/da arasında değişmiş, deneme ortalaması 584.08 kg/da, en yüksek tane verimi değeri Karahan-99 ve en az değer ise Gerek-79 çeşidinden elde edilmiştir. Genel olarak incelediğimizde Bozkır, Eraybey, Ahmetağa, Bayraktar-2000, Konya-2002, Yunus ve Pehlivan çeşitlerinde deneme ortalaması üzerinde tane verimi elde edilmiştir (Çizelge 2). Denemede yer alan çeşitlerin tane verimlerinin yüksek olması yağış miktarının uzun yıllar ortalamalarına göre yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Aydoğan ve ark. (2010), kuru koşullarda 18 ekmeçlik buğday çeşidiyle yapmış oldukları bir çalışmada tane veriminin 331.85 ile 749.07 kg/da arasında değiştiğini, ortalama tane veriminin 449.35 kg/da olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada en yüksek tane verimi değerinin 749.07 kg/da ile Soyer-02 ve en düşük değerinin ise 331.85

kg/da ile Altay-2000 çeşidinden elde edildiğini tespit etmişlerdir. Birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün elde edebilmek için uygun yetiştirme şartları ve tekniklerinin uygulanması yanında verim potansiyeli optimum olan çeşitlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Buğday tanesinin tohumluk ve un verimi hakkında bilgi veren bin tane ağırlığı 30.90 ile 46.46 g arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 38.32 g olup, en yüksek değer Yunus ve en düşük değer ise Gerek-79 eşitlerinde elde edilmiştir. Çeşitleri genel olarak incelediğimizde Pehlivan, Sönmez-2001, Demir-2000, Bezostaja-1 ve Konya-2002 eşitlerinde deneme ortalaması üzerinde bin tane ağırlığı elde edilmiştir (izelge 3). Aydemir ve ark. (2001), Orta Anadolu koşullarında Karahan-99, Gerek-79 ve Dağdaş-94 eşitleri (31-34, 30-36 ve 34-40 g) arasında bin tane ağırlıklarının değiştiğini tespit etmişlerdir. Aydoğan ve ark. (2007), kuru koşullarda 2005-2006 yılları arasında yapmış oldukları bir çalışmada Konya-2002, Gerek-79, Bezostaja-1 ve Dağdaş-94 eşitlerinde sırasıyla 30.32, 28.36, 31.06 ve 36.96 g bin tane ağırlığı elde etmişlerdir.

Hektolitre Ağırlığı ve Protein Oranı

Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama hektolitre ağırlığı ve protein oranına ait değerler izelge 5'de verilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılık hektolitre ağırlığında ($p<0.01$) ve protein oranında ($p<0.05$) seviyesinde önemli bulunmuştur (izelge 1). Araştırmada kuru koşullarda çeşitlerin hektolitre ağırlığı 73.32 ile 78.35 kg/hl arasında değişmiş, deneme ortalaması 76.90 kg/hl olmuş, en yüksek değerler Bezostaja-1, Eraybey ve Sönmez-2001

eşitlerinde en düşük değer ise Gerek-79 eşidinde elde edilmiştir. Çeşitleri genel olarak incelediğimizde Eraybey, Sönmez-2001, Konya-2002, Yunus, Demir-2000, Pehlivan ve Gerek-79 eşitlerinde deneme ortalaması üzerinde hektolitre ağırlığı elde edilmiştir (izelge 3). Araştırmada kuru koşullarda çeşitlerin protein oranı %11.93 ile %13.44 arasında değişmiş, deneme ortalaması %12.61 olmuştur. En yüksek protein oranı Bozkır ve en düşük değer ise Gün-91 eşidinde elde edilmiştir. Çeşitleri genel olarak incelediğimizde Bozkır, Gerek-79, Karahan-99, Demir-2000, Tosunbey ve Bezostaja-1 eşitlerinde deneme ortalaması üzerinde protein oranı belirlenmiştir (izelge 3). Aydemir ve ark. (2001), yapmış oldukları bir çalışmada ekmeklik buğday çeşitlerinde protein oranlarının (Karahana-99 eşidinde %11-13, Gerek-79'da %10-12 ve Dağdaş-94'de %11-12) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. şahin ve ark. (2008), kuru koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğdaylarda protein oranının %12.62-14.16, sulu koşullarda ise %11.53-13.85 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ercan ve Bildik (1993), azotlu gübre uygulamasının ekmeklik buğday kalitesine etkisini inceledikleri bir araştırmada azotlu gübre dozu arttıka protein miktarının, camsılık oranının arttığını belirlemişlerdir.

Zeleny Sedimentasyon ve Tane Sertliği

Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama Zeleny sedimentasyon değerleri ve tane sertliğine ait veriler izelge 3'de verilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılık Zeleny sedimentasyon değerinde ($p<0.01$) ve tane sertliğinde ($p<0.01$) seviyesinde önemli bulunmuştur (izelge 1). Zeleny sedimentasyon protein kalitesinin bir

Çizelge 4. İncelenen zellikler arasındaki korelasyon katsayıları
Table 4. The correlation coefficients between the examined traits

zellikler	Bitki boyu	Başak Uzunluğu	Başakta Tane Sayısı	Başaktaki Tane Ağırlığı	Tane Verimi	Bin tane Ağr	Hektolitre Ağr.	Protein Oranı	Zeleny Sed.
Başak Uz.	0.2316								
Başakta T. S	-0.1269	0.1684							
Tane Ağr.	0.1044	-0.1093	0.6216*						
Tane Verimi	-0.3208	-0.2961	0.0298	0.2055					
Bin tane	0.1043	-0.3505	-0.2536	0.4512*	0.5788*				
Hektolitre	0.3063	0.0924	-0.3700	0.1110	0.3823*	0.6173*			
Protein	0.2193	-0.0155	0.1500	0.1316	-0.4005*	-0.2244	-0.3004		
Zeleny Sed.	0.3023	0.1110	0.1497	0.2556	0.3027	0.1173	0.5655*	0.0334	
Sertlik Değerleri	0.0933	-0.1942	0.0803	-0.1123	-0.5974*	-0.5013*	-0.4885*	0.5042*	-0.1277

Başakta T.S: Başakta Tane sayısı, Başak Uz: Başak Uzunluğu, Zeleny Sed: Zeleny Sedimentasyon

Başakta T.S: Grai number per spike, Başak Uz: Spike length, Zeleny Sed: Zeleny sedimentation

*, **: Sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli

*, **: Significant at $p<0.05$ and 0.01 , respectively

Çizelge 5. ane verimi ile incelenen özellikler arasındaki regresyon eşitlikleri
Table 5. The regression equations between grain yield and examined traits

İncelenen Özellikler	Regresyon Eşitliği	R ²
Hektolitre Ağırlığı	74.806064+0.0027499*T.Verim*	0.146169
Bin tane Ağırlığı	25.844093 + 0.0164028*T. Verim*	0.334986
Protein Oranı	13.44468 - 0.0010959*T. Verim*	0.160374
Sertlik Değeri	71.485229 - 0.0270713*T. Verim*	0.356943

* , **:Sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli

*, **: Significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively

göstergesi olarak kabul edilen ve sanayiciler tarafından yaygın olarak kullanılan bir özelliktir. Araştırmada kuru koşullarda çeşitlerin Zeleny sedimentasyon değeri 26.0 ile 39.5 ml arasında değişmiş, deneme ortalaması 33.1 ml olup, en yüksek değer Eraybey ve en düşük değer ise Bayraktar-2000 ve Gerek-79 çeşitlerinden elde edilmiştir. Çeşitleri genel olarak incelediğimizde Bozkır, Bezostaja-1, Ahmetağa ve Konya-2002 çeşitlerinde deneme ortalaması üzerinde Zeleny sedimentasyon elde edilmiştir (Çizelge 3). Aydoğan ve ark. (2013), kuru koşullarda 21 ekmeklik buğday çeşidinin Zeleny sedimentasyon değerinin 19.5-62.5 ml arasında değiştirdiğini, en yüksek değerlerin Bağcı-2002 62.5 ml, Gün-91 60.50 ml, Karahan-99 57.50 ml, Eraybey 55.50 ml ve Soyer-02 51.50 ml elde edildiğini belirlemiştir. Öztürk ve Aydın (2004), farklı yetiştirme koşulları altında sedimentasyon değerlerini; sulu şartlarda 32.2 ml, kuru şartlarda 35.7 ml, erken dönemde su stresi şartlarında 34.0 ml, geç dönem su stresi şartlarında 35.0 ml ve sürekli su stresi şartlarında ise 37.5 ml olarak tespit etmişlerdir. Sertlik (PSI) cinsinden ölçülmüş olup 100'e yakın olan değerler tane yumuşaklığını ifade etmektedir. Araştırmada kuru koşullarda çeşitlerin sertlik değerleri (PSI) 41.27 ile 64.82 arasında değişmiş, deneme ortalaması ise (PSI) 50.89 olup, Sönmez-2001 çeşidi en sert grupta ve Bayraktar-2000 çeşidi ise yumuşak grupta yer almıştır (Çizelge 3). Şahin ve ark. (2013), 2011-2012 yetiştirme döneminde 314 genotipte yapmış oldukları bir çalışmada sertlik değerinin 27 ile 73 arasında değiştirdiğini, ortalama sertlik değerinin (PSI) 52.5 olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada incelenen özellikler arasındaki ilişkileri tespit etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Başakta tane sayısı ile başaktaki tane ağırlığı (0.6216*), bin tane ağırlığı ile başakta tane ağırlığı(0.4512*), hektolitre ağırlığı ile bin tane ağırlığı (0.6173*),hektolitre ağırlığı ile tane verimi (0.3823*), Zeleny sedimentasyon ve hektolitre ağırlığı (0.5655*) ve protein oranı ve sertlik değerleri arasında (0.5042*) önemli pozitif

ilişki tespit edilmiştir. Tane verimi; protein oranı (-0.4005*) ve sertlik arasında (-0.5974*), bin tane ağırlığı ile sertlik değerleri (-0.5013*) ve hektolitre ağırlığı ile sertlik değerleri arasında(-0.4885*) negatif önemli ilişki tespit edilmiştir(Çizelge 4). Tane verimi ile başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, protein oranı ve tane sertliği arasında korelasyon ($p < 0.05$) seviyesinde önemli bulunmuştur. Tane verimi ile önemli korelasyon gösteren özellikler arasındaki regresyon eşitlikleri ve R² değerleri (Çizelge 5) verilmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada 14 ekmeklik buğday çeşidinin kuru koşullarda verim, verim unsurları ve bazı kalite özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilerle yapılan varyans analizleri sonucunda incelenen tüm özellikler ve yetiştirme koşullarının çeşitler arasındaki farklılıkları istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Çalışma sonucunda; Bitki boyu bakımından Demir-2000, başak uzunluğunda Konya-2002, başakta tane sayısında Gün-91, başakta tane ağırlığında Bozkır, tane veriminde Karahan-99, bin tane ağırlığında Pehlivan ve Sönmez-2000, hektolitre ağırlığında Eraybey, Bayraktar-2000 ve Sönmez-2000, protein oranında Bozkır, Zeleny sedimentasyon bakımından Eraybey çeşitleri en yüksek değerleri almıştır. Tane sertliği özelliği bakımından Bayraktar-2000 ve Gerek-79 çeşitleri yumuşak grupta, Tosunbey, Pehlivan, Konya-2002, Demir-2000 ve Ahmetağa çeşitleri sert grupta yer almışlardır. Morfolojik ve incelenen bazı kalite parametreleri bakımından değerlendirdiğimizde Karahan-99, Eraybey, Bozkır ve Pehlivan çeşitlerinin yüksek değer verdikleri ve Orta Anadolu Bölgesinde kuru koşullarda bu çeşitlerin verim ve kalite özelliklerinin iyi olacağı tahmin edilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Seydi Aydoğan tarafından Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında yapılan yüksek lisans tezinin bir kısmını kapsamaktadır. Tezin yürütülmesinde destek sağlayan Bahri Dağdaş

Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne katkılarında dolayı teřekk¼r ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2013. www.tuik.gov.tr/bitkiselapp /bitkisel. (Erişim tarihi: 24.09.2013)
- Anonim, 2014. Jsl Syntax reference. SAS Institute JMP11., ISBN:978-1-62959-560-3
- Anonim, 2015. www.uhk.org.tr
- Anonymous, 2000. Approved methods of the american association of cereal chemistusa
- Anonymous, 2009. Approvedmethodologies www.leco.com/resources/approved methods
- Aydemir T., Barut, A., Yılmaz, K. ve Sezer, N., 2001. Yılı milli çeşit listesinde yer alan ekmeklik buğdayların b¼lgeler bazında verim ve kalite y¼n¼nden değerlendirilmesi. T¼rkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21
- Aydoğan S., Akçacık, A. G., şahin, M. ve Y¼ksel, K., 2007. Ekmeklik buğday (*T. aestivum* L.) genotiplerinde verim ve bazı kalite özellikleri arasındaki ilişkiler. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstit¼s¼ Dergisi, 16:(1-2):21-30 Ankara
- Aydoğan S., G¼men Akçacık, A., şahin, M., Kaya, Y., Taner, S., Demir, B. ve nmez, H., 2010. Ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi, bazı kimyasal ve reolojik özellikleri ¼zerine bir araştırma. Bitkisel Araştırma Dergisi, 1: 1-7 s, Konya
- Aydoğan S., G¼men Akçacık, A., şahin, M., nmez, H., Demir, B. ve Yakışır, E., 2013. Ekmeklik buğday çeşitlerinde fizikokimyasal ve reolojik özelliklerin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstit¼s¼ Dergisi, 22 (2): 74-85 s, Ankara
- 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
- Elg¼n A, T¼rker S ve Bilgiçli, N., 2001. Tahıl ve ¼r¼nlerinde analitik kalite kontrol¼. Selçuk ¼niversitesi Ziraat Fak¼ltesi Gıda M¼hendisliđi. Konya Ticaret Borsası Yayın No:2 Konya
- Ercan R. ve Bildik, E., 1993. Azotlu g¼bre uygulamasının ekmeklik buğday kalitesine etkisi. Gıda Dergisi, 18-3
- Kinacı E. ve Dayıoğlu, R., 1998. Determination of drought resistant wheat genotypes and related morphological and physiological parameters under Central Anatolian conditions. T¼bitak Projesi Sonuç Raporu. 62
- Kimurto P., Kinyua, M. and Njoroge, J., 2004. Response of bread wheat genotypes to drought simulation under a mobile rain shelter in Kenya. African Crop Science Journal, 11(3): 225-234
- zturk A. ve Aydın, F., 2004. Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. Journal of Agronomy and Crop Science, 190(2): 93-99
- zt¼rk A., 1999b. Kuraklığın kışık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. Agriculture and Forestry, 23: 531-540
- Shamsi K., Petrosyan, M., Noor Mohammadi, G. and Haghparast, R. J., 2010. Evaluation of grain yield and its components in three bread wheat cultivars under drought stress. Animal and Plant Sci. 1117-1121
- Subhani G. M. and Chowdhry, A.A., 2000. Correlation and path coefficient analysis on bread wheat under drought stress and normal conditions. Of Bio, 72-77
- şahin M., G¼men Akçacık, A. ve Aydoğan, S., 2008. Orta anadolu kuru ve sululu koşulları için tescil edilmiş ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve bazı kalite özellikleri y¼n¼nden performanslarının belirlenmesi. ¼lkesel Tahıl Sempozyumu 2-5 Haziran 2008 Konya, 390-400
- şahin M., G¼men Akçacık, A., Aydoğan, S., Demir, B., nmez, H. ve Taner, S., 2013. Ekmeklik buğday ununda ekmek hacmi ile bazı fizikokimyasal ve reolojik özellikler arasındaki ilişkilerin tespiti. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstit¼s¼ Dergisi, 22 (1): 13-19 s, Ankara
- Tunca Z., 2012. Bazı buğday çeşitlerinin adaptasyon kabiliyeti, agronomik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi ¼niversitesi. Fen Bilimleri Enstit¼s¼, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Y¼ksek Lisans Tezi)
- Y¼r¼r N., Tosun, O., Eser, D. ve Geçit, H.H., 1981. Buğdayda ana sap verimi ile bazı karakterleri arasındaki ilişkiler. A.¼. Z.F. Yayınları 755-443. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler

Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) Çeşidinde Uygun Ekim Normunun Belirlenmesi

*Duran KATAR¹

Nimet KATAR²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir

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

Geliş Tarihi (Received): 06.02.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 21.04.2017

Öz

Bu denemede farklı ekim sıklıklarının Aktaş ve Güneş karabuğday çeşitlerinde verim ve verim unsurları üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseninde üç tekerrürlü olarak Eskişehir iklim koşullarında ve 2013-2014 yıllarında yürütülmüş olup, 4 farklı ekim sıklığı (6, 8, 10 ve 12 kg/da) denenmiştir. Deneme sonuçlarına göre bitki boyunda, bitki başına salkım sayısında ve tohum veriminde en yüksek değerler Aktaş çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek bitki boyu, bitki başına salkım sayısı, 1000 tohum ağırlığı ve bitki başına tohum verimi 6 kg/da ekim normundan ve en yüksek tohum verimi (kg/da) ise 12 kg/da ekim normundan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karabuğday çeşitleri, *Fagopyrum esculentum* Moench, ekim normları

Determination of Sowing Rates of Different Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Cultivars Under Eskişehir Ecological Conditions

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of different sowing rates on yield and some yield components in two buckwheat cultivars (Aktaş and Güneş). Study was carried out in randomized factorial block design with three replications under Eskişehir climatic conditions during the years of 2013-2014. Four sowing rates (6, 8, 10 and 12 kg/da) were applied. Results showed that sowing rates had significant effect on plant height, cluster number per plant and seed yield giving higher values in Aktaş cultivar. Once, 6 kg/da seed rate gave the highest plant height, cluster number per plant, 1000 seed weight and seed yield per plant; the highest seed yield was obtained from 12 kg/da sowing rate.

Keywords: Buckwheat cultivars, *Fagopyrum esculentum* Moench, sowing rates

Giriş

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench); *Polygonaceae* familyasına ait, tek yıllık ve otsu bir bitkidir (Inamullah ve ark 2012). *Fagopyrum* cinsinin dünyada yaklaşık 15 kadar türü yayılış göstermekle birlikte bunlardan sadece yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve tatar karabuğdayının (*Fagopyrum tataricum* L. Gaertn.) kültürü yapılmaktadır (Ohnishi 1994). Bitki hızlı gelişme özelliğine sahip olup, 10-14 hafta gibi kısa sürede olgunlaşarak hasat olgunluğuna gelmektedir (Janos ve Gocs 2009). Bu da bitkiyi vejetasyon süresi kısa olan bölgeler için önemli bir alternatif kültür

bitkisi kılmanın yanı sıra vejetasyon süresi uzun olan bölgeler için ise ikinci ürün olarak faydalanma imkânı sağlamaktadır (Min ve ark 2004; Inamullah ve ark 2012).

Bitki çok yönlü kullanıma sahip olup, tohumları insan ve hayvan beslenmesinde kullanıldığı gibi ayrıca tıbbi amaçlarla da faydalanılabilmektedir (Janos ve Gocs 2009). Bitkinin tohumlarında glutenin bulunmaması çölyak hastalarının beslenmesinde farklı şekillerde kullanılmasına imkan sağlamaktadır (Kim ve ark 2004; Okudan 2015). Bitkinin tohumunda protein oranının yüksek olması

(%18) ve proteinin esansiyel aminoasitlerce (lisin, treonin, triptofan vb.) zengin olması sağlıklı beslenme açısından da kullanımının yaygınlaşmasına neden olmuştur (Bonafaccia ve ark 2003; Anonim 2015). Bitkinin tohumunda ve vejetatif aksamında bulunan fenolik antioksidanlar, aromatik bileşikler ve fagopirin gibi biyoaktif metabolitler nedeniyle tıbbi amaçlarla da farklı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Kreft ve ark 1999; Anonim 2015). Ayrıca karabuğday bitkisi tarımsal üretimde iyi bir örtü ve yeşil gübre bitkisi olarak da kullanılmaktadır (Janos ve Gocs 2009).

Bitkisel üretimde verim ve kalite, üretimde kullanılan bitkisel materyalin genotipi, üretimin yapıldığı bölgenin iklim ve toprak koşulları ve yetiştiricilik uygulamaları tarafından belirlenmektedir. Yetiştiricilik uygulamalarından birim alana atılacak tohumluk miktarı elde edilecek ürünün verim ve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Birim alana atılacak tohumluk miktarının optimum olması birim alanda fazla bitkinin oluşumunu engelleyerek, bitkiler arasında oluşacak olan ışık, su ve bitki besin elementi rekabetinin olumsuz etkisini ortadan kaldırmaktadır. Bu da üretimde verim ve kalite artışına neden olmaktadır (Janos ve Gocs 2009; Bagheri ve ark 2011). Herhangi bir kültür bitkisinde birim alanda bulunacak olan optimum bitki sayısı, üretimde kullanılan çeşidin genetik özelliklerine, üretimin yapılacağı bölgenin iklim ve toprak özelliklerine ve üretim sistemlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Özer 2003). Bu nedenle kültür bitkileri için birim alanda bulunması gereken optimum bitki sayıları lokasyonlar bazında yapılacak olan yerel çalışmalarla belirlenmesi gerekmektedir. Janos ve Gocs (2009)'ın karabuğday bitkisi için m²'ye en uygun bitki miktarını belirlemek için yapmış oldukları çalışmada en yüksek tohum verimini (196.3 kg/da) m²'ye 375 bitkiden elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yavuz ve ark. (2016)'nın Aydın ekolojik koşullarında yürütmüş oldukları

çalışmada karabuğday üretiminde en yüksek dane verimini 10 kg/da tohumluk veriminden alınmasına rağmen 8 kg/da'dan sonraki artan tohumluk miktarının istatistiksel olarak verimi artışı sağlamadığını bildirmişlerdir. Bitki üzerinde ülkemizde yürütülen çalışmalar henüz başlangıç aşamasında olup, üretimiyle ilgili bilgi ihtiyacının karşılanabilmesi bakımından bitki üzerinde yürütülecek agronomik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışma ile, Eskişehir ekolojik koşullarında iki farklı karabuğday çeşidi için en uygun ekim normlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen Aktaş ve Güneş karabuğday çeşitleri kullanılmıştır.

Deneme Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri

Bu çalışma 2013 ve 2014 yıllarında ESOGÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama tarlasında yürütülmüştür. Araştırmanın yapıldığı deneme alanı killi tınlı bünyeye sahip olup, hafif alkali (pH7.7-8.1) bir yapı arz etmektedir. Hafif tuzlu (%0.38) ve orta düzeyde kireçli (%5.67) olan deneme alanı toprağı organik madde içeriğı (%1.5) bakımından da yetersizdir. Faydalanılabilir fosfor düzeyi (4.51 P₂O₅ kg/da) az iken, potasyum (243 K₂O kg/da) yeterli düzeydedir (Çizelge 1).

Tarla çalışmasının yürütüldüğü 2013 ve 2014 yılları içerisinde bitkinin vejetasyon döneminde düşen yağış miktarları uzun yıllarla kıyaslanarak incelendiğinde daha düşük olduğu görülebilmektedir. Bölgenin bu döneme ait uzun yıllar yağış ortalaması 150.8 mm iken, 2013 yılı 82.8 mm ve 2014 yılında ise 120.5 mm olarak gerçekleşmiştir. Sıcaklık ortalamaları ise uzun yıllarla paralel seyretmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.(*)

Table 1. Some physical and chemical properties of the experiment site soil

Toprak Derinliği (cm)	Toplam Tuz (%)	Organik Madde (%)	Kireç	Bitkiye Yararışlı			
				Fosfor (P ₂ O ₅ kg/da)	Potasyum (K ₂ O kg/da)	Bünye	pH
0-40	0.38	1.5	5.46	4.51	243	Killi-Tınlı	7.6-8.2

*Analizler, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü toprak analiz laboratuvarında yaptırılmıştır.

*The analyzes were carried out in the soil analysis laboratory of the Eskişehir Transitional Zone Agricultural Research Institute

Çizelge 2. Eskişehir İlinin 2013, 2014 ve Uzun Yıllara Ait Bazı İklim Verileri
Table 2. Some climate data of Eskişehir province in 2013, 2014 and long years

Yıllar/Aylar	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Toplam/Ort.
Toplam Yağış (mm)					
2013	30.9	18.5	31.3	2.1	82.8
2014	15.2	27.2	70.6	7.5	120.5
1975-2010	50.0	49.7	35.1	16.0	150.8
Ortalama Sıcaklık (°C)					
2013	10.8	18.2	20	21.6	17.65
2014	11.5	15.1	18.5	22.6	16.93
1975-2010	11.3	16.0	20.2	23.5	17.75
Ortalama Nispi Nem (%)					
2013	63.2	51.5	53.9	51.9	55.13
2014	62.7	66.2	66.9	58.6	63.6
1975-2010	60.8	60.3	59.1	60.0	60.05

*Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınmıştır.

*Eskişehir Regional Directorate of Meteorology

Deneme, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme (bölünmüş parseller) desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parsel 5 m uzunluğunda ve 1.5 m genişliğinde (her parselde altı sıra) olup, parsel alanı 7.5 m²'dir. Parsellere ekimler sıra arası mesafeler 25 cm olacak şekilde farklı ekim normları kullanılarak ve ekim derinliği 3-4 cm olacak şekilde 07.04.2013 ve 11.04.2014 tarihlerinde elle yapılmıştır. Çalışmada kullanılan 2 karabuğday çeşidi (Aktaş ve Güneş) ana parsellere ve 4 farklı ekim normu (6, 8, 10 ve 12 kg/da) ise alt parsellere gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Acar ve ark 2012). Parsellerde herhangi bir ek gübreleme yapılmamıştır. Bitkiler çıkışlarını tamamladıktan sonra yabancı ot mücadelesi amaçlı bir çapalama yapılmıştır. Biri haziran ayının ilk yarısında ve diğeri haziran ayının sonuna doğru olacak şekilde 2013 ve 2014 yıllarında parseller ikişer defa sulanmıştır. Deneme parsellerine hastalık ve zararlılarla mücadele amaçlı herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Denemelerin hasadı 15.07.2013 ve 17.07.2014 tarihlerinde yapılmıştır. Hasatta, parsel kenarlarından birer sıra ve sıraların baş ve sonlarından 0.5 m'si kenar tesiri olarak atılmıştır. Tek bitki değerleri, her parselden tesadüfen seçilen 10'ar bitki ölçülüp tartılarak belirlenmiştir. Dekara tohum verimleri parsel verimleri üzerinden hesaplanmıştır.

Araştırma sonunda elde edilen verilerin Varyans Analizi, tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş deneme desenine göre yapılmıştır.

Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla LSD Testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark 1987). Tüm istatistiki hesaplamalar bilgisayarda MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitkisel üretimde elde edilecek olan ürünün verim ve kalitesi üretimde kullanılacak olan tohumlukların genotipi ile birlikte üretimin yapıldığı bölgenin ekolojik koşulları ve yetiştiricilik uygulamaları tarafından belirlenmektedir (Geçit ve ark 2009; Kaleem ve ark 2010; Şehirli ve Özgen 2010). Bu nedenle ıslah edilerek tescil ettirilmiş olan çeşitlerin farklı ekolojik koşullarda denenerek performanslarının belirlenmesi bölge üreticilerinin çeşit tercihinde büyük önem taşımaktadır. Optimum verim ve kaliteye ulaşılabilmesi açısından sadece bölge için uygun olan çeşidin belirlenmesi yetmez bu çeşit için üretimin yapılacağı bölgede yapılacak olan denemelerle en uygun yetiştiricilik uygulamalarının da belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bilindiği gibi en önemli yetiştiricilik uygulamalarından biriside birim alana atılacak tohumluk miktarı olup, bu uygulama birim alanda optimum sayıda bitki bulunmasını sağlayarak sonuçta ürünün verim ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen bitkiler arasındaki rekabeti engellemektedir (Sobhani ve ark 2012). Bu nedenle yerel düzeyde yapılacak olan çalışmalarla birim alana atılacak en uygun tohumluk miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bitki Boyu (cm)

İki farklı karabuğday çeşidi ve dört farklı ekim normu kullanılarak Eskişehir koşullarında iki yıl süreyle yürütülen çalışmanın sonuçları yılların ve ekim normlarının bitki boyu üzerinde istatistik anlamda önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan çeşitlerin ve interaksyonların ise bitki boyu üzerinde önemli bir etkisi tespit edilememiştir. Yılların bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde 2014 yılı (77.03 cm) 2013 yılına (50.75 cm) kıyasla daha yüksek bitki boyu değerini verdiği görülmüştür (Çizelge 3). Bu durum en basit şekilde yıllar arasında yaşanan yağış farkıyla açıklanması mümkündür. Çünkü 2014 yılı 2013 yılına kıyasla yaklaşık 48 mm dolayında daha fazla yağış almıştır (Çizelge 2). Bu yağışın büyük bir kısmı da bitkinin vejetatif gelişim döneminde gerçekleştiği için bitki boyunda artışa neden olmuştur.

Ekim normları arasında ise en yüksek bitki boyu en az tohumun atıldığı (6 kg/da) ekim normundan 61.81 cm ile alınırken, en düşük değer ise en çok tohumluğun (12 kg/da) atıldığı parselden 59.71 cm ile alınmıştır (Çizelge 3). Bu durumda birim alana gereğinden daha az atılan tohumluğun bitki boyunda artışa neden olduğunu fakat birim alandaki bitki sayısı arttıkça aynı alandan beslenecek ve yaşamını sürdürecektir olan arasındaki rekabet artmakta ve bu da bitkilerin vejetatif gelişimi sınırlandırarak bitki boyunu olumsuz yönde etkilemiştir. Genel ortalama olarak elde edilmiş olduğunuz bitki boyuna ait değerimiz 63.89 cm olup, Okudan (2015)'in bildirdiği 44.7-75.3 cm değeri, Yavuz ve ark (2016)'nın bildirdiği 64,76-71,19 cm ve Topal ve ark (2012)'nin bildirdiği 62,23-85,66 cm değerleri ile uyum gösterirken, Bagheri ve ark. (2011)'nin bildirdiği 101.4-114.3 cm değerinden ise bir miktar düşük kalmıştır.

Bitki Başına Dal Sayısı (adet/bitki)

Yürütülen çalışmada çeşitlerin ve ekim normlarının bitki başına dal sayısı üzerinde istatistiki anlamda önemli bir etkide bulunmazken, yılların bu parametre üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Bitki başına yan dal sayısı üzerine yılların etkisi incelendiğinde 2014 yılının değerleri (2.40 adet/bitki) 2013 yılına (2.01 adet/bitki) kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu durumda 2014 yılının Mayıs ve Haziran aylarında alınan yağışın 2013 yılının aynı aylarında alınan yağışa kıyasla iki katına yakın yüksek olmuş olmasıyla açıklanabilir (Çizelge 2). Her ne kadar çeşitler arasında

dal sayısı bakımından istatistiki anlamda önemli bir fark bulunmamış olsa da, yılların ortalaması itibarıyla bakıldığında 2.40 adet/bitki ile Güneş çeşidi Aktaş (2.30 adet/bitki) çeşidinden daha yüksek değer vermiştir. Bu durumda genotipin dallanma özelliği üzerine olan etkisiyle açıklanabilir. Aynı şekilde ekim normları da her ne kadar dal sayısı üzerinde istatistiki anlamda önemli bir fark oluşturmamış olsa da birim alana artan bitki sayısına paralel olarak dal sayısında bir azalış olduğu görülmüş olup, en yüksek dal sayısı birim alana en az tohumun ekildiği (6 kg/da) parselden 2.47 adet/bitki ile alınırken en düşük değer ise 2.21adet/bitki ile 10 kg/da ekim normundan alınmıştır. Bu da birim alana artan bitki sayısının etkisiyle oluşan rekabetle açıklanabilir. Bitki başına dal sayısı değerlerimiz (1.71-3.13 adet/bitki) Tseng ve Huang (1992)'in bildirdiği 3.2-4.1 adet/bitki değerinden düşük kaldığı görülmüştür.

Bitki Başına Çiçek Salkımı Sayısı (adet/bitki)

Bitki başına çiçek salkımı sayıları bakımından elde edilen değerler incelendiğinde, bu parametre üzerinde yılların, ekim normunun ve yıl × çeşit × ekim normu interaksyonunun istatistiki anlamda etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Yıllar bakımından karşılaştırma yapıldığında daha önce incelenen diğer iki özellikte olduğu gibi bitki başına çiçek salkımı sayısında da 2014 (14.33 adet/bitki) yılından 2013 (9.97 adet/bitki) yılına kıyasla daha yüksek değer elde edilmiştir. Ekim normu bakımından bu parametre değerleri incelendiğinde ise birim alana en az tohumun atıldığı 6 kg/da ekim normundan en yüksek değer 13.96 adet/bitki ile elde edilmişken en düşük değer ise 10 kg/da ekim normunun kullanıldığı parsellerden (10.89 adet/bitki) elde edilmiştir. Bu da birim alana artan bitki sayısının bitki başına dal sayısında ve buna bağlı olarak da çiçek salkımı sayısı üzerindeki olumsuz etkisiyle açıklanabilir.

Bitki başına çiçek sayısı bakımından yıl × çeşit × ekim normu interaksyonu incelendiğinde ise en yüksek değer Aktaş çeşidinin 2014 yılından ve 6 kg/da ekim normundan 17.56 adet/bitki ile alınmışken, en düşük değer 8.30 adet/bitki ile Güneş çeşidinin 2013 yılının 10 kg/da ekim normundan alınmıştır (Çizelge 3). Bu da çeşitlerin yıllara bağlı olarak bu parametre bakımından farklı tepki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bitki başına çiçek salkımı sayısı değerlerimiz (8.30-17.56 adet/bitki) Tseng ve Huang (1992)'in bildirdiği 14-30 adet/bitki değerinden düşük kalmıştır.

Katar and Katar "Determination of Sowing Rates of Different Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) Cultivars Under Eskişehir Ecological Conditions"

Çizelge 3. Farklı ekim normlarının karabuğday bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisine ait ortalama değerler ve varyans analizi

Table 3. Mean values and variance analysis of the effects of different sowing rates on the yield and yield components

Bitki Boyu (cm)						
Ekim Normu						
Yıllar	Çeşitler	6 kg/da	8 kg/da	10 kg/da	12 kg/da	Ortalama
2013	Aktaş	55.63	53.10	48.27	47.97	51.24
	Güneş	54.37	51.83	48.10	46.70	50.25
	Ortalama	55.00	52.47	48.18	47.33	50.75B
2014	Aktaş	83.73	79.10	81.13	78.20	80.54
	Güneş	77.50	77.77	72.83	65.97	73.52
	Ortalama	80.62	78.43	76.98	72.08	77.03A
Yılların ort.olarak	Aktaş	69.68	66.10	64.70	63.08	65.89
	Güneş	65.93	64.80	60.47	56.33	61.88
Genel Ortalama		67.81 ^A	65.45 ^{AB}	62.58 ^{BC}	59.71 ^C	63.89
F: Yıl:408.95**; Çeşit: 1.95ns; Yıl×Çeşit: 1.11ns; E.Normu: 7.65**; Yıl×E.Normu: 0.48ns; Çeşit×E.Normu: 0.78ns; Yıl×Çeşit×E.Normu: 0.85ns						
C.V.(%): 23.50; L.S.D.(%): Yıl: 12.90; E.Normu: 5.02						
Bitki Başına Dal Sayısı						
Ekim Normu						
Yıllar	Çeşitler	6 kg/da	8 kg/da	10 kg/da	12 kg/da	Ortalama
2013	Aktaş	1.98	1.99	1.71	2.07	1.94
	Güneş	2.40	1.83	2.17	1.90	2.07
	Ortalama	2.19	1.91	1.94	1.98	2.01b
2014	Aktaş	2.59	2.77	2.53	2.73	2.66
	Güneş	2.90	3.13	2.43	2.47	2.73
	Ortalama	2.75	2.95	2.48	2.60	2.70a
Yılların ort.olarak	Aktaş	2.29	2.38	2.12	2.40	2.30
	Güneş	2.65	2.48	2.30	2.18	2.40
Genel Ortalama		2.47	2.43	2.21	2.29	2.35
F: Yıl: 19.75*; Çeşit: 0.24ns; Yıl×Çeşit: 0.02ns; E.Normu: 1.12ns; Yıl× E.Normu: 1.09ns; Çeşit× E.Normu: 1.15ns; Yıl×Çeşit× E.Normu: 0.96ns						
C.V.(%): 24.29; L.S.D.(%): Yıl:0.67						
Bitki Başına Salkım Sayısı						
Ekim Normu						
Yıllar	Çeşitler	6 kg/da	8 kg/da	10 kg/da	12 kg/da	Ortalama
2013	Aktaş	9.03A	9.93A	9.29A	10.84A	9.77
	Güneş	14.53A	8.50B	8.30B	9.36B	10.17
	Ortalama	11.78	9.22	8.79	10.10	9.97b
2014	Aktaş	17.56A	15.03AB	13.87AB	12.90B	14.84
	Güneş	14.73A	15.43A	12.10A	13.03A	13.83
	Ortalama	16.15	15.23	12.98	12.97	14.33a
Yılların ort.olarak	Aktaş	13.30	12.48	11.58	11.87	12.31
	Güneş	14.63	11.97	10.20	11.20	12.00
Genel Ortalama		13.96A	12.23AB	10.89B	11.53B	12.15
F: Yıl: 50.90*; Çeşit: 0.27ns; Yıl×Çeşit: 1.41ns; E.Normu: 7.02**; Yıl× E.Normu: 1.67ns; Çeşit× E.Normu: 1.34ns; Yıl×Çeşit× E.Normu: 5.64**						
C.V.(%): 27.55; L.S.D.(%): Yıl: 2.63; E.Normu: 1.98; Yıl×Çeşit× E.Normu: 3.96						

Katar ve Katar "Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench Çeşidinde Uygun Ekim Normunun Belirlenmesi"

Çizelge 3 devamı
Table 3 continued

Bitki Başına Tohum Verimi						
		Ekim Normu				
Yıllar	Çeşitler	6 kg/da	8 kg/da	10 kg/da	12 kg/da	Ortalama
2013	Aktaş	2.95	2.57	2.33	2.16	2.50
	Güneş	2.96	2.59	1.85	2.52	2.48
	Ortalama	2.96	2.58	2.09	2.34	2.49
2014	Aktaş	4.17	3.30	2.82	2.42	3.18
	Güneş	3.59	3.37	3.02	2.90	3.22
	Ortalama	3.88	3.34	2.92	2.66	3.20
Yılların ort.olarak	Aktaş	3.56	2.94	2.58	2.28	2.84
	Güneş	3.27	2.98	2.44	2.71	2.85
Genel Ortalama		3.42A	2.96B	2.51C	2.50C	2.85
F: Yıl: 15.47ns; Çeşit: 0.01ns; Yıl×Çeşit: 0.01ns; E.Normu: 17.41**; Yıl× E.Normu: 1.63ns; Çeşit× E.Normu: 2.14ns; Yıl×Çeşit× E.Normu: 1.54ns						
C.V.(%): 25.25; L.S.D.(%): E.Normu: 0.41						
1000 Tohum Ağırlığı (g)						
		Ekim Normu				
Yıllar	Çeşitler	6 kg/da	8 kg/da	10 kg/da	12 kg/da	Ortalama
2013	Aktaş	36.07	35.33	29.96	25.13	31.62
	Güneş	36.93	34.41	30.45	30.04	32.96
	Ortalama	36.50a	34.87a	30.20b	27.59b	32.29a
2014	Aktaş	29.65	28.75	28.81	26.54	28.43
	Güneş	29.44	28.22	25.48	27.32	27.61
	Ortalama	29.54a	28.48a	27.14a	26.93a	28.02b
Yılların ort.olarak	Aktaş	32.86	32.04	29.38	25.84	30.03
	Güneş	33.18	31.31	27.96	28.68	30.29
Genel Ortalama		33.02A	31.68AB	28.67BC	27.26C	30.16
F: Yıl: 29.18*; Çeşit: 0.09ns; Yıl×Çeşit: 1.57ns; E.Normu: 11.76**; Yıl× E.Normu: 3.65*; Çeşit× E.Normu: 1.46ns; Yıl×Çeşit× E.Normu: 0.50ns						
C.V.(%): 13.95; L.S.D.(%): Yıl: 3.40; E.Normu: 3.06; Yıl× E.Normu: 3.20						
Tohum Verimi						
		Ekim Normu				
Yıllar	Çeşitler	6 kg/da	8 kg/da	10 kg/da	12 kg/da	Ortalama
2013	Aktaş	54.90	67.63	95.97	118.90	84.35
	Güneş	51.57	72.00	86.57	108.10	79.56
	Ortalama	53.23	69.82	91.27	113.50	81.95B
2014	Aktaş	68.90	96.00	122.70	149.40	109.25
	Güneş	63.83	86.07	107.07	133.20	97.54
	Ortalama	66.37	91.03	114.88	141.30	103.40A
Yılların ort.olarak	Aktaş	61.90	81.82	109.33	134.15	96.80a
	Güneş	57.70	79.03	96.82	120.65	88.55b
Genel Ortalama		59.80D	80.43C	103.08B	127.40A	92.68
F: Yıl: 606.33**; Çeşit: 12.60*; Yıl×Çeşit: 2.22ns; E.Normu: 177.09**; Yıl× E.Normu: 1.99ns; Çeşit× E.Normu: 1.60ns; Yıl×Çeşit× E.Normu: 0.37ns						
C.V.(%): 31.36; L.S.D.(%): Yıl: 8.64; Çeşit: 6.45; E.Normu: 8.66						

Bitki Başına Tohum Verimi (g)

Bitki başına tohum veriminde sadece ekim normu bakımından istatistiki bakımdan önemli farklılık bulunmuştur (Çizelge 3). Bu parametre bakımından en yüksek değer en düşük ekim normunun kullanılmış olduğu (6 kg/da) parselden 3.42 g/bitki ile elde edilmişken, en düşük değer en yüksek ekim normunun (12 kg/da) kullanıldığı parselden 2.50 g/bitki ile elde edilmiştir (Çizelge 3). Bitki başına tohum verimi, bitkide oluşan dal sayısı ve buna bağlı olarak artan veya azalan çiçek salkımı sayısına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bitkide dal sayısını ve çiçek salkımı sayısı üzerinde pozitif yönde etkide bulunan ekim normu uygulaması aynı zamanda bitki başına tohum verimi üzerinde de pozitif bir etkide bulunmuştur. Bu da bitki başına artan birim alanın etkisiyle artan dal, çiçek salkımı ve tohum sayısıyla açıklanabilir.

1000 Tohum Ağırlığı (g)

1000 tohum ağırlığı üzerinde yılların, ekim normlarının ve yıl × ekim normlarının etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmuştur (Çizelge 3). 2013 yılına ait 1000 tohum ağırlığı değerleri (32.29 g) 2014 yılına kıyasla (28.02 g) daha yüksek bulunmuştur. Bu ise yıllara bağlı olarak değişen iklim koşullarıyla açıklanabilir. İki yılın ortalaması olarak ekim normlarının 1000 tohum ağırlığı üzerindeki etkisi incelendiğinde en yüksek değer dekara en az tohumluğun atıldığı (6 kg/da) parselden 33.02 g ile alınırken, en düşük değer ise dekara en çok tohumluğun atıldığı (12 kg/da) parselden 27.26 g ile alınmıştır. Bu durum birim alana atılan tohum sayısının artması ile artan bitki sayısına karşılık üretilen tohumların bir miktar küçülmüş olmasıyla açıklanabilir (Çizelge 3).

Yıllar × ekim normu interaksiyonu incelendiğinde ise en yüksek değer 36.50 g ile 6 kg/da ekim normundan 2013 yılından alınırken, en düşük değer ise 26.93 g ile 2014 yılının 12 kg/da ekim normundan alınmıştır. Diğer taraftan yılların ekim normlarının ve çeşitlerin ortalaması olarak 1000 tohum ağırlığı 30.16 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çalışmadan elde edilen 1000 tohum ağırlığı değerleri (25.13-36.93 g) Okudan (2015)'in değeri olan 18.7- 24.2 g'dan yüksek iken, Tseng ve Huang (1992)'in bildirdiği 33.8-45.5 g değerden düşük kalmıştır. Diğer taraftan 1000 tohum ağırlığına ait çalışmadan elde edilen değerler Yavuz ve ark (2016)'nın bildirmiş olduğu 25.6-30.7 g değerleri ile uyum içerisindedir.

Dekara Tohum Verimi (kg/da)

Dekara tohum verimi üzerinde çalışmanın yürütüldüğü yılların, çeşitlerin ve farklı ekim normlarının önemli düzeyde etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). 2014 yılından (103.40 kg/da) 2013 yılına kıyasla (81.95 kg/da) dekara daha yüksek tohum verimi alınmıştır. Bu durumda 2014 yılının Mayıs ve Haziran aylarında alınan yağışın 2013 yılının aynı aylarında alınan yağışa kıyasla iki katına yakın yüksek olmuş olmasıyla ve diğer iklim faktörlerindeki farklılıkla açıklanabilir (Çizelge 2).

İki yılın ortalaması olarak çalışmada kullanılan çeşitler kıyaslandığında Aktaş (96.80 kg/da) çeşidinin Güneş (88.55 kg/da) çeşidinden daha yüksek verim verdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Çeşitlerin ortaya koymuş olduğu bu performans farklılığı ise çeşitlerin genotip farklılığı ile açıklanması mümkündür.

Ekim normları kıyaslandığında ise en yüksek dekara tohum verimi 12 kg/da ekim normunun kullanıldığı parselden 127.40 kg/da ile alınırken, en düşük verim ise 6 kg/da ekim normundan 59.80 kg/da ile alınmıştır. Bu durumda birim alana atılacak olan tohumluğun artışıyla birim alana bitki sayısının arttığını ve buna bağlı olarak da dekara tohumluk veriminin artmasıyla açıklanabilir.

Yılların, çeşitlerin ve ekim normlarının genel ortalaması olarak ise 92.68 kg/da verim elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmamızda genel ortalama olarak elde edilen dekara tohum verimi (92.68 kg/da) değeri, Okudan (2015)'in bildirdiği 51-125 kg/da değerleri ile uyum gösterirken, Tseng ve Huang (1992)'in bildirdiği 132-234 kg/da değerinden, Kara (2014)'nın bildirdiği 146-159 kg/da değerinden ve Sobhani ve ark. (2014)'un bildirdiği 166-242 kg/da verim değerinden düşük bulunmuştur. Topal ve ark (2012)'nin bildirmiş olduğu 17.10-46.59 kg/da'dan yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan ise Yavuz ve ark. (2016)'nın Aydın ekolojik koşullarında yürütmüş oldukları çalışmada tohum veriminin 244-288 kg/da arasında değiştiğini ve en uygun tohumluk miktarını ise 8 kg/da olarak bildirmişlerdir. Janos ve Gocs (2009)'in karabuğday bitkisi için m²'ye en uygun bitki miktarını belirlemek için yapmış oldukları çalışmada en yüksek tohum verimini (196.3 kg/da)m²'ye 375 bitkiden (10-12 kg/da) elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu durum da çalışmaların yapıldığı bölgelerin, iklim ve

toprak özelliklerinin ve çalışmalarda kullanılan bitki materyallerinin genotipik farklılıklarıyla ve çalışmalarda gübre uygulaması yapıp yapılmamış olmasıyla açıklanabilir.

Sonuç

İki yıllık çalışmadan elde edilen değerlerin tümü birlikte incelendiğinde Eskişehir koşullarında daha yüksek verimli karabuğday üretiminin yapılabilmesi için Aktaş çeşidinin kullanılmasının ve ekim normu olarak da 12 kg/da tohumluk kullanımı tavsiye edilmektedir.

Kaynaklar

- Acar R., Güneş A. ve Aktaş A.H., 2012. Karabuğdayla sağlıklı yaşama merhaba. Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Karabuğday Proje Bülteni, 1:1-2. Konya
- Anonim, 2015. <https://en.wikipedia.org/wiki/Buckwheat> (Erişim tarihi:28.06.2015)
- Bagheri H., Sharghi Y. and Yazdani M., 2011.The study of planting density on some agronomic traits of spring canola cultivars. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(10):1302-1305
- Bonafaccia G., Marocchini M. and Kreft I., 2003. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat Food Chemistry, 80(1):9-15
- Düzgüneş O., Kesici T., Kavuncu O. ve Gürbüz F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021. Ankara
- Geçit H.H., Çiftçi C.Y., Emeklier Y., İkincikarakaya S., Adak M.S., Ekiz H., Altınok S., Sancak C., Sevimay C.S. ve Kendir H., 2009. Tarla Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1569, Ders Kitabı: 521, Ankara
- Inamullah I., Saqib G., Ayub M., Khan A.A., Anwar S. and Khan S.A., 2012.Response of Common Buckwheat to Nitrogen and Phosphorus Fertilization.Sarhad J. Agric., 28(2):171-178
- Janos L. and Gocs L., 2009. Second Crop buckwheat in Nyirseg regions. Analele Universităţii din Oradea, Fascicula: Protecţia Mediului, 19:190-195
- Kaleem S., Hassan F.U., Farooq M., Rasheed M. and Munir A., 2010. Physio-morphic traits as influenced by seasonal variation insunflower; Areview. Int. J. Agric. Biol., 12:468-473
- Kara N., 2014. Yield and mineral nutrition content of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): the effect of harvest times, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1):85-94
- Kim J., Wieslander G. and Norback D., 2004.Allergy /Intolerance to Buckwheat and Other Food Products among Swedish subjects with celiac disease. proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, Prague, pp:705-709
- Kreft S., Knapp M. and Kreft I., 1999. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(11):4649-52
- Min W., Yi-min W. and Jin-min G., 2004. Analysis of fatty acid and unsaponifiable matter from tartary buckwheat oil and buckwheat oil by GC/MS. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, Prague, p:721-729
- Ohnishi O., 1994. Buckwheat in Karakoram and the Hindukush. Fagopyrum, 14:17–25
- Okudan D., 2015. Farklı azot dozlarının karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) tane verimi ve kalitesine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yüksek Lisans Tezi/ Basılmamış), Isparta
- Özer H., 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. Plant Soil Environ., 49(9):422-426
- Sobhani M.R., Rahmikhoev G, Mazaheri D. and Majidian M., 2014. Influence of different sowing date and planting pattern and N rate on buckwheat yield and its quality. Australian Journal of Crop Science, 8: 1402–1414
- Sobhani R.M., Rahmikhoev G., Mazaheri D., Majidian M., 2012.Effects of sowing date, cropping pattern and nitrogen on CGR, yield and yield component summer sowing buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 2(1): 35-46
- Şehirali S. ve Özgen M., 2010. Bitki Islahı (Düzeltilmiş 4. Baskı), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1582, Ders Kitabı: 534, Ankara
- Topal İ., Güneş A., Koç, H., Acar R., Kara İ., Ercan, B. ve Gummadov N., 2012. Konya koşullarında farklı ekim sıklıklarının karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.)da verim ve bazı verim unsurlarına etkisi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu 13-15 Eylül, Tokat, s. 234-237
- Tseng, S.H. and Huang, S.C., 1992. Studies on increasing grain yield of buckwheat in Taiwan. http://tdares.coa.gov.tw/files/web_articles_files/tdares/9573/3731.pdf. (Erişim Tarihi: 12.07.2015).

Katar and Katar "Determination of Sowing Rates of Different Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) Cultivars Under Eskişehir Ecological Conditions"

Yavuz H., Yiğit A. ve Ereku O., 2016. Farklı ekim sıklıklarının karabuğday'da (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı tane kalitesi özelliklerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; 13(2) : 17 - 22

β -Glucan Content and Relationships to Some Agronomical and Quality Characters in Oat (*Avena sativa* L.)

Nurgül SARI¹

*Aydın ÜNAY²

¹Field Crops Central Research Institute, Ankara, Türkiye

²Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Field Crops Department, Aydın, Türkiye
Corresponding author e-mail (Sorumlu yazar e-posta): aunay@adu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 17.02.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 24.04.2017

Abstract

The β -glucan of oat is recommended for lowering cholesterol level in human nutrition. The main objective of this research is to determine the selection criteria for increased β -glucan in oat breeding. Fifty oat genotypes were evaluated for β -glucan content in two different yield trials during 2010 and 2011 growing seasons in Aegean Agricultural Research Institute (AARI). Experimental designs were completely randomized block design with four replications in both trials. The data of β -glucan and related traits were evaluated to analyze the correlation, path and stepwise regression. The correlation coefficients between β -glucan content and number of spikelet/panicle, number of grain/panicle, starch rate and hull rate were negatively significant, while β -glucan showed significant positive correlations with thousand kernel weight, plant height, harvest index, oil rate, protein rate and ash rate. The results of path analysis showed that the greatest positive direct effects were ash rate and number of grain/panicle. The stepwise regression analysis verified that ash and oil rate, test weight had marked increasing effects on β -glucan. As a result of all analysis, selection plants with higher ash rate and lower number of spikelet/panicle are needed to be increased for higher β -glucan content

Keywords: Oat, β -glucan content, yield, quality, correlation, stepwise analysis

Yulaf (*Avena sativa* L.) Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri ile β -Glukan İçeriği Arasındaki İlişkiler

Öz

Yulafın beta glukan içeriği insan beslenmesinde kolesterol düzeyini azaltmak için önerilmektedir. Bu araştırmanın amacı, yulaf ıslahında beta glukan oranını arttırmak için seleksiyon kriterlerini belirlemektir. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 2010 ve 2011 yıllarında yürütülen denemelerde beta glukan ve diğer tarımsal ve kalite özelliklerini belirlemek için 50 genotip değerlendirilmiştir. Çalışmada, deneme deseni olarak dört tekerrürlü Tesadüf Blokları Deneme Deseni kullanılmıştır. İncelenen özelliklere ilişkin veriler korelasyon, path ve aşamalı regresyon analizi ile değerlendirilmiştir. Beta glukan içeriği ile salkımda başakçık sayısı, salkımda tane sayısı, nişasta ve kavuz oranı arasında önemli negatif yönde korelasyon tespit edilirken, bin tane ağırlığı, bitki boyu, hasat indeksi, yağ oranı, protein oranı ve kül oranı arasında önemli pozitif yönde korelasyon bulunmuştur. Path analizi sonuçlarında beta glukan ile doğrudan etkiler incelendiğinde kül oranı ve salkımda tane sayısı özellikleri en yüksek olumlu yönde değer göstermiştir. Kül oranı, yağ oranı ve hektolitreye ağırlığının beta glukan üzerinde artırıcı etkileri stepwise regresyon analizi ile doğrulanmıştır. Tüm analiz sonuçlarına göre, daha yüksek beta glukan içeriği için yüksek kül oranı ve salkımda düşük başakçık sayısı kriterlerinin seleksiyon ölçütü olarak kullanılabileceği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yulaf, β -glukan içeriği, verim, kalite, korelasyon, stepwise analizi

Introduction

Oat is a type of cool-climate grain, which is used for animal forage, human food, pharmaceutical and cosmetic industry. Its most common use is for animal nutrition.

Oat grain, which is very good animal forage, is especially used for feeding cattle, sheep, poultry and horses. Oats in human nutrition and other applications in-use today are becoming

increasingly widespread. Compared with other grains, oat is reported to have high fiber content and high ratio of oil and protein content as well as being rich in terms of mineral substances. β-glucan, a viscous and soluble dietary fiber component of oat, which is polysaccharide with no starch, was found to reduce blood cholesterol and blood glucose levels (Tsikitis et al., 2004; Tiwari and Cummins 2009). For these reasons, oats with higher β-glucan ratio should be preferred for human and animal nutrition (poultry excluded).

To reach higher β-glucan content in breeding studies, the relationships among characters were determined (Kapoor et al., 2011). It was reported that β-glucan content is affected by genetic variability and environmental factors in previous studies with oat genotypes (Havrlentová et al. 2013). Redaelli et al. (2011) found that total β-glucan content was between 2.85 and 6.77% and the soluble fraction from 2.05 to 5.29% in the 658 European oat genotypes. In other study, β-glucan content of oat varieties and breeding lines ranged from 3.85 to 4.31 % for naked oats and 2.49 to 3.52 % for husked oat in grain samples of 102 oat genotypes (Zute et al. 2011).

Cervantes-Martinez et al. (2002) revealed that the presence of oat β-glucan content with yield components and other grain quality traits have high selection potential for greater β-glucan. According to Holthaus et al. (1996) and Kibite and Edney (1998), the relationships between β-glucan content and grain yield was non-significant. Similarly, β-glucan content also non-significant positive correlated with test weight (Peterson et al. 1995). Asp et al. (1992) found positive correlation coefficient between beta-glucan content and insoluble and total dietary fiber but significant negative correlations between beta-glucan content and fat content.

There are few studies about correlations and multiple regression analysis between β-glucan and other agronomical and quality characteristics. Therefore, this study was carried out to determine the relationship between β-glucan ratio with yield and yield components of oat (*Avena sativa* L.) and take these features into consideration for plant breeding by examining their effects on β-glucan ratio with path and stepwise analysis.

Material and Method

This study was carried out as two different oat yield trials (OYT-1 and OYT-2) during 2009-10 and 2010-2011 production periods at the

experimental fields at AARI (Aegean Agricultural Research Institute). As research material, 25 genotypes were included in each yield trial. In OYT-1, 20 advanced lines and 5 standard oat varieties, and in OYT-2, 19 advanced lines and 6 standard oat varieties were used with different origins and backgrounds. Totally, 39 different advanced lines and 6 standard oat varieties were tested for yield trial. The source of the material was from the introduction material; imported from abroad by the Aegean Agricultural Research Institute of Plant Genetic Resources Department Headquarters through the National Gene Bank. Standard oat varieties used in this study consisted of a land race (Akyulaf) cultivated in the Aegean Region coastal zone and other registered oat varieties including Apak 2-3, Bozkır 1-5, Checota, Faikbey, Seydişehir and Yeşilköy 330.

In this study, protein, oil, starch, dietary fiber, β-glucan, hull and ash with plant height, grain size, harvest index, panicle length, number of spikelet/panicle, number of grain/panicle, thousand kernel weight, test weight and grain yield criteria were measured. Protein ratio was determined by grain-mill grinding of the post-harvest grains from each parcel and measuring the rate of protein with the Leco FP-328 device based on Dumas combustion method (Dumas 1831). Oil ratio was found by measuring the grain oil content with the Soxhlet device on the basis of the oil solvent extraction. Starch ratio was determined by grain-mill grinding of the post-harvest grains from each parcel and using ready kits, AOAC 996.11, ratio of dietary fiber; AOAC 991.43, β-glucan ratio with the application of the method of AOAC 995.16 (AOAC 1995). Hull rate of 50 post-harvest grains from each parcel was calculated. Ash content was determined by modifying AACC Method 08-01(AOAC 1995) for oat samples. Plant height was obtained by measuring the distance from ground level to the top of bunches during maturity period whereas; seed size was obtained by calculating the percentage of remaining oats above 2.5 mm. Harvest index was determined by dividing the weight of grain to the total weight of the entire above-ground assembly during the seed maturation period. Panicle length was obtained by measuring and averaging the length of 10 randomly selected panicles from the bottom to the tip of the panicle; the number of spikelet/panicle was obtained by counting and averaging the number of spikelet from 10 panicles; the number of seed/panicle was obtained by blending the resulting particles

from 10 panicles, counting and averaging; panicle grain weight was taken by blending 10 panicles and weighing them and taking the average. Thousand kernel weights were found by obtaining grain harvest from each parcel, weighing as 100-counted units with four replications and multiplying the average by 10. Test weight was determined by weighing with the Kettler-AM 600 instrument after harvesting. Grain yield was determined by converting the trial parcel yield to hectare.

The data obtained from this study were subjected to analysis of correlation and path analysis in the TARIST statistical program. The correlation between β -glucan content and other yield parameters, direct effects on β -glucan were evaluated in path analysis according to Singh and Chaudhary (1979) The stepwise regression analysis for β -glucan content was performed using MINITAB-11 software package. It was performed using β -glucan, content as the response variable and other agronomic and quality parameters as predictor variables.

Results and Discussion

For the improvement of higher β -glucan, the correlation, path and step-wise regression analysis are very important in determining indirect selection criteria. Ali et al. (2009) explained that correlation between related characteristics is mostly due to the presence of linkage and pleiotropy. β -glucan content showed positive and significant correlations with grain yield, thousand kernel weight, plant height, harvest index, oil, protein and

ash content. These correlations reveal that if mentioned characteristics increases the β -glucan is also increased. β -glucan content and the number of spikelet/panicle, the number of grains/panicle, starches and hull ratio were highly negatively associated (Table 1). The results of correlations are in contradiction with Holthaus et al. (1996); Kibite and Edney (1998) for grain yield but are in accordance with Peterson et al. (1995) for test weight. They reported that the correlation between β -glucan content and grain yield and test weight were non-significant. Cervantes-Martinez et al. (2002) suggested that the selection for higher β -glucan content should be in the direction of increasing the β -glucan content without degrading the grain yield efficiency. Also, our results showed that the correlation coefficient between β -glucan content and grain yield was significantly and positive direction.

Although path coefficient analysis provides an effective way of finding out direct and indirect sources of correlations, many researchers generally evaluated direct effects. The results are given in Table 2 which reveals that the ash rate, grain weight /panicle, oil rate and test weight had the highest and positive direct effects whereas starch content, number of spikelet/panicle and dietary fiber rate showed negatively highest direct effects. Asp et al. (1992) also revealed that the β -glucan was significantly positively correlated with the fat content, and significantly negatively correlated with starch. I was concluded that to increase β -glucan selection in the segregating early population should be for plants having high

Çizelge 1. Correlation coefficients between β -glucan and other traits

Table 1. Beta glukan ve diğer özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

	Evaluated characters ¹							
	GY	TW	TKW	PH	GS	HI	PL	NSP
β GR	.117*	.015	.250**	.181**	.018	.242**	-.066	-.236**
	Evaluated characters ¹							
	NGP	GWP	SR	OR	PR	DFR	AR	HR
β GR	-.150**	-.074	-.364**	.460**	.399**	-.037	.645**	-.216**

*, **: Significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively.

*, **: Sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli.

¹Characters: β GR: β -glucan rate, GY: Grain yield, TW: Test weight, TKW: Thousand kernel weight, PH: Plant height, GS: Grain size, HI: Harvest index, PH: Panicle length, NSP: Number of spikelet panicle, NGP: Number of grain panicle, GWP: Grain weight panicle, SR: Starch rate, OR: Oil rate, PR: Protein rate, DFR: Dietary fiber rate, AR: Ash rate, HR: Hull rate

¹Özellikler: β GR: Beta glukan oranı, GY: Tane verimi, TW: Hektolitre ağırlığı, TKW: Bin tane ağırlığı, PH: Bitki boyu, GS: Tane iriliği, HI: Hasat indeksi, PH: Salkım boyu, NSP: Salkımda başakçık sayısı, NGP: Salkımda tane sayısı, GWP: Salkımda tane ağırlığı, SR: Nişasta oranı, OR: Yağ oranı, PR: Protein oranı, DFR: Besinsel lif oranı, AR: Kül oranı, HR: Kavuz oranı

Table 2. Direct effects (%) of related characters for βGR in path analysis.

Çizelge 2. Path analizinde beta gluklan için ilgili karakterlerin doğrudan etkileri (%)

	Evaluated characters ¹							
	GY	TW	TKW	PH	GS	HI	PL	NSP
βGR	1.082	16.504	-1.353	-16.095	-11.607	-11.093	-3.424	-30.919

	Evaluated characters ¹							
	NGP	GWP	SR	OR	PR	DFR	AR	HR
βGR	-14.529	31.005	-59.046	25.831	1.841	-23.471	53.852	-6.972

¹Characters: βGR: β-glucan rate, GY: Grain yield, TW: Test weight, TKW: Thousand kernel weight, PH: Plant height, GS: Grain size, HI: Harvest index, PH: Panicle length, NSP: Number of spikelet panicle, NGP: Number of grain panicle, GWP: Grain weight panicle, SR: Starch rate, OR: Oil rate, PR: Protein rate, DFR: Dietary fiber rate, AR: Ash rate, HR: Hull rate

¹Özellikler: βGR: Beta gluklan oranı, GY: Tane verimi, TW: Hektolitre ağırlığı, TKW: Bin tane ağırlığı, PH: Bitki boyu, GS: Tane iriliği, HI: Hasat indeksi, PH: Salkım boyu, NS P: Salkımda başakçık sayısı, NGP: Salkımda tane sayısı, GWP: Salkımda tane ağırlığı, SR: Nişasta oranı, OR: Yağ oranı, PR: Protein oranı, DFR: Besinsel lif oranı, AR: Kül oranı, HR: Kavuz oranı

Table 3. Results of stepwise analysis for β-glucan ratio.

Çizelge 3. Beta gluklan oranı için stepwise analiz sonuçları

	Prediction	St. error	t value
Determination coefficient	4.37		
Ash rate	0.39	0.02	16.84**
Starch rate	-0.17	0.02	-7.83**
Oil rate	0.18	0.02	9.43**
Dietary fiber rate	-0.07	0.02	-3.54*
Number of spikelet/panicle	-0.07	0.02	-3.70*
Test weight	0.05	0.02	2.89*

*, **: Significant at p< 0.05 and 0.01, respectively.

*, **: Sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli

grain weight/panicle and number of spikelet/panicle as morphological traits of plants. In further generations and selection of variety, high ash content, oil rate and test weight and low starch content and dietary fiber rate were evaluated as technological characteristics.

The results of stepwise regression analysis for the prediction of β-glucan rate are given in Table 3. For β-glucan content, effects in the rate of 62.12% are defined. According to this, the following formula was obtained:

$$\beta GR = 4,37 + 0.39 AR + 0.18 OR + 0.05 TW - 0.17 SR - 0.07 DFR - 0.07 NSP (R^2 = 62.12)$$

Based on the result of stepwise regression analysis, the ash rate, oil rate and test weight were determined to generate positive effects on β-glucan content whereas starch, dietary fiber and number of spikelet/panicle were determined to generate negative effects. These characteristics were the most effective selection criteria.

The results of correlation, path and stepwise analysis were found corroborative and consistent for ash rate, oil rate, starch rate, dietary fiber rate and number of spikelet/panicle.

Conclusions

The present study revealed that β-glucan content was significantly positive associated with ash content and oil rate in correlation, path and step-wise analysis. Similarly, starch rate, dietary fiber rate and number of spikelet/panicle had negatively effects in all methods. For higher β-glucan in the definition of genotypes or for breeding programs, it can be said that it is beneficial to select genotypes with high values of ash content, oil content and test weight while with low values of starch content and dietary fiber ratio as well as low number of spikelet/panicle. The selection criteria for high β-glucan must be easily measurable properties. Moreover, relationships between β-glucan and these traits must be significant for indirect

selection in breeding. The quality laboratory parameters such as higher ash and oil rate and test weight and lower starch and dietary fiber rate were evaluated to determine the suitable parents and line at further generations. However it can be said that suitable selection criteria was low number of spikelet/panicle in the early generation of single plant selection.

Acknowledgement

This paper was produced from the thesis on quality and agronomic characteristics of oat was conducted by Nurgül Sarı. We sincerely would like to thank Field Crops Department of Agriculture Faculty of Adnan Menderes University and Directorate of Aegean Agricultural Research Institute for theory substantive supports for realizing the study.

References

- AOAC, 1995 Official Methods of Analysis of the AOAC International, 16th ed., supplement 1998. AOAC, Washington, DC, pp: 25–28
- Asp N. G., Mattsson B. and Onning G., 1992. Variation in dietary fiber, beta-glucan, starch, protein, fat and hull content of oats grown in Sweden 1987-1989. European Journal of Clinical Nutrition. 46(1):31-37
- Cervantes-Martinez C.T., Frey K.J., White P.J. and Holland J.B., 2002. Correlated responses to selection for greater β -glucan content in two oat populations. Crop Sci. 42:730-738
- Dumas J.B.A., 1831 Procèdes de l'analyse organique. Ann. Chim. Phys. 247: 198-213
- Havrlentova M., Hlinkova A., Zofajova A., Kovacik P., Dvoncova D. and Deakova L., 2013. Effect of fertilization on β -glucan content in oat grain (*Avena sativa* L.). Agriculture (Poľnohospodárstvo), 59, 2013 (3): 111–119
- Holthaus J.F., Holland J.B., White P.J. and Frey K.J., 1996 Inheritance of β -glucan content of oat grain. Crop Sci. 36: 567-572
- Kapoor R, Bajaj R.K., Sidhu N. and Kaur S., 2011. Correlation and path coefficient analysis in oat (*Avena sativa* L.). Int. Jour. of Plant Breeding. 5(2): 133-136
- Kibite S. and Edney M.J., 1998. The inheritance of β -glucan concentration in three oat (*Avena sativa* L.) crosses. Can. J. Plant Sci. 78: 245-250
- Peterson D.M., Wesenberg D.M. and Burrup D.E., 1995. β -glucan content and its relationship to agronomic characteristics in elite oat germplasm. Crop Sci:35:965-970
- Redaelli R., Frate V.D., Bellato S., Terracciano G., Ciccoritti R., Germeier C.U. and Stefanis E., 2011. Genetic and environmental variability in total and soluble β -glucan in European oat genotypes. Journal of Cereal Science, 57(2):193-199
- Singh R.K. and Chaudhary B.D., 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers. Ludhiana-New Delhi. pp. 304
- Tiwari U. and Cummins E., 2009. Simulation of the factors affecting β -glucan levels during the cultivation of oats. Journal of Cereal Science 50(2):175/183
- Tsikitis V.L., Albina J.E. and Reichner J.S., 2004. β -glucan affects leukocyte navigation in a complex chemotactic gradient. Surgery 136:384-389
- Zute S., Berga L. and Vicupe Z., 2011. Variability in endosperm B-Glucan content of husked and naked oat genotypes. Acta Biol. Univ. Daugav p. 11 (2): 192-200

The Influence of Row Spacing and Seeding Rate on Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

*Arzu KÖSE¹

Özlem BİLİR²

¹Transitional Zone Agricultural Research Institute, Eskisehir, Türkiye

²Trakya Agricultural Research Institute, Edirne, Türkiye

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

Geliş Tarihi (Received): 06.03.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 14.05.2017

Abstract

In safflower production, yield is affected row spacing, seeding rate and varieties give different response to them. For this reason, determining the optimum row spacing and seeding rate for each variety is important to obtain high yields and quality. In this research was conducted to determine the effect of row spacing and seeding rate on yield and quality traits of Balci safflower (*Carthamus tinctorius* L.) variety registered in 2011. The experiment was conducted at the Transitional Zone Agricultural Research Institute, Eskisehir, Türkiye using a randomized complete block split-plot design with four replicates in 2012, 2013 and 2014 growing seasons. Three different row spacing (15, 30 and 45 cm) and five different seeding rates (15, 30, 45, 60 and 75 kg ha⁻¹) were used in experiments. Seed yield, oil content, oil yield, the number of branches per plant, the number of seed per head and 1000 seed weight were investigated in this research. As a result of this study significant effect on seed and oil yield was determined in terms of row spacing and seeding rate. It was recommended that Balci safflower variety should be sown with 30 or 45 cm row spacing with 45 kg ha⁻¹ seeding rate to obtain the highest seed and oil yield. Especially, safflower production areas where temperature and humidity is too high to reduce the development of diseases and provide mechanical weed control 45 cm row spacing with 45 kg ha⁻¹ seeding rate should be used for production

Keywords: Safflower, row spacing, seeding rate, yield

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinde Sıra Arası Mesafe ve Ekim Normunun Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi

Öz

Aspir üretiminde verim, sıra arası mesafe ve ekim normu uygulamalarından etkilenmekte olup çeşitlerin bu uygulamalara reaksiyonları farklıdır. Bu nedenle, her çeşit için uygun sıra arası mesafe ve ekim oranının belirlenmesi yüksek verim ve kalite açısından önem taşımaktadır. Bu çalışma, 2011 yılında tescil ettirilen Balci aspir çeşidi için en uygun sıra arası mesafe ve ekim normunu belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Deneme; 2012, 2013 ve 2014 yıllarında, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarında tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak 4 tekerrür halinde ekilmiştir. Çalışmada 3 farklı sıra arası mesafe (15, 30 ve 45 cm) ve 5 ekim normu (15, 30, 45, 60 ve 75 kg ha⁻¹) kullanılmıştır. Çalışmada tane verimi, yağ oranı, yağ verimi, bitkide dal sayısı, tablada tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı değerleri incelenmiş olup, sıra arası ve ekim normu uygulamaları tane ve yağ verimi üzerine farklı etkilerde bulunmuştur. Buna göre; Balci aspir çeşidi için 30 veya 45 cm sıra arası mesafe ile 45 kg ha⁻¹ ekim normu uygulamalarının en yüksek tohum ve yağ verimi elde etmede uygun olduğu tespit edilmiştir. Özellikle, sıcaklığın ve nemin yüksek olduğu aspir üretim alanlarında hastalık gelişimini azaltmak ve mekanik ot kontrolünü sağlamak için 45 cm sıra arası mesafe ile 45 kg ha⁻¹ ekim normunun kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Aspir, ekim normu, sıra arası mesafe, verim

Introduction

Safflower has a wide adaptation and more drought and salt resistance than other oil seed plants. Therefore it can be grown successfully in arid areas (El-Lattief 2012; Omidi et al. 2012). In recent years, safflower has received great attention for its biodiesel production in dryland regions (Bergman and Charles 2008; Sujatha 2008). In Türkiye, safflower seed production has increased nearly three times in the last five years and it reached 62.000 tons in 2014 (Anonymous 2016).

Safflower row spacing and seeding rates attach to environment condition, production systems and vary considerably in the world (Mündel et al. 1994). Several field trials indicated that row spacing and seeding rate has significantly affected safflower seed and oil yield. In California, 15–20 cm row spacing produces lower yields than 30–60 cm spacing. Weiss (2000) found that 15–23 cm row spacing give the highest yields in Nebraska. Esendal (1986) determined that the seed yield of safflower increased appreciably as the row distance was decreased from 90 to 18 cm. The highest seed yield obtained from 18 cm rows in Erzurum Valley. Mündel et al. (1994) found that seed yield was maximized at 23 cm row spacing and 32–40 kg ha⁻¹ seeding rate in southern Alberta. Herdrich (2001) obtained that seed rate of 20 kg ha⁻¹ was to be optimal in the Washington State of USA. In the Bekaa Valley of Lebanon, the seed rate of 24 kg ha⁻¹ was detected to be ideal for seed production in semi-arid areas (Yau 2009). In Iran, row spacing greatly affected seed yield and 15 cm row spacing was recommended by Mohammadi and Karimizadeh (2013).

Some researchers emphasized that genotype gave different reaction to row spacing and seeding rate (Salerea 1997; Omidi 2000; Özel et al. 2004; Omidi et al. 2009; Mohamadzadeh et al. 2011; Sharif Moghaddasi and Omidi 2016). Therefore, identifying the optimum row spacing and seeding rate for each genotype are important to obtain safflowers with high yields and quality.

Very limited information about the optimum row spacing and seeding rate is presently available in safflower production particularly under dryland conditions with Balci safflower variety registered in 2011. In this study aimed to investigate the effects of row spacing and

seeding rates on seed yield, oil yield and some yield components of Balci safflower variety under dryland conditions.

Material and Method

Field experiments were conducted at the Transitional Zone Agricultural Research Institute (39°45'57" N, 30°24' 5' E) in Eskisehir, Turkey in 2012, 2013 and 2014 growing seasons. The soil was a clay loam, 1120 kg ha⁻¹ potassium and 91 kg ha⁻¹ phosphorus and poor in organic matter (1.2%) and slightly alkaline (pH= 7.2).

The climate of location was characterized as typical continental climate with cold winters, hot and dry summers and winter and early spring precipitation. The long-term (1928–2014), total annual precipitation was 300 mm, annual mean temperature was 15°C, and average relative humidity was 50%. Temperature, rainfall and relative humidity during the experimental period (March – August) are shown in Table 1.

The field experiments were performed under rainfed conditions and cv. Balci was used as a plant material. This variety was developed in the Transitional Zone Agricultural Research Institute. The experiment was a randomized complete block design in a split plot arrangement with four replications. The main plot was row spacings (15, 30 and 45 cm) and subplot was seeding rates (15, 30, 45, 60 and 75 kg ha⁻¹). The individual plot size was 1.8 m x 10 m = 18 m². Seeding was made in the first week of March in every year by hand, at a double / triple rate. Manual thinning was used to obtain the required plant number per square meter after emergence. 80 kg ha⁻¹ nitrogen (33% ammonium nitrate) and 60 kg ha⁻¹ phosphorus (superphosphate) were applied at seeding stage. Weeds were controlled by hand during growing season.

The plots were harvested at full maturity in August. Before harvesting, 15 plants were sampled from each individual plot and measured by the number of branches per plant, the number of seed per head and 1000 seeds weight. The interior rows in each plot (six 15 cm rows, three 30 cm rows and two 45 cm rows) were harvested by hand and threshed with a Hege plot combine harvester for seed yield. The oil content was determined using Soxhlet extraction apparatus. Oil yield

Table 1. Monthly and growing season lowest, highest and mean temperature, relative humidity and rainfall in 2012, 2013 and 2014

Çizelge 1. 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait büyüme sezonu ve aylara göre en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık, nispi nem ve yağış miktarı

	Lowest temperature (°C)	Highest temperature (°C)	Mean temperature (°C)	Relativ humidity (%)	Rainfall (mm)
Mounts Long Term (1965-2014)					
March	-9.1	22.1	4.8	62.2	33.6
April	-4.4	26.4	10.1	59.4	44.0
May	0.2	29.7	14.8	56.6	44.4
June	4.1	33.4	18.5	53.5	25.1
July	7.3	35.8	21.4	52.9	10.0
Agust	6.7	34.7	21.0	52.4	9.6
Mean	0.9	30.5	15.1	56.3	-
Total	-	-	-	-	166.7
Year 2012					
March	-13.2	16.3	1.5	87.7	56.4
April	-4.5	26.9	12.0	72.6	22.1
May	4.9	26.9	14.4	83.3	80.9
June	5.8	34.2	20.0	71.6	0
July	8.3	37.2	22.8	68.1	5.5
Agust	5.4	34.6	20.8	65.1	3.5
Mean	1.1	29.6	15.3	74.7	-
Total	-	-	-	-	168.4
Year 2013					
March	-9.2	21.8	7.1	59.8	33.2
April	0.2	28.4	10.8	63.2	37.8
May	6.2	31.6	17.7	51.5	9.5
June	5.8	35.1	20.0	53.1	14.0
July	8.8	38.5	23.7	50.6	0.8
Agust	11.2	34.8	22.4	53.1	0
Mean	3.8	31.5	17.0	55.2	-
Total	-	-	-	-	95.3
Year 2014					
March	-5.9	23.0	6.2	69.0	27.1
April	-3.7	26.6	11.3	63.7	23.2
May	6.6	28.5	16.4	63.3	53.8
June	8.9	35.4	19.9	64.1	70.5
July	13.6	34.0	21.6	57.8	20.4
Agust	15.4	36.4	24.1	58.9	12.2
Mean	5.8	30.6	16.6	62.8	-
Total	-	-	-	-	207.2

was calculated by multiplying the oil content and the seed yield of each individual plot.

Bartlett's test was used to determine the homogeneity of variances between years before analysis of variance. All data was subjected to

analysis of variance for each character using the statistical package JMP 5.0.1 (SAS, 1989 - 2002). Statistically significant differences among the mean values were determined with the least significant difference (LSD) test at the 0.05 level.

Results and Discussion

According to Bartlett's homogeneity test, three years' data were used combined to analyze the variance and mean comparisons. According to the data combined over three years, differences between effects of years were statistically significant for all characters. The influence of row spacing, seeding rate, row spacing x seeding rate, year x row spacing, year x seeding rate and year x row spacing x seeding rate interactions on studied characteristics are presented in Table 2.

Not only some features of safflower genotypes are controlled genetic factors, but they are also influenced by different agronomic applications and environmental conditions. Therefore, to achieve the highest yield from safflower determining a suitable row spacing and seeding rate is too important for production.

According to years while the highest seed yield (2142.4 kg ha⁻¹) was determined in the 2014 growing season, the lowest seed yield (1240.8 kg ha⁻¹) was obtained in the second year of the study like the other studied characteristics (Table 1). The main reason for this difference was the distinction among climatic conditions of growing seasons. During 2013, the lowest amount of rainfall was received than the other years. Especially, because of the insufficient rainfall after April and high temperatures probably reduced the seed yield.

In this research, differences of row spacing and seeding rate had important effects on seed

yield of safflower. The highest seed yield (1997.1 kg ha⁻¹) was determined in 30 cm row spacing, the lowest seed yield (1451.9 kg ha⁻¹) was found from the narrowest row spacing (15 cm) treatment. Similarly, Öztürk et al. (1999) and Kızıl et al. (1999) stated that the highest seed yield was determined in 30 cm row spacing treatment. Similar findings were also reported by Uslu et al. (1997) and Sharif Moghaddasi and Omidi (2016). Our results are in close agreement with those experiments given above. When Table 3 is examined it is clear that above or below of 45 kg ha⁻¹ seeding rates had decreased seed yield in this study. Yau (2009) recommended 24 kg ha⁻¹ seeding rate on seed yield to obtain the highest seed yield in arid conditions. Since seed yield is determined by several environmental factors (climatic factors and soil fertility, etc.) as well as genotypic structure, it is probable that the difference between results of the research is mainly because of the environmental conditions. The Influence of row spacing x seeding rate interaction on seed yield was also found to be important. In this situation shows the interactions between row spacing and seeding rate. The highest seed yields (2366.4 kg ha⁻¹) was determined at 30 cm row spacing with 45 kg ha⁻¹ seeding rates and followed by 45 cm x 45 kg ha⁻¹ (2219.3 kg ha⁻¹) treatment had same statistical group. In terms of seed yields 15 cm x 75 kg ha⁻¹ (1168.5 kg ha⁻¹) and 15 cm x 15 kg ha⁻¹ (1176.1 kg ha⁻¹) treatments seemed to be low (Table 4).

Table 2. Variance analysis
Çizelge 2. Varyans analizi

Source	Degree of freedom	Seed yield	Oil content	Oil yield	Number of branch per plant	Number of seed per head	1000 seed weight
Years (Y)	2	**	**	**	**	**	**
Bloks	9	*	ns	*	*	ns	ns
Row Spacing (RS)	2	**	ns	**	**	**	ns
Y x RS	4	**	**	**	ns	ns	ns
Error (a)	18	**	**	**	**	**	ns
Seeding Rate (SR)	4	**	**	**	**	**	ns
RS x SR	8	**	ns	**	**	**	ns
Y x SR	8	ns	ns	ns	ns	**	ns
Y x RS x SR	16	**	**	**	ns	**	ns
Error (b)	108						

*, **: Significant at p<0.05 and 0.01, respectively. ns: not significant

*, **: Sırasıyla, p<0.05 ve 0.01 seviyesinde önemli. ns: önemli değil

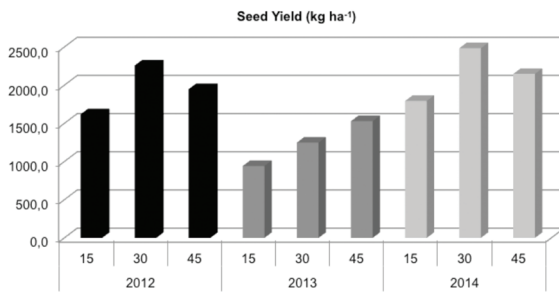


Figure 1. Row spacing x year interaction on seed yield
Şekil 1. Tane verimi üzerine sıra arası yıl interaksyonu

With regard to row spacing x seeding rate interaction, oil yields of 30 cm x 45 kg ha⁻¹ (906.8 kg ha⁻¹) and 45 cm x 45 kg ha⁻¹ (851.1 kg ha⁻¹) treatments seemed to be high (Table 4).

In this study, row spacing x year was also significant on the seed yield. As seen in Figure 1, the highest seed yields were determined from 30 cm row spacing in 2012 (2257.2 kg ha⁻¹) and 2014 (2484.5 kg ha⁻¹), from 45 cm row spacing in 2013 (1529.9 kg ha⁻¹). The second year of this research was conducted in the most arid condition in this experiment (Table 1). Sing and Yusuf (1981) reported that using wider row spacing gave better results in case of the moisture content of the soil being insufficient. These findings imply that safflower should be planted in wide row spacing under the arid

conditions. Some researchers conducted their research in arid conditions and emphasized similar results in their experiments (Umrani and Bhoi 1984; Sharif Moghaddasi and Omidi 2016; Hamza 2015).

The oil content is an important factor affecting the success of safflower production. In this study while the effects of row spacing, row spacing x seeding rate on oil content were not significant, seeding rate had significant effects on oil content. Similar results were released by Gonzalez et al. (1994) and Yau (2009). Seeding rates of 45 kg ha⁻¹ (37.8%) and 60 kg ha⁻¹ (37.7%) also had higher oil content than other treatments (Table 3). These findings mean that genotype is the most important factor for oil content. As indicated in previous studies, the oil content of safflower mostly depends more on the genotype than the agronomic application and environment condition (Rahamatalla et al. 2001; Jajarmi et al. 2008). The oil yield was calculated on the seed yield, oil content and related to them. In this study the highest oil yields were determined in 2014 (809.8 kg ha⁻¹) similar to seed yield (Table 3). The reason is that experimental location had high rainfall during the growing period of safflower than the other years. Distribution of rainfall is as important as the amount of rainfall. Agasimani et al. (1997) emphasized that yield

Table 3. Effects of years, row spacing and seeding rate on seed yield, oil content, oil yield, number of branch per plant, number of seed per head and 1000 seed weight (average of 3 years)¹

Çizelge 3. Yıl, sıra arası mesafe ve ekim normu oranının tane verimi, yağ oranı, bitkide dal sayısı, tablada tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı üzerine etkisi (3 yıl ortalaması)¹

Years	Seed yield (kg ha ⁻¹)	Oil content (%)	Oil yield (kg ha ⁻¹)	Number of branch per plant	Number of seed per head	1000 seed weight (g)
2012	1941.6	38.1	741.4	5.53	11.5	38.3
2013	1240.8	35.4	442.1	3.85	9.9	36.0
2014	2142.4	37.8	809.8	7.72	11.0	37.7
LSD (0.05)	6.92	0.52	2.64	0.27	0.21	1.69
Row Spacing (cm)						
15	1451.9	37.2	544.6	5.1	10.0	37.8
30	1997.1	37.1	750.3	6.1	11.6	37.5
45	1875.9	37.1	698.3	5.8	10.9	36.6
LSD (0.05)	6.92	ns	2.64	0.24	0.21	ns
Seeding Rates (kg ha ⁻¹)						
15	1449.9	36.4	532.7	6.1	10.2	37.2
30	1740.5	36.9	645.2	6.9	10.6	38.0
45	2134.1	37.8	813.7	5.7	11.8	37.9
60	1885.1	37.7	713.7	5.1	10.9	36.8
75	1664.9	36.7	616.8	4.8	10.7	36.1
LSD (0.05)	9.5	0.58	3.75	0.28	0.19	ns

¹Means of the same column followed by the same letters were not significantly different at p<0.05 level using LSD test

¹LSD testine göre aynı sütunda yer alan ortalamaları takip eden aynı harfler p<0.05 düzeyde anlamlı farklılık göstermemektedir

Table 4. Row spacing and seeding rate interactions on seed yield, oil content, oil yield, number of branch per plant, number of seed per head and 1000 seed weight (average of 3 years)¹

Çizelge 4. Tane verimi, yağ oranı, yağ verimi, bitkide dal sayısı, tablada tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı üzerine sıra arası mesafe ve ekim normu interaksiyonlarının etkisi (3 yıl ortalaması)¹

Row spacing (cm)	Seeding rates (kg ha ⁻¹)	Seed yield (kg ha ⁻¹)	Oil content (%)	Oil yield (kg ha ⁻¹)	Number of branch per plant	Number of seed per head	1000 seed weight (g)
15	15	1176.1 g	37.1	439.1 g	5.7 e	9.5	36.3
	30	1377.8 f	36.6	508.5 f	6.2 b	9.7	37.6
	45	1816.7 c-e	37.2	683.3 c-e	5.1 c	10.8	39.2
	60	1720.3 e	38.2	657.5 de	4.4 f	10.0	39.2
	75	1168.5 g	36.7	434.8 g	4.2 f	10.0	34.6
30	15	1747.7 de	35.9	643.4 e	6.4 b	11.0	37.9
	30	1986.5 b	37.3	742.3 bc	6.4 b	11.5	38.4
	45	2366.4 a	37.9	906.8 a	6.3 b	12.7	37.4
	60	1998.1 b	37.3	755.4 b	5.7 cd	11.7	36.4
	75	1886.6 b-d	36.8	703.9 b-e	5.6 cd	11.3	37.6
45	15	1426.0 f	36.2	515.5 f	6.3 b	10.1	37.4
	30	1857.3 b-e	36.7	684.7 c-e	7.4 a	10.7	37.9
	45	2219.3 a	38.3	851.1 a	5.7 c	11.9	37.0
	60	1937.1 bc	37.5	728.3 bc	5.1 de	11.0	36.7
	75	1939.7 bc	36.6	711.8 b-d	4.5 f	10.7	36.0
LSD (0.05)	16.5	ns	6.32	0.41	ns	ns	

¹Means of the same column followed by the same letters were not significantly different at p<0.05 level using LSD test

¹LSD testine göre aynı sütunda yer alan ortalamaları takip eden aynı harfler p<0.05 düzeyde anlamlı farklılık göstermemektedir

was significantly influenced by rain, particularly during the early stages of safflower. The effects of different row spacing, seeding rates and row spacing x seeding rate interactions on oil yield were found to be important.

Similar to seed yield the highest oil yield was determined in 30 cm row spacing (750.3 kg ha⁻¹) and also 45 kg ha⁻¹ seeding rate (813.7 kg ha⁻¹). Oil yield was significantly affected by the interaction of row spacing and seeding rate. Similar to seed yields, the increasing seeding rates increased oil yields (Table 3). On the other hand, such increases above the seeding rate of 45 kg ha⁻¹ did not result in yield increases. With regard to row spacing x seeding rate interaction, oil yields of 30 cm x 45 kg ha⁻¹ (906.8 kg ha⁻¹) and 45 cm x 45 kg ha⁻¹ (851.1 kg ha⁻¹) treatments seemed to be high (Table 4). This result revealed that the increase of oil yield was primarily associated with the increase of seed yield.

Different row spacing and seeding rate had significant effects on the number of branches and the number of seed per head (Table 2). The highest number of branches and the number

of seed per head were observed at 30 cm row spacing (6.1 and 11.6, respectively). The lowest number of branches per plant and the number of seed per head were obtained from the narrowest row spacing treatment. Seeding rate of 30 kg ha⁻¹ had highest number of branches per plant and increasing seeding rate decreased the number of branches per plant (Table 3). Sharif Moghaddasi and Omidi (2016) and Amoughin et al. (2012) reported that increasing the seeding rate may be the main cause to decrease light intensity around plants and diminished branching. Considering row spacing and seeding rate together, 45 cm x 30 kg ha⁻¹ treatment had the highest number of branches per plant. While the highest numbers of seed per head was determined 30 cm row spacing and 45 kg ha⁻¹ seeding rate, the lowest value was obtained 15 cm row spacing and 15 kg ha⁻¹ seeding rate. When the effect of the year was examined on the number of seed per head the lowest value was determined in 2013 (Table 4). This may be the result of increasing temperatures and low rainfall during the flowering period especially in July (Table 1) leading to reducing the number of seed per head.

The effects of row spacing, seeding rate, row spacing x seeding rate interactions on 1000 seed weight Balci variety were not found to be significant. 1000 seed weight of row spacing treatments varied between 36.6-37.8 g (45-15 cm) and ratios of seeding rate treatments varied between 36.1-38.0 g (75-30 kg ha⁻¹) (Table 3). Beyyavas et al. (2011) reported that the genotype and ecological condition were two important factors, which were effective on 1000 seed weight. Our findings showed that differences of 1000 seed weight may have been a consequence of the genetically structure of the genotype especially. The lowest 1000 seed weight (34.6 g) were determined at 15 cm row spacing with 75 kg ha⁻¹ seeding rates, although the differences between them were not significant (Table 4). This was the result of interplant competition negatively affecting seed development during the seed filling stage.

Conclusions

According to this experiment results, row spacing and seeding rate were important factors to be noted in the cultivation of safflower production. The majority of farmers in large safflower producing area use narrow row spacing (13-15 cm) predominately in Turkey. Theoretically, wider row spacing would allow more air movement within the crop, thus minimizing damage because of the Alternaria leaf spot disease. In the present study, regarding the row spacing x seeding rate interaction, 30 or 45 cm row spacing with 45 kg ha⁻¹ seeding rate was suggested for seed and oil yield of Balci safflower variety. Increasing row spacing provides more favorable conditions for the development of plants and can be advantageous in terms of air circulation among plants, especially hot and humid regions. Safflower production areas where temperature and humidity is too high to reduce the development of diseases 45 cm row spacing with 45 kg ha⁻¹ seeding rate should be used for production. Besides these, using 45 cm row spacing can also provide the mechanical weed control safflower needs in the production area.

References

- Agasimani C.A., Patil R.H. and Radder G.E., 1997. Recent advances in agronomy of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in India. Proceedings of IVth International Safflower Conference, 2-7 June 1997, Bari-Italy, pp. 77-82
- Amoughin R.S., Tobeh, A. and Somarin S.J. 2012. Study on the effect of different plant density on some morphological traits and yield of safflower under irrigated and rain-fed planting conditions. International Journal of Agronomy & Plant Production, 3 (8):84-290
- Anonymous., 2016. Statistics Database. UN FAO, Italy, <http://faostat.fao.org>. (Date of access: 05.08.2016)
- Bergman J.W. and Charles R.F., 2008. Evaluation of safflower and other oil seed crops grown in the United States northern plains region for biofuels/biobased products. Proceedings of VIIIth International Safflower Conference, 3-6 November 2008, Wagga Wagga, Australia, <http://www.australianoilseeds.com>
- Beyyavas V., Haliloglu H., Copur O. and Yılmaz A., 2011. Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, lines and populations under the semi-arid conditions. African Journal of Biotechnology, 10:527-534
- El-Lattief E.A., 2012. Evaluation of 25 Safflower genotypes for seed and oil yields under arid environment in upper Egypt. Asian Journal Crop Science, 4 (2):72-79
- Esendal E., 1986. The effect of phosphorus, nitrogen and row-spacing on the yield and some plant characters of the Safflower. Sesame and Safflower Newsletter. 2:96-98
- Gonzalez J.L., Schneiter A.A., Riveland, N.R. and Johnson B.L. 1994. Response of hybrid and open-pollinated safflower to plant population. Agronomy Journal, 86: 1070-1073
- Hamza M., 2015. Influence of different plant densities on crop yield of six safflower genotypes under Egyptian newly reclaimed soils conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 8(2):168-173
- Herdrich N., 2001. Safflower production tips. Cooperative Extension of Washington State University, Extension Bulletin, 1890
- Jajarmi V., Azizi, M., Shadlu, A. and A.H. Omid Tabrizi., 2008. The effect of density, variety and planting date on yield and yield components of safflower. Proceedings of VIIth International Safflower Conference, 3-6 November 2008, Wagga Wagga, <http://www.australianoilseeds.com>
- Kızıl S., Tonçer, Ö. and Söğüt T., 1999. The effect of different row spacing on the yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Diyarbakır condition. III. Field Crop Congress, 15-18 October 1997, Adana, Turkey, pp. 358-362

- Mohamadzadeh M., Siadat, S., Norof, M. S. and Naseri R., 2011. The Effects of planting date and row spacing on yield, yield components and associated traits in winter safflower under rain fed conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 10(2):200-206
- Mohammadi M. and Karimizadeh R., 2013. Response of safflower to row spacing and intra-row plant distance in semi-warm dryland condition. *Agriculture & Forestry*, 59:147-155
- Mundel H.H., Morrison, R.J., Blacksha, R.E., Entz, T., Roth, B.T., Gaudiel, R. and Kiehn F., 1994. Seeding-date effects on yield, quality and maturity of safflower. *Canadian Journal of Plant Science*, 74(2):61-266
- Omidi, A.H., 2000. A review of agro-breeding safflower researches in Iran and the world. *Zeitoon*. 142:14-19
- Omidi A.H., Khazaei, H. and S. Hongbo., 2009. Variation for some important agronomic traits in 100 spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 5:791-795
- Omidi A.H., Hassan, A., Khazaei, H., Monneveux, P. and F. Stoddard., 2012. Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 17(1):10-15
- Özel A., Demirbilek, T., Gur, M.A. and O. Copur., 2004. Effects of different sowing date and intra row spacing on yield and some agronomic traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Harran plain's arid conditions. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 28(6):413-419
- Öztürk Ö., Akınerdem, F. and E. Gönülal., 1999. Effects of different sowing dates and row spacing on seed and oil yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). III. Field Crop Congress, 15-18 October 1997, Adana, Turkey, pp. 368-372
- Rahamatalla A.B., Babiker, E. E., Krishna, A.G. and El-Tinay A.H., 2001. Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. *Plant Food Human Nutrition*, 56: 385-395
- Salarea E., 1997. Yield and quality of safflower growth and different plant population and row spacing. *Field Crop Abstract*, 50: 6
- Sujatha M., 2008. Biotechnological interventions for genetic improvement of Safflower. *Proceedings of VIIth International Safflower Conference*, 3-6 November 2008, Wagga Wagga, Australia, <http://www.australianoilseeds.com>.
- Sing S.D. and M. Yusuf., 1981. Effect of water, nitrogen and row spacing on the yield and oil content of safflower. *Indian Journal of Agricultural Science Abstract*, 51(1):38
- Sharif Moghaddasi, M. and A.H. Omidi., 2016. Determination of optimum row-spacing and plant density in Goldasht safflower variety. *Scientific Papers, Series A. Agronomy*, 8:301-306
- Umrani N.K. and P.G. Bhoi., 1984. Effect of plant density on growth and yield of safflower under two rainfall situations. *International Journal of Agronomy*, 29:282-286
- Uslu N., Akin, A. and M. Basi., 1997. Weed and row spacing effects on some agronomic characters of safflower spring planted. *Proceedings of IVth International Safflower Conference*, 2-7 June 1997, Bari, Italy, pp. 128-132
- Yau S. K., 2009. Seed rate effects on rainfed and irrigated safflower yield in Eastern Mediterranean. *The Open Agriculture Journal*, 3:32-36
- Weiss E.A., 2000. *Safflower. Oilseed Crops*, Blackwell Sci. Ltd., Victoria, Australia, pp. 93-129

Atatürk Orman Çiftliği Arazisindeki Terkedilmiş Taş Ocaklarının Agropark Olarak Geri Kazanımı

*Merve YILDIZ YILMAZ¹

Nevin AKPINAR²

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail):merveyildiz006@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 19.03.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 16.05.2017

Öz

Bu araştırmada, Atatürk Orman Çiftliği (AOÇ) arazi sınırları içinde bulunan terk edilmiş taş ocaklarının, tarım ve teknolojinin bir arada kullanıldığı agropark olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu bağlamda Çin'de kurulan Shangai Greenport Agropark master planında belirlenen kullanım tipleri değerlendirilerek, araştırma alanına uyarlanmıştır. Örnek uygulamada yer alan kullanım tipleri ticaret merkezi, iş merkezi ve merkezi işlem birimi olarak belirlenmiş, Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak uygunluk analizleri yapılmıştır. Araştırma alanının doğal ve sosyo-kültürel özellikleri değerlendirilmiş, swot analizi yapılmıştır. AOÇ'nin tarihsel geçmişi de göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen analizler sonucunda, taş ocaklarının agropark olarak değerlendirilmesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece, terkedilmiş taş ocaklarının, tarıma yeni bir bakış açısı kazandıran agropark olarak değerlendirilmesi ile birlikte; araştırma alanının görsel kirlilik kaynağı olmaktan çıkıp, kente ekolojik, ekonomik ve estetik değer katan, kent halkı için yeni rekreasyonel faaliyetlere imkan veren kullanım alanı olması sağlanacaktır. Sürdürülebilir kent modeli için örnek teşkil edecektir.

Anahtar Kelimeler: Agropark, coğrafi bilgi sistemleri, peyzaj onarımı

Rehabilitation of Derelict Quarries as Agropark in Atatürk Orman Çiftliği Area

Abstract

This research involves performing analyses and developing suggestions for recovering the derelict quarries within the boundaries of Atatürk Orman Çiftliği (AOÇ) by turning them into agroparks where agriculture and technology go hand in hand. In this context, the usage types in the Shanghai Greenport Agropark master plan are assessed and adapted to the area of research. Usage types in the example are classified as commercial centres, business centres and central processing units; and conformity analyses are executed via Geographical Information Systems. Natural and socio-cultural characteristics of the research area are assessed and SWOT analysis is performed. As a result of the analyses carried out and considering the history of AOÇ, it is concluded that it is appropriate to utilize quarries as agroparks. Therefore with abandoned quarries being utilized as agroparks through a new perspective to agriculture, the research area will no longer be a visual pollution resource but instead it will transform into an area of use that contributes ecologically, economically and aesthetically to the city and recreationally to the residents. It will serve as an example for the sustainable city model.

Keywords: Agropark, geographic information systems, landscape rehabilitation

Giriş

Toplumların konut, sanayi, ulaşım gibi ihtiyaçlarının hammaddesini sağlayan taş ocaklarının işletilmesi kaçınılmazdır. Ancak taş ocağı işletmeleri sonucunda, toprak ve bitki örtüsü kayıpları, topografyadaki değişiklikler ve

çok miktarlarda taş artıkları oluşmaktadır (Özcan 2009). Bu bağlamda üst toprak verimsizleşmekte ve üretim olanağı kalmamaktadır. Bitki örtüsünün tahribi ile buna bağlı olarak yaşayan fauna da kaybolmaktadır. Böylelikle rüzgar ve su

erozyonu artmaktadır (Taşcıoğlu 2011). Ayrıca taş ocakları faaliyetleri sona erdirdikten sonra, peyzaj onarım çalışmaları yapılmadığı takdirde, ekolojik, ekonomik ve estetik açıdan birçok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir (Akpınar 2000). Bu bağlamda onarım çalışmalarının aşamaları; peyzaj onarımının amaçlarının belirlenmesi, madencilik öncesi alanın yakın çevresinin derinlemesine envanterinin çıkarılması, madencilik faaliyetlerinin çevre üzerinde potansiyel etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi (ÇED), madencilik faaliyetleri tamamlandıktan sonra onarılacak alanın son alan kullanımına karar verilmesi, uygulanacak alan kullanım planlamasına göre kendi kendini sürdürülebilir bir bitki örtüsünün sağlanması, yapısal ve bitkisel uygulamaların desteği ile planlanan son alan kullanımının gerçekleştirilmesi, madencilik öncesi koşullardaki ekolojik ve sosyo-ekonomik değerlere eşit bir çevrenin yaratılması olarak sıralanabilir (Akpınar 1994). Taş ocağı madenciliği sonrasında alanlar, ziraat, orman, rekreasyon, sulak alanlar ve su kullanımı, inşaat alanı, yaban hayatı bölgeleri, bilimsel ve araştırma amaçlı kullanımlar için değerlendirilebilir (Ceylan ve Özkahraman 2000). Dünya ve Türkiye'den onarım örnekleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Üretimini tamamlamış ve peyzaj onarımı sağlanmamış en çarpıcı örnek Atatürk Orman Çiftliği (AOÇ) arazileri içindeki terk edilmiş taş ocaklarıdır. AOÇ arazileri içinde %3.6'lık kısmı kapsayan taş ocakları, yaklaşık 1022 dekar büyüklüğündedir (Çelik 2006). Ancak arazi, taş ocağı faaliyetleri sona erdikten sonra uzun süre kullanım dışı kalmıştır. Günümüzde ise toprak döküm sahası olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda mevcut durum; ekolojik, ekonomik ve estetik iyileşmenin sağlanabilmesi için peyzaj onarım araştırmalarının yapılması gerektiğini göstermektedir. Onarım önerileri kapsamında, araştırma alanının AOÇ ile bütünlüğünün sağlanabilmesi için AOÇ'nin kuruluş amaçları göz önünde bulundurulmalıdır. AOÇ'nin kuruluşunda, çiftçiye önderlik etmek için ilk aşamada tarım ve hayvancılık odaklı bir anlayış benimsenmiştir. Elde edilen ürünlerin işlendiği ve satışının gerçekleştirildiği ticari birimlere yer verilmiş ve kent halkının rekreatif faaliyetleri gerçekleştirebilmesi için olanaklar sağlanmıştır (Atak ve ark. 2004). Böylece modern tarımın nasıl yapılabileceği ve üretimin nasıl değerlendirilebileceği gösterilmiş ayrıca bu alanda uzmanların yetiştirilmesi amaçlanmıştır (Atak ve ark. 2004). Ancak kentleşmeye bağlı olarak, AOÇ'nin geçmiş olduğu tarihsel

Çizelge 1. Taş ocağı onarım örnekleri

Table 1. Examples of quarry rehabilitation

ADI	KULLANIM TİPİ	YERİ	KAYNAK
BUTCHART GARDEN	Taş ocağı üretimi bittikten sonra botanik bahçesine dönüştürülmüştür	KANADA	Anonymous 2012a
HALLER PARK	Taş ocağı üretimi sonrası bölge parkına dönüştürülen alanda öncü bitkilendirme çalışmaları ile toprağın zenginleştirilmesi sağlanmış yaban yaşamı için uygun ortamlar oluşturulmuştur.	KENYA	Anonymous 2012b
FOSSİL TRACE GOLF CLUB	Kiltaşı ocağı dönüştürülerek golf sahası olarak kullanılmaya başlanmıştır.	ABD	Özcan 2009
SANTA CRUZ ÜNİVERSİTESİ	Taş ocağı Santa Cruz Üniversitesi kampusunda Amfi tiyatro olarak kullanılmıştır.	ABD	Anonymous 2017
	Taş ocaklarının çöp ve hafriyatlarla doldurularak yeşil alana dönüştürülmüştür. Ayrıca alanın bir kısmının jeopark olarak kullanılması çalışmaları devam etmektedir.	KONYA-SELÇUK	Arık ve ark. 2010
	Eski taş ocağı kapatılarak toplu konut projesi uygulamaları devam etmektedir.	İZMİR-KARŞIYAKA	Anonim 2017

süreç, tarım odaklı planlama anlayışından uzaklaşılmasına neden olmuştur.

Bu kapsamda terkedilmiş taş ocaklarının onarımında, günümüz teknolojisine uygun tarımsal ve endüstriyel sistemlerle AOÇ'nin kuruluş felsefesine uygun bir model oluşturulmalıdır. Tarım ve teknolojinin bir arada kullanıldığı kompleks bir ağ olan agropark bu doğrultuda bir yaklaşım olacaktır.

Agropark, tarımsal fonksiyonların ve tarımla ilgili ekonomik faaliyetlerin mekansal bir kümesi olarak tanımlanmaktadır (Smeets 2009; Wolf ve Veen 2015). Agroparklar endüstriyel ekoloji ilkeleri çerçevesinde tarım ve tarım dışı eylemlerin gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır (Carsjens 2015). Bu kapsamda, topraktan bağımsız üretim ve kaliteli yönetim zinciri oluşturulması, hayvansal üretimin kontrol altına alınması, atık ve yan ürünlerin karşılıklı kullanımının sağlanması, çiftçilerin pozisyonunun iyileştirilmesi, maliyetlerin azaltılması, kent-kır etkileşimi amaçlanmaktadır (Smeets ve ark. 2011). Ayrıca agroparklar, pazar dengesini kurması ve yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih etmesiyle sürdürülebilirliği sağlamakta, kentleşme ve üretim alanları arasında bütünlük oluşturmaktadır (Kliebisch 2009). Ayrıca kent halkına rekreatif seçenekler sunmakta ve turizm faaliyetlerini arttırmaktadır (Kliebisch 2009).

Agroparkların planlanması ve uygulanması çok kompleks ve sistematik bir çalışma gerektirmektedir. Bu nedenle planlama çalışmaları; stratejik plan, master plan ve endüstriyel plan olarak gruplandırılmaktadır (Smeets ve ark. 2011). *Stratejik plan*; master plan ve endüstriyel planın kavramsal çerçevesini açıklayan planlama aşamasıdır. Mekânsal planlama, peyzaj ekolojisi, yönetim ve yönlendirme konularında ayrıntılı bilgilendirme sağlamaktadır. *Master plan* aşamasında, multidisipliner çalışma ile arazi kullanımları belirlenmektedir. Sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda doğru ve akılcı çözümlerin üretilmesi bu aşamada gerçekleşmektedir. *Endüstriyel planlama* ise, üretim ve işleme faaliyetleriyle endüstriyel kalkınmanın sağlanmasını hedeflemektedir (Smeets ve ark. 2011). Agropark plan aşamaları, bütüncül yaklaşımla değerlendirilmelidir. Bununla birlikte planlama çalışmaları süreç odaklı olmalı ve katılımcı kalkınma politikası benimsenmelidir. Katılımcı kalkınma politikası; devlet, özel sektör, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve yerel halkın işbirliğini esas almaktadır (Smeets

ve ark. 2011). Böylece açık, hedefleri belli ve şeffaf bir planlama çalışması yürütülebilir.

Verilen bilgiler ışığında, tarım ve teknolojiye dayalı sanayinin geliştirilmesi yaklaşımının hem AOÇ'nde hem de agropark planlamasında benimsendiği görülmektedir. Bu ortak yaklaşım göz önünde bulundurularak yapılan araştırmada, AOÇ içindeki terk edilmiş taş ocaklarının, bilim ve teknolojiye dayalı tarımsal üretim olanakları sunan, tarım ve tarıma bağlı sektörleri canlandıran ayrıca kent halk için alternatif rekreatif faaliyetler içeren agroparka uygunluğunun ortaya koyulması amaçlanmıştır.

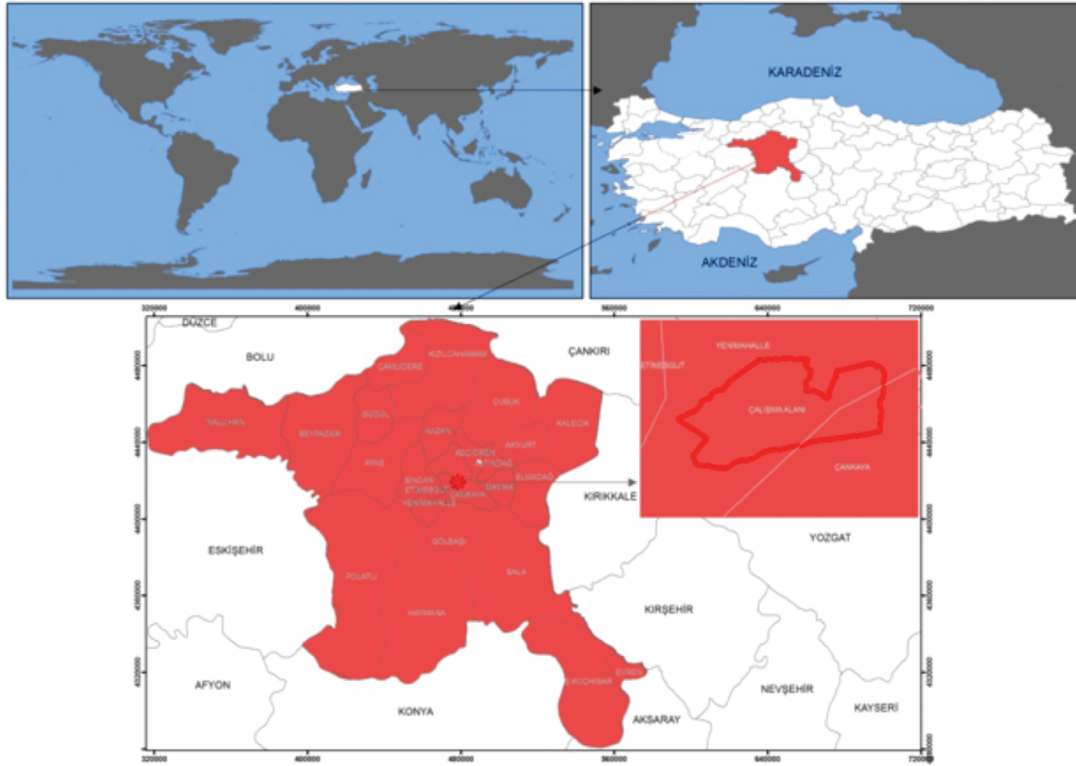
Materyal ve Yöntem

Araştırmada mevcut durumun belirtilmesi ve mekânsal analizlerin gerçekleştirilebilmesi için; Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından üretilen 1/1000 ölçekli haritalardan, Harita Genel Komutanlığı'ndan alınan İ29b1 ve İ29a2 numaralı paftalardan elde edilen vektör verilerden, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından hazırlanan AOÇ arazisi toprak etüt haritalarından, arazi çalışmaları sırasında çekilen fotoğraflar ve Google Earth uydü fotoğraflarından, AOÇ'nin tarihsel gelişim süreci ve agropark örnekleri ile ilgili incelenen yerli ve yabancı literatürden yararlanılmıştır. Mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesinde ArcGIS10.0 programı kullanılmıştır.

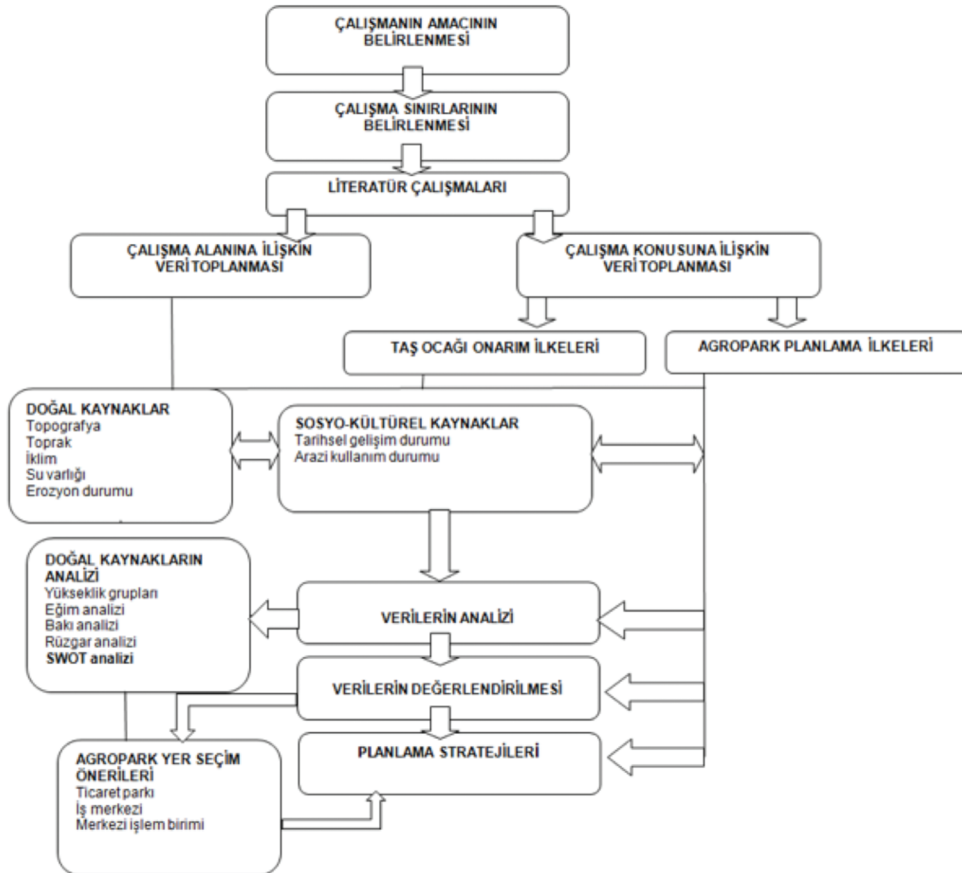
Araştırma alanı, Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından 1954 yılında satın alınan 610.000 dekar arazinin taş ocağı olarak kullanılan kısmını kapsamaktadır (Anonim 2009). Bir süre kireçtaşı üretimi yapılan açık ocak işletmesi, üretimin sona ermesiyle 10 yıllık süre boyunca kullanım dışı kalmıştır. Günümüzde, alanın bir kısmında dolgu çalışmaları gerçekleştirilmiş ve ağaçlandırılmıştır.

Araştırma alanı, kuzeyde Ankara Çayı ve Limak Ankara Çimento, güneyde Sakıp Sabancı Bulvarı, güney batı da Zırlı Birlikler Okulu ve Eğitim Tümen Komutanlığı, doğuda Anadolu Bulvarı ve batıda Etimesgut Yolu ile sınırlanmaktadır (Şekil 1). AOÇ'ne ait arazilerinden olması nedeniyle veri toplama ve plan kararlarının verilmesinde AOÇ ile bağlantının sağlanması esas alınmıştır.

Araştırma yönteminin aşamaları; literatür çalışmasının yapılması, araştırma alanının sınırlarının belirlenmesi, mevcut durumunun değerlendirilmesi (görsel değerlendirme, topografik yapı, erozyon risk durumu, toprak özellikleri, iklim özellikleri, su varlığı ve sosyo-kültürel özellikler), elde edilen veriler ışığında



Şekil 1. Araştırma alanı lokasyonu
Figure 1. Location of research area



Şekil 2. Yöntem şeması
Figure 2. Methodology

analizlerin gerçekleştirilmesi (yükseklik grupları, eğim analizi, bakı analizi, rüzgar analizi, SWOT analizi), değerlendirme ve planlama stratejilerinin geliştirilmesidir (Şekil 2).

Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında elde edilen materyaller doğrultusunda, alandaki taş ocağı etkilerinin belirlenebilmesi için mevcut yükseklik verileri kullanılarak görünürlük analizi, yapılmış ve erozyon risk durumu, toprak özellikleri ve alandaki su varlığı haritalandırılmıştır. İklim özelliklerine ilişkin bilgiler verilmiştir. Ancak araştırma gerçekleştirildiğinde alanda iş makinelerinin çalışması nedeniyle flora ve fauna tespiti yapılamamıştır. Uzun yıllar boyunca taş ocağı olarak kullanılması nedeniyle literatürde bu bilgilere ulaşılamamıştır.

Görünürlük Analizi

Alanda taş ocaklarının etkisi; Sakıp Sabancı Bulvarından alınan bakış noktasından görülen büyük yükselti farkları ile oluşmuş sahalar ve çökelmiş araziler ile varlığını sürdürmektedir. Bu bağlamda görsel etkinin belirlenmesi için Anadolu Bulvarı ve Sakıp Sabancı Bulvarlarından görüş noktası alınmıştır ve araştırma alanının karayollarına yakın olan bölümleri görünür özellik gösterirken, toprak döküm sahalarının oluşturduğu tepelik alanların Ankara Çayı doğrultusundaki bölümlerin görünmesini engellediği sonucuna ulaşılmıştır

(Şekil 3). Araştırma alanındaki döküm sahaları ile oluşan yapay tepelik alanların ve bitki örtüsünün alandan uzaklaşmasının görsel kirlilik kaynağı olduğu saptanmıştır.

Topografya

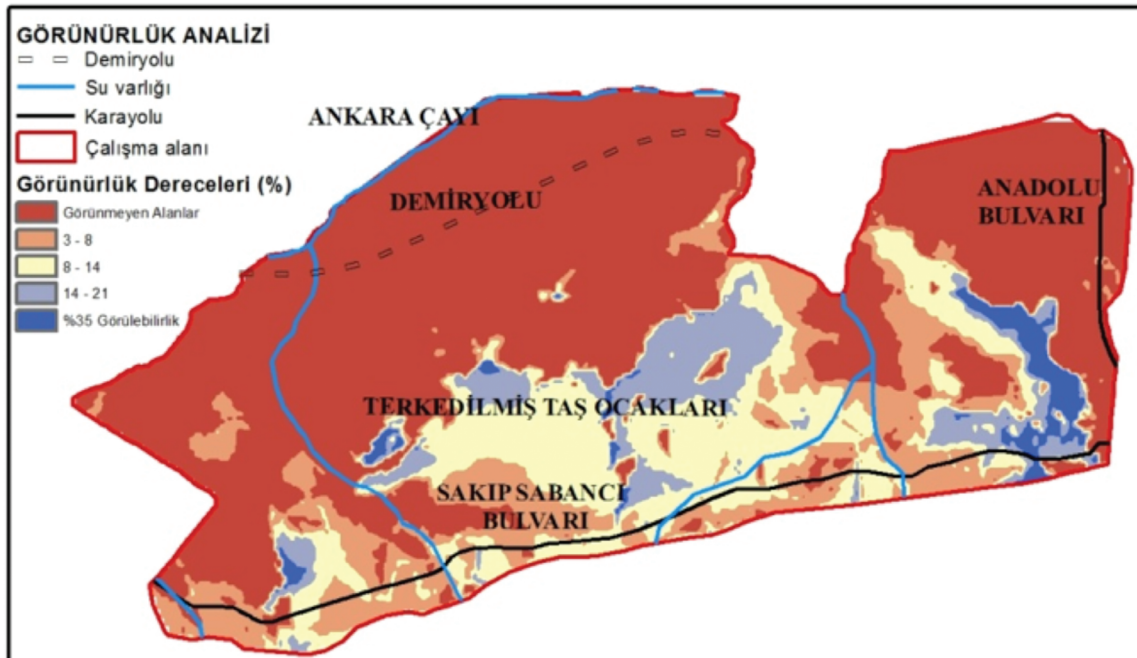
Arazinin ortalama yüksekliğinin 880-885 m arasında değiştiği ancak toprak döküm sahasının üst noktasının 910 m olduğu görülmüştür (Şekil 4a).

Erozyon Risk Durumu

Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsünün hazırladığı haritalardan elde edilen toprak derinliği verileri ve alanın eğim özellikleri çakıştırılarak oluşturulmuştur (Çizelge 1). Bu bağlamda erozyon riski çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük olarak sınıflandırılmıştır. Taş ocaklarının bulunduğu alan ve çevresinin erozyon riskinin daha yüksek olduğu, Anadolu bulvarı ve Ankara Çayı'nın etrafında ise düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4b).

Toprak Özellikleri

Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan Atatürk Orman Çiftliği Detaylı Toprak Etüdü ve Haritalaması verilerinden araştırma alanını içeren kısımları alınarak oluşturulmuştur (Arcak ve ark. 2002). Bu bağlamda araştırma alanının toprak yapısı arazi kullanım kabiliyet sınıfları açısından değerlendirildiğinde arazide I, II, III, IV, V, VI,



Şekil 3. Araştırma alanının görsel değerlendirilmesi

Figure 3. Visual assessment of research area

Çizelge 2. Toprak derinliği ve eğim özelliklerine göre erozyon durumu (Anonim 2005)

Table 2. Erosion status according to soil dept and slope characteristics (Anonymous 2005)

EĞİM	DERİNLİK (cm)			
	ÇOK DERİN >90	DERİN 50-90	SIĞ 20-50	ÇOK SIĞ 0-20
Düz-Düze yakın (%0-2)	Çok düşük	Çok düşük	Düşük	Düşük
Hafif (%2-6)	Düşük	Düşük	Orta	Orta
Orta (%6-12)	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
Dik (%12-20)	Yüksek	Yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek
Çok dik (%20-30)	Çok yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek
Sarp (>%30)	Çok yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek

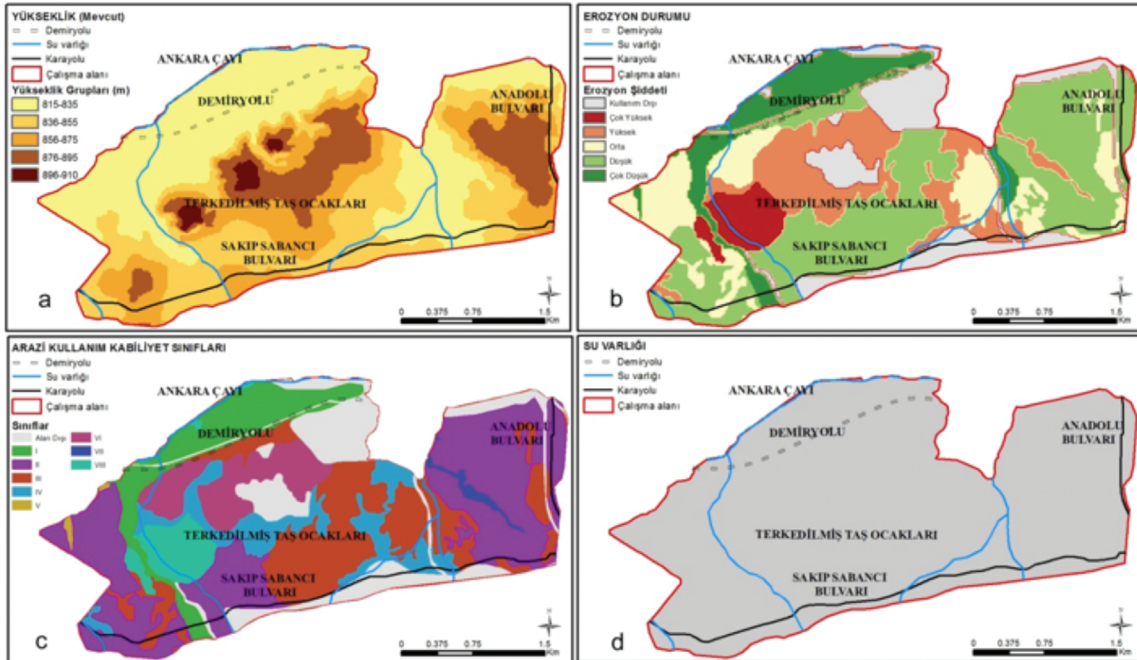
VII ve VIII sınıf arazilerin bulunduğu ancak II. Sınıf tarım arazilerinin daha fazla alan kaplamaktadır. Ayrıca arazi varlığının %50'sinin tarımsal üretim için uygun niteliklere sahip arazi olduğu görülmektedir. Arazi varlığının %35'e yakın kısmında ise tarım dışı faaliyetlerin yapılmasına olanak sağlanmaktadır (Şekil 4c).

Su Varlığı

Araştırma alanında, alanındaki en önemli su varlığı olan Ankara Çayı ve onu besleyen dereleri, dere yatakları ve vadi tabanları boyunca varlığını sürdürmektedir. Alanın su varlığına ve izlediği güzergaha ilişkin bilgiler Ankara Büyükşehir Belediyesinden elde edilen dijital verilerden yararlanılarak haritalandırılmıştır (Şekil 4d).

İklim

AOÇ arazisini de temsil eden Ankara kentinde hüküm süren iklim tipi step iklimidir. Ancak araştırma alanının kuzeyinde bulunan Ankara çayı ve yakın çevredeki yeşil alanlar mikroklimatik koşulların oluşmasına neden olmuştur. Bu bağlamda AOÇ ve çevresinde sıcaklıklar kent merkezine göre 1-2 °C daha düşük olmaktadır (Açıksöz 2001). Araştırma kapsamında yapılacak olan uygunluk analizleri için en önemli iklim parametrelerinde biri rüzgâr durumudur. Rüzgâr esme sayıları incelendiğinde, yıllık toplam esme sayısının en çok güneybatıdan (4273 m/s), en az ise güneyden (374 m/s) gerçekleştiği görülmektedir. Bunun yanı sıra AOÇ üzerinde



Şekil 4. Araştırma alanının mevcut doğal özellikleri (a; yükseklik durumu, b; erozyon risk durumu, c; arazi kullanım kabiliyet sınıfları, d; su varlığı)

Figure 4. Available natural characteristics of research area (a; elevation, b; erosion risk, c; landuse capability classes, d; hydrology)

kuzey ve kuzeydoğu rüzgârları da etkili olmaktadır (Açıksöz 2001).

Sosyo-Kültürel Özellikler

Araştırma alanı AOÇ arazisinin bir parçası olduğu için AOÇ'nin tarihsel gelişim süreci ve arazi kullanım durumu değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Atatürk'ün insan iradesiyle verimsiz topraklarda da tarım yapılabileceğini kanıtlamak için 1925 yılında kurduğu çiftlik 1937 yılında Devlet hazinesine devredilmiştir (Öztoprak 2006). Artan nüfus ve plansız kentleşme ile birlikte AOÇ arazi kayıpları yaşamış ve/veya çeşitli kullanımlara açılmıştır (Anonim 2009). Bu kayıpların önlenmesi için AOÇ 1938 yılında kurulan Devlet Ziraat İşletmeleri bünyesinde yer almıştır. Devlet Ziraat İşletmeleri'nin 1950'de kapatılması ile Devlet Ziraat İşletmeleri Müdürlüğü'ne geçmiştir. Arazi kayıpları önlenemeyince Atatürk Orman Çiftliği Müdürlüğü kurulmuştur (Anonim 2009). Günümüzde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı AOÇ Müdürlüğü tarafından yönetilmektedir. Ayrıca AOÇ Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun 02.06.1992 gün ve 2436 sayılı kararı ile doğal ve tarihi sit alanı olarak tescil edilmiştir (Anonim 2009).

Alan kullanımı incelendiğinde ise AOÇ Müdürlüğü'ne ait sosyal tesisler, piknik alanları, lokantalar, yiyecek-içecek büfeleri,

AOÇ ürünleri satış birimleri, üretim tesisleri, ağaçlandırma alanları bulunmaktadır (Anonim 2009). Hayvanat bahçesi bölümü Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından Ankapark olarak düzenlenmektedir.

Verilerin Analizi

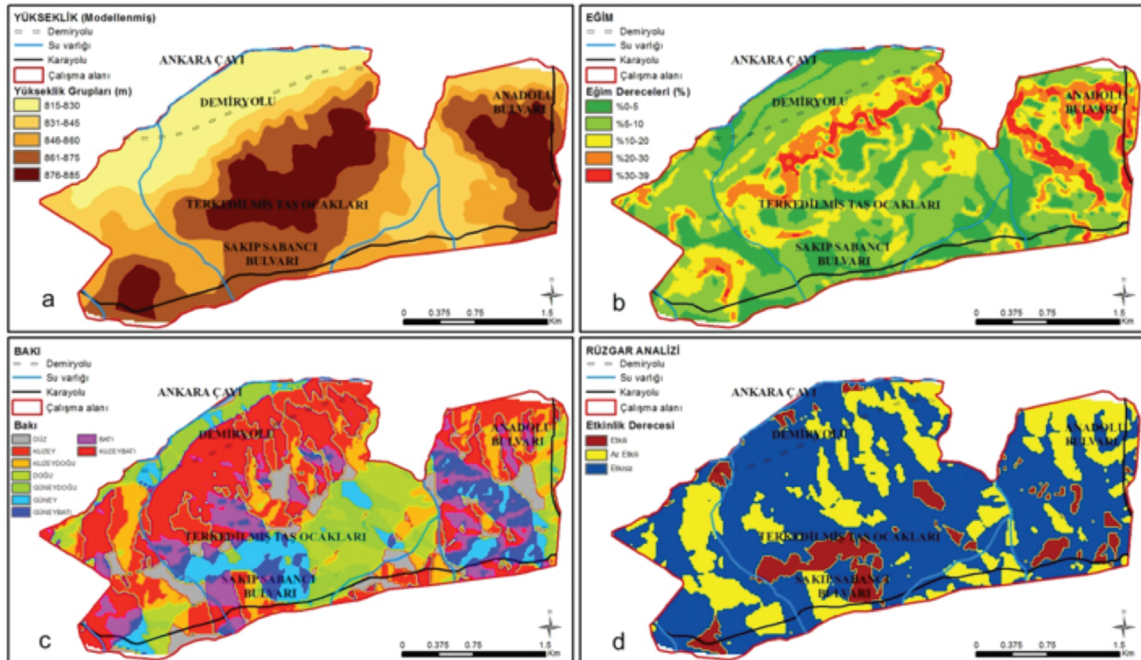
Araştırma kapsamında doğal verilerin analizi yükseklik, eğim, bakı, rüzgâr başlıklarında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca alanla ilgili daha uygun ve akılcı kararların alınabilmesi için SWOT analizi yapılmıştır.

Yükseklik Analizi

Yükseklik gruplarının toprak döküm sahalarında çok yüksek değerlere ulaşması ve homojen bir dağılıma sahip olmaması nedeniyle ArcGIS 10.0 yazılımı kullanılarak arazi modellemesi yapılmış ve toprak döküm sahalarında 910 m olan değer 885 m'ye düşürülerek çevresiyle uyumlu hale getirilmiştir. (Modellenen arazi ve mevcut durum). Verilerin analizleri modellenmiş arazi yüksekliklerine göre yapılmıştır (Şekil 5a).

Eğim Analizi

Araştırma alanının, eğim analizinde, %0-5 eğim derecesine sahip alanların, 2205.60 da, %5-10 4383.60 da, %10-20 2071.52 da %20-30 1041.08 da ve %30-39 eğim derecesine sahip alanların ise 332.50 da olduğu görülmektedir (Şekil 5b).



Şekil 5. Alanın doğal verilerinin analizi (a; modellenmiş yükseklik, b; eğim, c; bakı, d; rüzgâr)

Figure 5. Analysis of natural data (a; modeled elevation, b; slope, c; aspect, d; wind)

Bakı Analizi

Araştırma alanın bakı analizinde alanın %8'i düz, %16'sı kuzey, %11 kuzeydoğu, %9 doğu %10 güneydoğu, %8 güney, %7 güneybatı, %9 batı, %22 kuzeybatı bakırlı alanlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 5c).

Rüzgâr Analizi

Bakı haritası temel alınarak hâkim rüzgar yönüne (güneybatı hâkim, kuzeydoğu ve kuzey etkili, doğu, batı, kuzeybatı, güney etkisiz) göre etkili, az etkili ve etkisiz olarak sınıflandırılmıştır. Alanın %8'i rüzgârdan etkilenirken, %27'si az etkilenmekte, %65'i ise rüzgârdan hiç etkilenmemektedir (Şekil 5d).

SWOT Analizi

Bu aşamada alanın güçlü ve zayıf yönleri ile özelliklerinin vurgulanması, sunduğu fırsat

ve tehditlerle peyzaj onarımı gerekliliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Analiz, araştırma alanının kentsel bağlantısının sağlanabilmesi için AOÇ kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda AOÇ ve araştırma alanın lokasyonu, ekolojik özellikleri, mevcut durumu, sulak alan özellikleri, tarımsal faaliyetleri, rekreatif özellikleri ve kimliği değerlendirme kriteri olarak seçilmiş ve SWOT analizi yapılmıştır (Çizelge 3).

Değerlendirme ve Planlama Stratejilerinin Geliştirilmesi

Araştırma alanı, şehir merkezine yakınlığı, tarihsel gelişim süreci ve sahip olduğu ekolojik önem ile birlikte potansiyel bir güce sahiptir. Bu bağlamda üst ölçekte kent bağlantısını, yeni tarım tekniklerinin geliştirilmesini, tüketen kent olgusundan üreten kent olgusuna geçişi,

Çizelge 3. SWOT analizi

Table 3. SWOT analysis

KRİTERLER	SWOT ANALİZİ			
	GÜÇLÜ YANLAR	ZAYIF YANLAR	FIRSATLAR	TEHDİTLER
LOKASYONU	Kent halkı tarafından erişim kolaylığı	Kentsel ulaşım aksları arazi bütünlüğünü parçalamıştır	Lokasyonu itibariyle kent-kır planlama anlayışına uygundur.	Parçalı arazi yapısına sahiptir
EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ	Açık yeşil alan aksı oluşturmaktadır. (AOÇ, Hipodrom, Gençlik Parkı)	Sınırları içindeki fabrikaların atıkları ile ekolojik denge bozulmuştur.	Ekolojik bir potansiyel barındırmaktadır.	Uzun süreli ekolojik yenileme gerektirmektedir.
MEVCUT DURUMU	Sosyal, kültürel ve doğal kaynak özelliklerinin tarihsel önemi bulunmaktadır.	AOÇ üzerindeki kentsel baskı artmaktadır.	Kaynakların sürdürülebilirliğini sağlayacak önemli bir peyzaj değeridir.	Arazi bütünlüğü korunamamaktadır.
SULAK ALAN ÖZELLİĞİ	Ankara Çayı, AOÇ sınırlarından geçmektedir.	Ankara Çayı çevresini olumsuz etkilemektedir.	Ankara Çayı, rekreatiyonel, estetik ve görsel açıdan değerlendirilebilir.	
TARIMSAL FAALİYETLER	Tarımsal aktivitelerin teknolojiyle birleştirilmesine imkanlar sunmaktadır.	Sınırları içindeki tarım alanları işlevini yitirmiştir.	Kent-Kır planlama modeliyle sürdürülebilirliği sağlayacaktır.	
REKREATİF ÖZELLİKLERİ	Metropoliten alanda kent halkının en önemli rekreasyon alanlarından biridir.	Alanın büyük bir kısmında halk kullanımı mümkün değildir.	Tarımsal rekreatif faaliyetler için uygundur.	Kamusal ilgi eksikliği bulunmaktadır.
KİMLİĞİ	Modern başkentin sembolüdür.	Amaç dışı kullanımlarla kuruluş felsefesinden uzaklaşmıştır.	Kuruluş felsefine göre tarım odaklı planlama ile üreten kent oluşturulabilecektir.	Kullanım dışı atıl kalan alanlar kentin prestijini olumsuz etkilemektedir.

Çizelge 4. Ticaret parkı uygunluk analizi parametreleri
Table 4. Trade park suitability analysis parameters

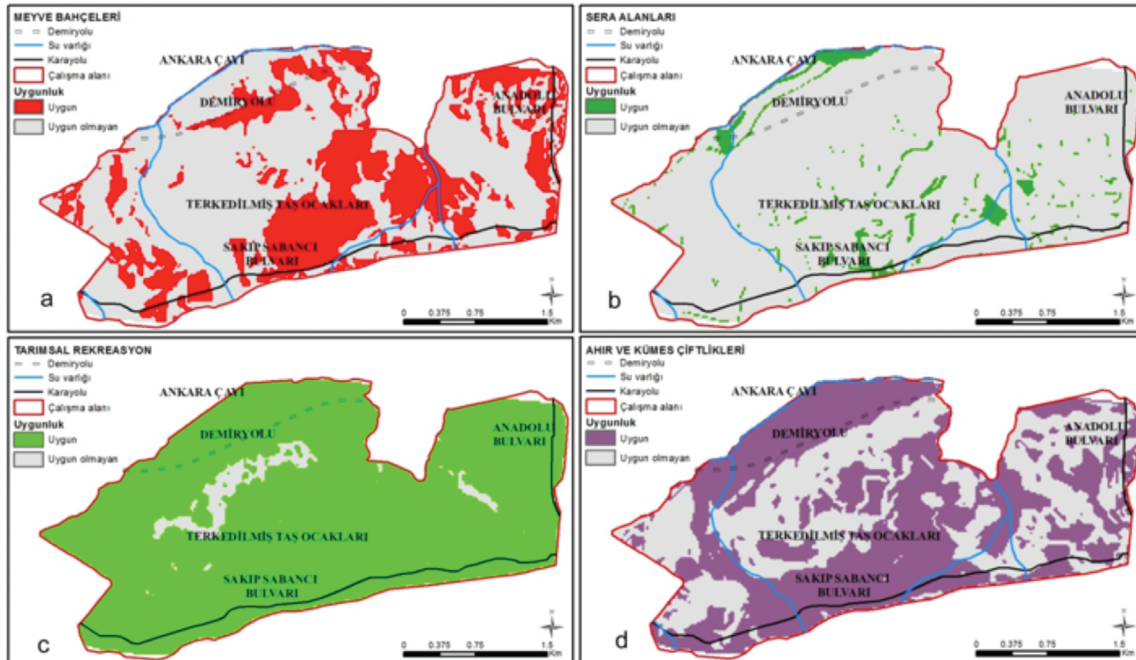
	TİCARET PARKI BİRİMLERİ			UYGUNLUK SINIFLARI			
	YÜKSEKLİK	EĞİM	BAKI	EREZYON	AKS	RÜZGAR	
MEKANSAL YERLEŞİM	MEYVE BAHÇELERİ	815-830 831-845 846-860	%5-12 %12-20 %20-30	Kuzey Doğu	Hiç Çok az Orta	III,IV	-
	ÜRETİM SERALARAR	-	%0-5	Güney Güney D. Doğu Batı	-	-	Rüzgar Almayan
	AHIR VE KÜMES HAYVANCILIĞI	-	%0-5 %5-10	Güney Güney D. Doğu	Hiç Çdk az	V, VI, VII, VIII	Rüzgar Almayan
	TARIMSAL REKREASYON	815-830 831-845 846-860 861-875 876-885	815-830 %0-5 %5-12 %12-20	Düz Tüm bakarlalr	Hiç Drta	-	-

AKS: Arazi kullanım kabiliyet sınıfı. Meyve bahçeleri (Akpınar ve ark. 2004), üretim seraları (Gezer 2006), ahır ve kümes hayvancılığı (Tıknazoğlu 2010), Tarımsal rekreasyon(Akpınar ve ark. 2004).

AKS: Land use capability class. Fruit gardens (Akpınar ve ark. 2004) greenhouse (Gezer 2006), farms (Tıknazoğlu 2010) Agricultural recreation (Akpınar ve ark. 2004).

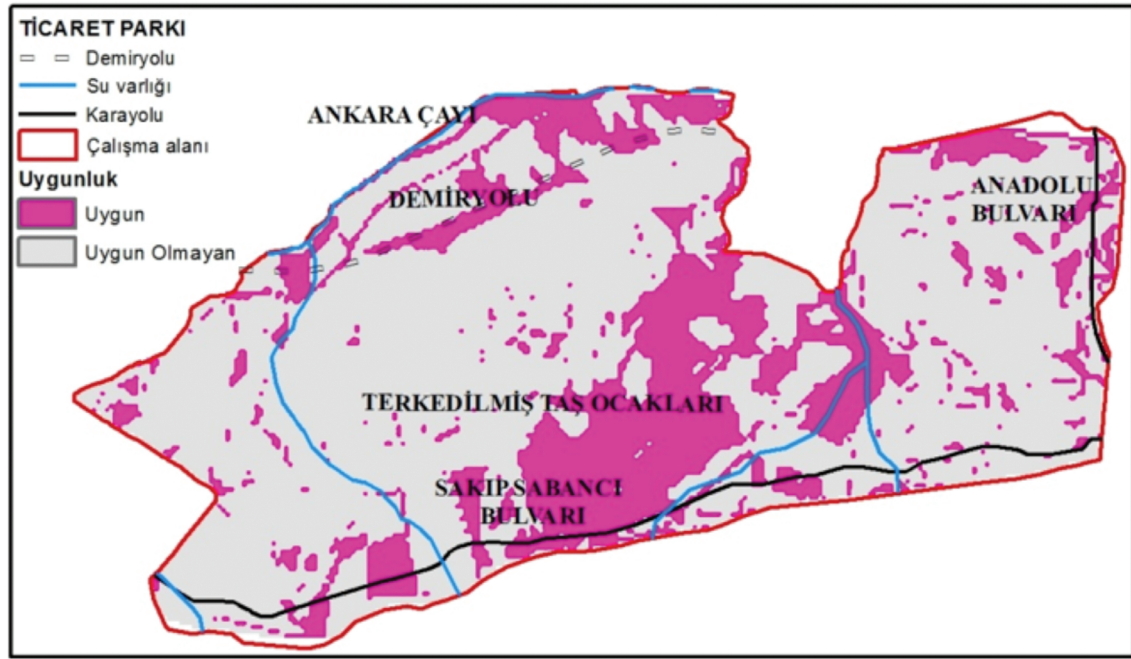
tarım ve tarıma dayalı tüm sanayi ve ticaret kollarında gelişme sağlayan ve kent halkı için alternatif rekreatif faaliyetler sunan agropark planlaması ile bu potansiyel güç arttırılacaktır Tarım ve teknolojinin ekonomik, ekolojik ve estetik kaygıları göz önünde bulundurarak bir araya gelmesine olanak sağlayan

agropark planlaması kapsamında birçok analiz ve değerlendirme çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda planlama stratejilerinin geliştirilmesi için mekânsal dağılım yapılmıştır. Agropark birimleri ticaret parkı, iş merkezi ve merkezi işlem birimi olarak sınıflandırılmıştır (Smeets ve ark. 2011).



Şekil 6. Ticaret parkı kullanım alanları uygunluk analizi (a; meyve bahçeleri, b; seralar, c; tarımsal rekreasyon, d; ahır ve kümes çiftlikleri)

Figure 6. Trade park use areas suitability analysis (a; fruit garden, b; greenhouse, c; agricultural recreation, d; farms)



Şekil 7. Ticaret Parkına uygun alanlar
Figure 7. Trade Park suitability areas

Belirlenen bu birimlerin mekânsal dağılımları için uygunluk analizleri yapılarak öneriler geliştirilmiştir.

Ticaret Parkı

Agropark planlamasında ticaret parkı üretim ve rekreatif faaliyetlerin gerçekleştirildiği yer olarak belirtilmiştir (Smeets ve ark. 2011). Bu bağlamda araştırma kapsamında; meyve bahçeleri, üretim seraları, ahır ve kümes hayvancılığı ile tarımsal rekreasyon faaliyetleri için uygunluk analizleri gerçekleştirilmiştir. Uygunluk analizleri için kullanılan parametreler Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Gerçekleştirilen analizler doğrultusunda çalışma alanının %35'i meyve bahçeleri, %6'sı üretim seraları, %58'i ahır ve kümes hayvancılığı ve %94'ü tarımsal rekreasyona uygun olduğu görülmüştür (Şekil 6).

Agropark planlamasında tüm kullanım alanları için mekânsal belirlemeler yapılmalı ve mekanların bağlantıları sağlanmalıdır. Bu kapsamda tüm kullanım alanları birleştirilerek ticaret parkı birimleri için uygun bölgeler Şekil 7'de gösterilmiştir.

İş Merkezi

Agropark planlamasında ticaret parkından elde edilen ürünlerin satışının gerçekleştirildiği birimleri ve tarımsal aktivitelerin düzenlendiği

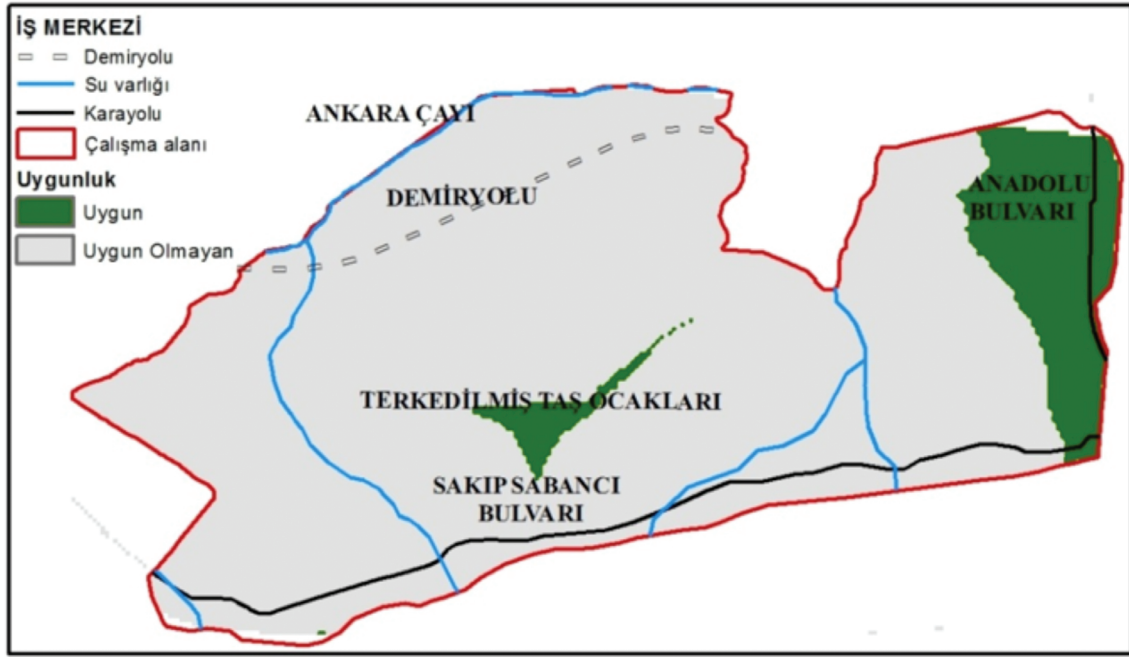
alanları kapsamaktadır. Agropark kapsamında gerçekleştirilecek aktivitelerin planlaması ve tanıtımı bu alanda gerçekleştirilmektedir. Ayrıca fuarlar, gösteri alanları ve karşılama birimleri yer almaktadır. İş merkezi birimleri ile birlikte yatırımcının alana dikkatinin çekilmesi sağlanarak tarımla, teknoloji ve sanayi sektörlerinin birleştirilmesi sağlanabilecektir.

İş merkezi birimleri için uygun alanlar, Ankara Çayı'nın faaliyetlerden etkilenmesini önlemek amacıyla Ankara Çayı'ndan 1 km uzaklık ve Anadolu Bulvarı ile Sakıp Sabancı Bulvarına olan yakınlık göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. En uygun yerlerin Anadolu Bulvarı'na yakın bölgeler olduğu görülmektedir (Şekil 8).

Merkezi İşlem Birimi

Üretim ve işleme fonksiyonlarının girdi ve çıktılarını sağlayan alt yapı ağıdır. Agroparkların sıfır atık politikası merkezi işlem birimi kurularak gerçekleştirilmektedir. Her bir atık malzemenin geri dönüşümü üzerine kuruludur. İşlevsel ve estetik olmalıdır.

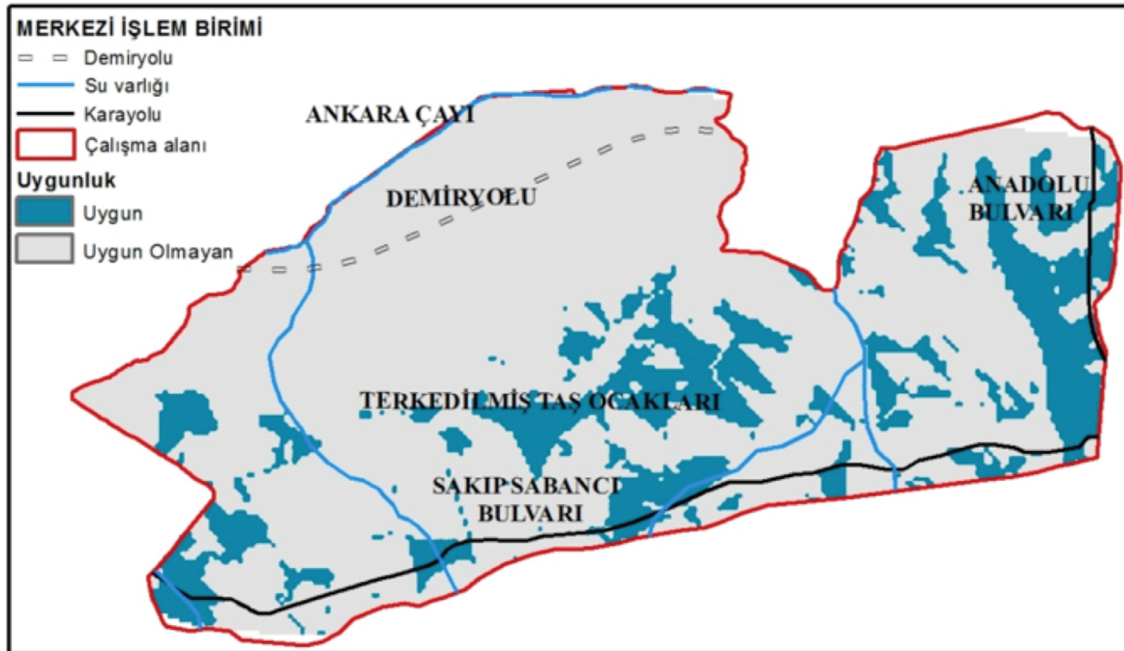
Merkezi işlem birimi tasarlanırken, tüm üretim ve işleme fonksiyonları arasındaki bağlantıyı sağlamasına yerel ve bölgesel ihtiyaçları karşılayabilecek kapasitede olmasına ve üretim atıklarının kullanımını politik ve sektörel olarak teşvik edici olmasına dikkat edilmelidir (Smeets ve ark. 2011).



Şekil 8. İş merkezine uygun alanlar
Figure 8. Business park suitability areas

Merkezi işlem birimi yenilenebilir enerjinin kullanımını desteklemektedir. Bu bağlamda, ısıtma ve soğutma metotlarında biyogaz üretimini, su kaynaklarının etkin kullanımı için yağmur suyu toplanmasını ve depolamasını, atık suların geri dönüşümünü, organik gübre ve toprak yapı malzemelerinin üretimini sağlayacak tesisler yer almalıdır.

Merkezi işlem biriminin sürdürülebilirliği için ticaret parkı ve iş merkezindeki fonksiyonlardan ortaya çıkan atıkların miktarı hesaplanmalı elde edilecek enerji kilowatt (kw) olarak belirlenmelidir. Agroparktaki birimlerin de ihtiyacı olan enerji hesaplanarak verime göre kullanım alanına karar verilmelidir (Baardwijk ve ark. 2003).



Şekil 9. Merkezi işlem birimine uygun alanlar
Figure 9. Central processing unit suitability areas

Merkezi işlem birimi agroparkın tüm birimlerini bir ağ gibi örmelidir. Ancak enerjinin dağıtımının sağlandığı ve biyogaz tesislerinin yer alacağı bölgelerin belirlenmesi için mekânsal analiz gerçekleştirilmelidir. Bu bağlamda uygun olan yerler; güney, güneydoğu, güneybatı ve doğu bakanlı, rüzgârdan etkilenmeyen veya çok az etkilenen alanlar ile ulaşım güzergahlarına yakın ve su kaynaklarına uzak olma gibi parametreler kullanılarak belirlenmiştir (Alçıçek ve Demiruluş 1994). Bu bağlamda merkezi işlem birimine uygun alanların araştırma alanında terk edilmiş taş ocaklarının bulunduğu alan, Anadolu Bulvarı'nın yakın çevresi ve alanın batısında kalan alanların uygun olduğu görülmektedir. Ancak merkezi işlem birimi ticaret parkı ve iş merkezi arasındaki bağlantıyı sağlayan bir omurga olduğu için en uygun alanın terk edilmiş taş ocaklarının bulunduğu bölüm olarak belirlenmiştir (Şekil 9).

Sonuç

Yüksek verim ve ürün kalitesi, büyük pazarlama hacmi, dağıtım ve pazarlamada karın en yüksek seviyeye çıkarılmasına odaklanan agroparklar, dünyada hızla artış göstermektedir (Vargas ve ark. 2014). Ülkemizde ise Mustafa Kemal Atatürk önderliğinde kurulan tarımsal sistemin en önemli örneklerinden olan AOÇ, tarım ve hayvancılığa kurulduğu zamanlardaki bilim ve teknolojinin gerektirdiği tüm tekniklerin aktarılmasını sağlayarak ürün çeşitliliği ve verimin arttırılabileceğinin kullanım dışı ve verimsiz arazilerin ıslah edilebileceği gösteren (Anonim 2009) ilk sistematik çiftlik örneğidir. Görüldüğü üzere Türkiye'de agropark temelleri AOÇ'nin 1925 yılında kurulmasıyla atılmıştır. Ancak hızlı kentleşme ve artan nüfus ile bu yaklaşımdan uzaklaşmış, sanayi ve teknolojiye gelişmeler AOÇ'ne aktarılamamıştır.

Araştırma ile dünyadaki bu tarımsal eğilimin, AOÇ kuruluş felsefesi doğrultusunda terk edilmiş taş ocaklarına uygulanması önerilmiştir. Araştırmada öncelikle taş ocağı etkilerinin azaltılması ve alanın duraylılığının arttırılması ve topografik özelliklerinin yakın çevresi ile uyumlu hale getirilmesi hedeflenmiştir. Bu aşamadan sonra teknolojik, sistemli ve sürdürülebilir bir agropark örneği için alanın uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu kapsamda yapılan analizler sonucunda araştırma alanının, agropark olarak

planlanabileceği kanıtlanmıştır. Kent halkına taze ve organik ürünler sunan ticaret parkı, tarım odaklı fuarlar ile sektörel buluşmaların gerçekleştirilmesini sağlayan iş merkezi, agroparkın enerjini dönüşümün sağlarken oluşturulan ağ sistemi ile ekolojik gezinti yolları, bisiklet güzergahları, enerji ve gıda dönüşümünü gösteren eğitim yollarının uygulanmasına olanak sağlayan merkezi işlem birimi, multidisipliner ve transdisipliner bir yaklaşımla planlanmalıdır. Böylece AOÇ'nin kuruluş amaçlarına uygun olarak korunması, toprak bütünlüğü, kent halkın için alternatif rekreasyonel faaliyetler, kent-kır bütünlüğü, tarım sektörlerinin canlanması, yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi sağlanabilecektir. Ayrıca yıllarca atıl kalan ve verimsizleşen toprak örtüsünün rehabilitasyonu sonucu Ankara doğal bitki örtüsü ile uyumlu bitkilendirme çalışmalarının yapılması, planlanan meyve bahçeleri ve tarımsal rekreasyon alanlarının oluşturduğu geniş yeşil örtüler ile kentsel yeşil alan sistemine katkıda bulunabilecektir. Ankara'nın en önemli su kaynağı olan Ankara Çayı'nın, planlama kapsamında değerlendirilmesi ile biyolojik ıslah çalışmalarının yapılması ve bu doğrultuda rekreasyon ve sulama amacıyla kullanılması gerçekleştirilebilir.

Çevreye sıfır atık politikasıyla kurulan, ekolojik koruma sağlayan, ekonomik ve estetik değerleri içeren agroparklar, çevresel ya da insan etkileriyle bozulmuş peyzajların, faaliyeti bitmiş maden sahalarının, onarım çalışmalarında, alternatif olarak düşünülmelidir. Ayrıca istihdam olanakları ile madencilik sonrasında da ekonomik kazanımlar devam edecek, küçük ölçekte bölgeye büyük ölçekte ise ülke ekonomisine ve refahına katkılar sağlayacaktır.

Agroparklar, bozulmuş, atıl alanların yanında özellikle parçalı olarak bulunan tarım alanlarının birbirine benzer kümeler halinde bağlanmasıyla da kurulabilir (Wolf ve Veen 2015): Ancak bu uygulamanın dinamikleri, etkileri ile ortaya çıkan sonuçlar doğru ve akılcı olarak değerlendirilerek politikaların oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda gıda sistemleri içinde yenilikçi yaklaşımlar sunan agroparkların politikacılar ve toplum tarafından benimsenmesi ve bakış açısı geliştirilmelidir (Hoes ve Reeger 2014). Bu nedenle bilimsel çalışmalar arttırılmalı ve bilgi alt yapısı kuvvetlendirilmelidir. Söz konusu alt

yapının oluşturulmasına araştırmancın katkıları sunacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda, multidisipliner bir çalışma gerektiren agropark planlama ve uygulaması için farklı bilim dallarında araştırmalar yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda araştırma, yapılacak çalışmaların yöntemine örnek olacaktır.

Kaynaklar

- Açıksöz S., 2001. Ankara'da kentsel tarım kapsamında Atatürk Orman Çiftliği'nin günümüz koşullarında yeniden değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara, s. 3-95, 122-232
- Akpınar N., 1994. Açık kömür ocaklarında çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve doğa onarımı çalışmalarının Milas-Sekköy Açık Kömür Ocağı örneğinde irdelenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı (Basılmamış), Ankara
- Akpınar N., 2000. Taş ocaklarının çevresel etkileri ve bu alanların onarımı. 2000'li Yıllarda Yaşadığımız Çevre ve Peyzaj Mimarlığı Sempozyumu, 24-26 Mayıs, Ankara s. 191-199
- Akpınar N., Başıal M., Karadeniz N., Talay İ., Kılıç N., Atalay A. ve Tanrıvermiş H., 2004. Adıyaman Ziyaret Çayı havzası tarımsal potansiyelinin belirlenmesi ve enerji etkin peyzaj planlama bağlamında arazi kullanım deseninin oluşturulması. TÜBİTAK, Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu, Ankara, s. 83 - 84
- Alçıçek A. ve Demiruluş H., 1994. Çiftlik gübrelerinin biyogaz teknolojisinde kullanılması. Ekoloji Çevre Dergisi, 13: 5-9
- Anonim, 2005. Türkiye'nin belirli bir havzasında USLE ile yıllık toprak kayıplarının tahmin edilmesi. Ankara Üniversitesi Toprak Anabilim Dalı Ders Notu (Basılmamış), Ankara
- Anonim, 2009. Atatürk Orman Çiftliği'nin geleceğini tartışıyoruz. Ankara Barosu Yayınları, Ankara, s. 9-79
- Anonim, 2017. <http://www.karsiyaka.bel.tr/tr/ haberler /cumhuriyette-muhtesem-donusum> (Erişim tarihi 13.05.2017)
- Anonymous, 2012a. <http://www.butchartgardens.com/gardens> (Erişim Tarihi: 14.01.2012)
- Anonymous, 2012b. http://en.wikipedia.org/wiki/Haller_Park (Erişim Tarihi: 14.01.2012)
- Anonymous, 2017 <http://news.ucsc.edu/2015/03/rev-spring-15-alumni-weekend.html> (Erişim tarihi: 13.05.2017)
- Arcak Ç., Keçeci M., Usul M. ve Karabulut A., 2002. Atatürk Orman Çiftliği detaylı toprak etüdü ve haritalaması, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara
- Arık F., Öztürk A., Diken A., Eren Y., Nalbantçılar T. ve Tor K., 2010. Yazır Fayı (Selçuklu-Konya) üzerindeki terkedilen taş ocakları ve jeopark projesi. <http://web.firat.edu.tr/jeokoruma/jeo/PDF/F.%20ARIK%201.pdf> (Erişim Tarihi: 12.02.2010).
- Atak E. ve Şahin Z., 2004. Atatürk Orman Çiftliği'nin 79 yılı ve çiftliğin korunmasına yönelik politika arayışları. Planlama Dergisi 2004(3): 80-88
- Baardwijk I., Bogers M., IJdema T., Laarhoven J., 2003. HetAgroparkEenIntegrale Benadering. Eindhoven University InnovationScience 0E411 Integrative Project, Netherlands
- Carsjens G. J., 2015. Food in space: the spatial organization of food systems. AgricEngInt: CIGR Journal, Special issue 2015: 18th World Congress of CIGR: 10-17
- Ceylan H. ve Özkahraman T., 2000. Madencilik faaliyetlerinde çevresel planlama ve uygulanabilecek doğaya yeniden kazandırma alternatifleri. Türkiye 12. Kömür Kongresi, 23-26 Mayıs 2000, Ereğli s: 91-100
- Çelik M., 2006. Atatürk Orman Çiftliğinin işletmecilik anlamında işleyişi ve kooperatiflerle olan ilişkileri. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış). Tekirdağ, s: 5-12
- Gezer E., 2006. Yalova yöresindeki çiçeklik seraların teknik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Tekirdağ, s: 5
- Hoes A-C. and Regeer B.J., 2014. Adoption of Novelty in a pluralist society: Exploring an agropark case study. Journal of Environmental Policy & Planning 17(1): 3-24
- Kliebisch C., 2009. MasterplanAgro-Park / Gartenbauggebiet (Pilotprojektionfürden KreisKleve)- Zusammenfassung.AFC Management Consulting AG, Bonn
- Özcan A., 2009. Ankara-Hasanoğlan taş ocaklarının onarımı ve kentsel kullanım açısından değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara, s. 4-29, 94

- Öztoprak İ., 2006. Atatürk Orman Çiftliği'nin tarihi. Atatürk Araştırma Merkezi, Ankara, s.29, 63, 105-123
- Smeets, P.J.A.M., 2011. Expedition agroparks. Research by design into sustainable development and agriculture in the network society. PhD thesis Wageningen University, Wageningen Academic Publishers, Wageningen
- Smeets P., Mansfeld M., Chonghua Z., Loohuis R O., Broeze J., Buijs S., Moens E., Latesteijn H., Steekelenburg M., Stumpel L., Bruinsma W., Megen T., Mager S., Chrst,aens P. and Heijer H., 2011. Master plan Greenport Shanghai Agropark. Shanghai Industrial Inverstment Corporation Alterra Wageningen University and Research Center
- Taşçioğlu S., 2011. Taş ocağı faaliyetlerinin peyzaj üzerine etkileri ve onarım süreci: Antalya ili örneği. Seminer, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara, s. 6-7
- Tıknaçoğlu B., 2010. Sığırcılık. Samsun İl Tarım Müdürlüğü, Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi, Samsun, s. 58-61
- Vargas-Hernandez J.G. and Hernandez-Medina D., 2014. Application of the Based Resources Theory in Agropark Ahualulco. Comprehensive Research Journal of Management and Bussiness Studies, Vol. September, p. 1-4
- Wolf P. and Veen E., 2015. Connecting global ambitions to regional realities- A process review of agropark development in the Noordoostpolder. The malleability and unpredictability of regional transitions: a systematic approach for reflection and learning. Wageningen University and Research, Netherlands

Farklı Biçim Zamanlarının Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve Yulaf (*Avena sativa* L.) Karışımlarında Ot Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Tamer YAVUZ

Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir
Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): tameryavuz551@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 21.03.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 27.04.2017

Öz

Bu çalışma, üç farklı biçim zamanının yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve yulaf (*Avena sativa* L.) karışımlarının verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2013-2015 yıllarında, Kırşehir ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen bu çalışmada, yem bezelyesi ve yulafın yalın ekimleriyle birlikte beş farklı karışım oranı incelenmiştir. Biçim zamanları (çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme ve bakla bağlama) ana parsellere, karışımlar (%100 B, %100 Y, %70 B + %30 Y, %60 B + %40 Y, %50 B + %50 Y, %40 B + %60 Y ve %30 B + %70 Y) alt parsellere yerleştirilmiştir. Karışım ve biçim zamanları ayrı ayrı dikkate alındığında, en yüksek kuru ot verimi, %30 bezelye + %70 yulaf karışımından (509.1 kg/da) ve bakla bağlama döneminden (465.9 kg/da) elde edilmiştir. Karışımlarda en düşük ADF ve NDF oranıyla en yüksek ham protein oranı yalın bezelyeden sırasıyla %30.33, %40.15 ve %17.54 olarak elde edilmiştir. Biçim zamanlarından çiçeklenme başlangıcında bu değerler aynı sırayla %32.53 ve %42.27 ve %15.39'dur. Araştırma sonuçları, karışımların ekilişlerindeki yulaf oranı arttığında kuru ot veriminin de arttığını göstermiştir. Ancak ot verimiyle birlikte artan ADF ve NDF oranları; ham protein, TDN ve RFV gibi yem kalite değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Biçim zamanı çiçeklenme başlangıcından bakla bağlama dönemine doğru ilerlediğinde kuru ot verimlerinin arttığı ve kalite özelliklerinin de düştüğü belirlenmiştir. Sonuç olarak yüksek kuru ot verimi elde etmek için %30 bezelye + %70 yulaf karışımı yetiştirilebilir. Verimle birlikte kalite kriterleri de değerlendirildiğinde %60 bezelye + %40 yulaf veya %50 bezelye + %50 yulaf karışımlarının çiçeklenme başlangıcında biçilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Bezelye, yulaf, karışım, ot verimi, yem kalitesi,

The Effects of Different Cutting Stages on Forage Yield and Quality in Pea (*Pisum sativum* L.) and Oat (*Avena sativa* L.) Mixtures

Abstract

This study was carried out to determine the effects of three different cutting stages on forage yield and quality of pea (*Pisum sativum* L.) and oat (*Avena sativa* L.) mixtures in Kırşehir ecological conditions in 2013-2015. In this study, which was conducted in randomized complete split-block design, pure sowings and five different mixture ratios of pea and oat were investigated. Cutting stages (beginning of flowering, full flowering, and pod binding) were designed as main plot, mixtures (100% P, 100% O, 70% P + 30% O, 60% P + 40% O, 50% P + 50% O, 40% P + 60% O, and 30% P + 70% O) as subplot. When considered mixture and cutting stage separately, the highest forage yield was obtained from 30% pea + 70% oat mixture (509.1 kg/da) and pod binding stage (465.9 kg/da). In mixture, the lowest ADF and NDF with highest crude protein ratios were obtained from in pure sowing of pea as 30.33%, 40.15%, and 17.54% respectively. At the beginning of flowering in cutting stages, these values were 32.53%, 42.27%, and 15.39% in the same order. The results showed that when the proportion of oat in planting of mixtures increased, forage yield increased. However, ADF and NDF ratios increasing with forage yield caused decreases in forage quality parameters such as crude protein, TDN and RFV values. It was determined that when cutting stages progress from the beginning of flowering to pod binding period, forage yields increased, but quality characteristics decreased. To conclude, 30% pea + 70% oat mixture can be grown to obtain higher forage yield. When evaluated the quality parameters with forage yield, suggesting that 60% pea + 40% oat or 50% pea + 50% oat mixtures can be harvested at the beginning of flowering.

Keywords: Pea, oat, mixture, forage yield, forage quality

Giriş

Bezelye türleri, insan gıdası ve hayvan yemi olarak pek çok ülkede çok uzun zamandır yetiştirilmektedir (Cousin 1997). Ot ve tohum üretimi, otlatılarak ya da silaj olarak hayvan besleme için yetiştirilen yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) yüksek besleme değerinin yanında lezzetlidir (Bilgili 2009). Sarılıcı gövdeye sahip diğer tek yıllık baklagiller gibi ilerleyen vejetasyon dönemlerindeki yatma sorunu nedeniyle tahıllarla karışık ekilmesi önerilmektedir (Acar ve ark. 2006). Bu nedenle tek yıllık baklagil-tahıl karışımları için yulaf ideal bir bitkidir. Çünkü bol ve yumuşak yaprakları nedeniyle diğer tahıl samanlarına göre organik ve mineral maddelerce daha üstün ve besleyicidir (Geçit ve ark. 2009). Bezelye ve yulaf karışım halinde başarıyla yetiştirilebilir ve bu karışımlardan yüksek ot verimi elde edilmesinde yulaf önemli rol oynar (Uzun and Asik 2012).

Üreticiler için yüksek yem verimi çok önemliyken, hayvancılık işletmeleri için yüksek kaliteli yem önemlidir (Lithourgidis and Dordas 2010). Kuşkusuz ki hayvancılığın önemli girdilerinden biri olan kaliteli kaba yemin sağlanmasında tek yıllık baklagil-tahıl karışımlarının önemi çok büyüktür. Karışımlar yalın ekilen türlere göre daha verimlidir (Karadağ and Büyükburç 2003; Uzun and Asik 2012). Buna karşın bazı araştırmacılara göre de yalın ekilen tahılların verimleri karışımların verimlerinden yüksektir. Nitekim Kocer and Albayrak (2012) yalın ekilen yulaf ve arpanın ot verimlerinin karışımlardan yüksek olduğunu, Carr et al. (1998)'da yüksek yem üretimi için tahılların ya yalın ekilmesi ya da tahıl-bezelye karışımlarında yüksek oranda bulunmaları gerektiğini bildirmişlerdir.

Tek yıllık baklagil-tahıl karışımlarında karışıma giren türler ve karışım oranları ot verimiyle birlikte otun kalitesini de etkilemektedir. Baklagiller yalın ekildiğinde veya karışımlardaki oranları arttığında verim azalırken, ham protein ve sindirilebilirlik oranı artmaktadır (Droushiotis 1989; Lithourgidis 2006). Dolayısıyla karışımların yem kalitesi yalın ekimlerden daha yüksektir (Todd and Spaner 2003; Carr et al. 2004; Begna et al. 2011). Karışımların biçim zamanları da elde edilen otun kalitesi üzerine oldukça etkilidir. Mustafa and Seguin (2004)'e göre silaj için üretilen bezelye-tahıl yalın ekim ve

karışımlarında yemin türüne bakmaksızın, erken dönemde yapılan hasat ham protein ve sindirilebilir kuru madde oranını arttırmıştır. Olgunlaşmanın ilerlemesi ya da hasat zamanındaki gecikme yem kalitesinde azalmaya neden olmaktadır (Sürmen et al. 2011; Turk and Albayrak 2012).

Türkiye'de entansif besiciliğin yapıldığı yerlerde, özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde besi hayvanlarının kaba yem ihtiyacı genellikle tahıl samanlarıyla karşılanmaktadır. Bölgenin sınırlayıcı ekolojik koşulları nedeniyle hayvanların sağlıklı beslenmeleri için gereken kaliteli kaba yem ihtiyacı, ancak tek yıllık baklagil-tahıl karışık ekimlerinin yaygınlaştırılmasıyla karşılanabilir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı farklı biçim zamanlarının yem bezelyesi ve yulaf karışımlarının ot verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirleyerek, Kırşehir ve benzer ekolojilerde entansif besicilik yapan çiftçilere uygun verim ve kalitede yetiştirebilecekleri kaba yem alternatifleri sunmaktır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde Kırşehir ekolojik koşullarında (39° 08' K, 34° 06' D ve 1084 m yükseklik) kıraç şartlarda yürütülmüştür. Araştırma alanının toprakları killi-tınlı bünyede, hafif alkali (pH 7.59), tuzsuz (%0.02), çok fazla kireçli (%27.90), organik madde (%1.81) ve yarıyıllı fosfor düzeyi az (2.14 kg/da), potasyum yönünden ise zengindir (66.62 kg/da).

Araştırmanın yürütüldüğü ekim-haziran ayları arası ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Araştırmada 2013-2014 yetiştirme sezonundaki Aralık ayı ile ikinci yetiştirme sezonundaki Nisan ve Haziran ayları dışındaki ortalama sıcaklık değeri uzun yıllar ortalama değerlerinin üzerinde seyretmiştir. İlk vejetasyon döneminin toplam yağış değerleri uzun yıllar ortalama değerinin altında, ikinci vejetasyon döneminin değeri ise uzun yıllar ortalama değerinin oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Bu durum Kasım, Aralık, Ocak ve Nisan ayı dışında kalan aylarda uzun yıllar ortalama toplam yağış değerinin üzerinde yağış gerçekleşmesinden kaynaklanmıştır. Mart, Mayıs ve özellikle de Haziran aylarında düşen yağış miktarı uzun yıllara ait değerlerden oldukça yüksek düzeydedir.

Çizelge 1. Araştırma alanının yetiştirme sezonlarındaki iklim verileri
Table 1. Climatic data of the research area in growing seasons

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)		
	2013-14	2014-15	Uzun yıllar	2013-14	2014-15	Uzun yıllar
Ekim	10.3	13.5	12.4	20.5	37.2	29.7
Kasım	7.7	6.7	6.2	40.0	28.4	37.9
Aralık	-2.1	6.0	2.0	10.4	28.6	47.7
Ocak	1.9	1.3	-0.1	46.2	35.2	44.0
Şubat	4.2	3.4	1.2	23.4	38.3	35.2
Mart	7.3	6.9	5.5	52.2	89.0	37.4
Nisan	13.1	8.8	10.7	20.0	26.8	45.7
Mayıs	16.4	16.4	15.4	46.6	54.8	44.1
Haziran	20.1	18.9	19.7	36	161.4	36.8
Ortalama	8.8	9.2	8.2	-	-	-
Toplam	-	-	-	295.3	499.7	358.5

Araştırmada yem bezelyesinin (*Pisum sativum* L.) Taşkent ve yulafın (*Avena sativa* L.) Seydişehir çeşitleri deneme materyali olarak kullanılmıştır. Bezelye (B) ve yulafın (Y) yalın ekimleriyle birlikte 5 farklı karışım oranı (%70 B + %30 Y, %60 B + %40 Y, %50 B + %50 Y, %40 B + %60 Y, %30 B + %70 Y) olmak üzere toplam 7 konu incelenmiştir. Ekim işlemleri yalın ekilen yem bezelyesinde 100 tohum/m² ve yulaf 500 tohum/m² olacak şekilde araştırmacının ilk yılında 11.10.2013 ve ikinci yılda 15.10.2014 tarihinde elle yapılmıştır. Ekim işlemi 25 cm sıra arasına, 5m uzunluğunda 8 sraya, karışımlar aynı sırada olacak şekilde yapılmıştır. Ekimle birlikte 5 kg/da saf azot hesabıyla diamonyum fosfat gübresi uygulanmıştır.

Araştırmada denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada ana parsellere biçim zamanı, alt parsellere ise karışımlar yerleştirilmiştir. Parseller verim ve kaliteyi belirlemek amacıyla çiçeklenme başlangıcı (ÇB), tam çiçeklenme (TÇ) ve bakla bağlama (BB) olmak üzere 3 farklı olgunluk döneminde biçilmiştir. Biçim işlemleri ilk yıl; 13 Mayıs, 22 Mayıs ve 10 Haziran 2014, ikinci yıl; 20 Mayıs, 5 Haziran ve 19 Haziran 2015 tarihlerinde yapılmıştır. Biçim zamanlarında parsellerden alınan 500 gramlık örnekler 60 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve elde edilen değerlerden faydalanılarak kuru ot verimleri hesaplanmıştır (Sleugh et al. 2000). Tür ve karışımların ham protein oranlarını belirlemek için öncelikle Kjeldahl yöntemiyle azot içerikleri belirlenmiş ve bu değerler 6.25 katsayısıyla çarpılarak ham protein oranları elde edilmiştir (AOAC 1990). Asit deterjan lif (ADF) ve nötr deterjan lif (NDF) oranları ANKOM200 Fiber Analyzer cihazında belirlenmiştir (Anonim, 2005). Kuru ot örneklerinin toplam

sindirilebilir besin (TDN) oranları Horrocks and Vallentine (1999), nispi yem değerleri (RFV) ise Moore and Undersander (2002) tarafından bildirilen ve aşağıda verilen eşitlikler aracılığıyla hesaplanmıştır.

$$TDN(\%) = (-1.291 \times ADF) + 101.35$$

$$DMI (\%) = 120/NDF (\text{Kuru maddede}),$$

$$DDM (\%) = 88.9 - (0.779 \times ADF) (\text{Kuru maddede})$$

$$RFV (\%) = DMI \times DDM / 1.29$$

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin 2 yıllık ortalama değerlerinin varyans analizi MSTAT C 1.2v. (1990) paket programında yapılmış ve önemli çıkan ortalamaların karşılaştırılmasında LSD (P<0.05) testi kullanılmıştır (Steel et al. 1997).

Bulgular ve Tartışma

Bezelye ve yulaf karışımların kuru ot verimleri ve biçim zamanları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan (P<0.01) önemli bulunmuştur. En yüksek kuru ot verimi 509.1 kg/da ile %30 B + %70 Y karışımından, en düşük ise 308.3 kg/da ile yalın ekilen bezelyeden elde edilmiştir. Biçim zamanlarında en yüksek kuru ot verimi 465.9 kg/da ile bakla bağlama, en düşük 387.5 kg/da ile çiçeklenme başlangıcı dönemlerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Araştırma sonuçları karışımlardaki bezelye oranı azaldıkça ya da yulaf oranı arttıkça ve vejetasyon çiçeklenme başlangıcından bakla bağlama dönemine doğru ilerledikçe, yalın ekilen tür ve karışımların kuru ot verimlerinin arttığını göstermiştir. Nitekim Droushiotis (1989) karışımlardaki baklagil tohumu oranı arttıkça kuru madde veriminin doğrusal olarak azaldığını, Salawu et al. (2001) olgunlaşma ile birlikte kuru madde veriminin arttığını, Sürmen et al. (2011) hasadı geciktirmenin verim ve kaliteyi

Yavuz "Farklı Biçim Zamanlarının Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve Yulaf (*Avena sativa* L. Karışımlarında Ot Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri"

Çizelge 2. Bezelye ve yulaf karışımlarının bazı verim ve kalite özellikleri (iki yılın ortalaması)
Table 2. Some yield and quality characteristics of pea and oat mixtures (averages of 2 years)

Biçim Zamanı	Karışımlar (%)							Ortalama
	100 B	100 Y	70B+30Y	60B+40Y	50B+50Y	40B+60Y	30B+70Y	
Kuru Ot Verimi (kg/da)								
ÇB	279.3	351.0	372.0	391.1	406.6	442.3	470.3	387.5 C**
TÇ	309.9	387.1	385.6	421.9	458.1	472.1	503.5	419.7 B
BB	335.8	431.9	449.9	468.4	496.1	526.1	553.4	465.9 A
Ortalama	308.3 F**	390.0 E	402.5 DE	427.1 CD	453.6 BC	480.2 AB	509.1 A	
LDS (0.05); Biçim Zamanı: 22.27, Karışım:29.05, CV:10.30								
Ham Protein Oranı (%)								
ÇB	19.86 a**	11.73 l	16.79 c	16.20 d	15.23 e	14.37 fg	13.50 h	15.39 A**
TÇ	17.56 b	10.19 m	14.68 f	13.99 g	13.31 h	12.57 ij	12.24 jk	13.51 B
BB	15.19 e	8.88 n	12.70 i	12.52 ij	12.42 ijk	12.31 jk	12.14 k	12.31 C
Ortalama	17.54 A**	10.27 G	14.73 B	14.24 C	13.65 D	13.09 E	12.63 F	
LDS (0.05); Biçim Zamanı: 0.195, Karışım: 0.219, Biçim Zamanı X Karışım: 0.38, CV:2.40								
Ham Protein Verimi (kg/da)								
ÇB	55.5	41.3	62.5	63.5	62.1	63.7	63.6	58.9
TÇ	54.5	39.5	56.8	59.2	61.1	59.5	61.8	56.0
BB	51.1	38.5	57.3	58.8	61.8	64.9	67.2	57.1
Ortalama	53.7 C**	39.8 D	58.9 B	60.5 AB	61.7 AB	62.7 AB	64.2 A	
LDS (0.05); Karışım: 4.7, CV:12.34								
ADF (%)								
ÇB	28.03 r*	36.17 hı	31.09 p	31.86 o	32.67 n	33.52 lm	34.35 jk	32.53 C**
TÇ	30.05 q	39.65 cd	33.79 kl	34.62 j	35.58 i	36.58 gh	37.63 ef	35.41 B
BB	32.92 mn	43.25 a	36.98 fg	37.97 e	39.05 d	40.08 c	41.22 b	38.78 A
Ortalama	30.33 G**	39.69 A	33.95 F	34.82 E	35.76 D	36.72 C	37.73 B	
LDS (0.05); Biçim Zamanı: 0.421, Karışım: 0.429, Biçim Zamanı X Karışım: 0.743, CV:1.82								
NDF (%)								
ÇB	36.16	48.37	39.88	41.08	42.26	43.51	44.65	42.27 C**
TÇ	40.18	53.50	44.11	45.39	46.76	48.10	49.43	46.78 B
BB	44.11	56.58	47.85	49.08	50.25	51.58	52.83	50.33 A
Ortalama	40.15 G**	52.82 A	43.95 F	45.18 E	46.42 D	47.73 C	48.97 B	
LDS (0.05); Biçim Zamanı: 1.833, Karışım: 0.456, CV:1.48								
TDN (%)								
ÇB	65.16 a*	54.66 jk	61.22 c	60.21 d	59.18 e	58.07 fg	57.00 hı	59.36 A**
TÇ	62.56 b	50.17 op	57.73 gh	56.65 i	55.42 j	54.13 kl	52.77 mn	55.63 B
BB	58.84 ef	45.51 r	53.61 lm	52.33 n	50.93 o	49.60 p	48.13 q	51.28 C
Ortalama	62.19 A**	50.11 G	57.52 B	56.40 C	55.18 D	53.93 E	52.64 F	
LDS (0.05); Biçim Zamanı: 0.544, Karışım: 0.553, Biçim Zamanı X Karışım: 0.958, CV:1.50								
RFV (%)								
ÇB	172.69 a**	116.86 i	151.02 b	145.25 c	139.82 d	134.34 e	129.60 fg	141.37 A**
TÇ	151.79 b	100.90 m	132.05 ef	126.98 g	121.77 h	116.87 i	112.23 j	123.23 B
BB	133.49 e	90.81 n	116.88 i	112.52 j	108.37 k	104.07 l	100.05 m	109.45 C
Ortalama	152.67 A**	102.86 G	133.31 B	128.25 C	123.32 D	118.43 E	113.96 F	
LDS (0.05); Biçim Zamanı: 5.565, Karışım: 1.7, Biçim Zamanı X Karışım: 2.945, CV:2.05								

**Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 düzeyinde önemsizdir.

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.05 düzeyinde önemsizdir.

B: Bezelye, Y: Yulaf, ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, TÇ: Tam çiçeklenme, BB: Bakla bağlama

** : Differences between the means followed by the same letter are not significant at P<0.01 level.

*: Differences between the means followed by the same letter are not significant at P<0.05 level.

B(P): Pea, Y(O): Oat, ÇB(BF): Beginning of flowering, TÇ(FF): Full flowering, BB(PB): Pod binding

değiştirdiğini vurgulamışlardır. Uzun and Asik (2012) %25 Bezelye + %75 Yulaf karışımından yüksek verim elde edildiğini bildirmişlerdir. Begna et al. (2011) yulaf-bezelye karışımlarının kuru madde verimlerinin yalın ekilen yulaftan istatistiksel olarak farksız, yalın bezelyeden ise daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Bazı araştırmacılara göre de en yüksek kuru madde verimi yalın ekilen tahıllardan elde edilmektedir (Kocer and Albayrak 2012; Lithourgidis et al. 2011).

Araştırma konularının ham protein oranları bakımından biçim zamanları ve karışımlar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. En yüksek ham protein oranı yalın ekilen yem bezelyesinden (%17.54), en düşük ise yalın ekilen yulaftan (%10.27) elde edilmiştir. Biçim zamanları dikkate alındığında; en yüksek ham protein oranı çiçeklenme başlangıcından (%15.39) elde edilirken, bakla bağlama dönemine geldiğinde %12.31 ile en düşük ham protein oranı elde edilmiştir (Çizelge 2). Karışımların ekilişlerindeki bezelye oranı arttıkça protein oranları da artmıştır. Kuru ot verimindeki artışın aksine vejetasyon döneminin ilerlemesiyle birlikte bezelye ve yulafın hem yalın ekimlerinde hem de karışımlarında ham protein oranı azalmıştır. Khorasani et al. (1997) olgunlaşmanın ilerlemesiyle ham protein konsantrasyonunun azaldığını bildirmişlerdir. Carr et al. (1998) ham protein konsantrasyonunun ekim oranındaki artan bezelye oranıyla birlikte yükseldiğini vurgulamıştır. Salawu et al. (2001)'a göre hasatta kimyasal kompozisyon ve olgunluk devresi önemlidir. Uzun and Asik (2012) biçim döneminin ilerlemesiyle protein oranı azaldığı için, en düşük ham protein oranını 3. biçim zamanından elde etmişlerdir. Birçok araştırmacıya göre en yüksek ham protein oranı yalın ekilen bezelyeden elde edilmiştir ve bezelye-tahıl karışımlarının protein oranı yalın yetiştirilen tahıllardan daha yüksektir (Chapko et al. 1991; Begna et al. 2011; Lithourgidis et al. 2011; Pozdisek et al. 2011). Biçim zamanları ham protein oranlarını farklı düzeylerde etkileyerek bezelye yulaf karışımlarının ham protein oranlarında önemli varyasyonlara neden olmuştur. Bunun sonucunda biçim zamanı x karışım interaksyonu istatistiksel açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Nitekim %50 B + %50 Y karışımının tam çiçeklenme dönemindeki ham protein oranı %30 B + %70 Y karışımının aynı dönemdeki ham protein oranından istatistiksel olarak daha yüksek bir grupta yer alırken, söz konusu karışımların

bakla bağlama dönemindeki ham protein oranları aynı istatistiksel grupta yer almıştır.

Ham protein verimleri bakımından karışımlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak ($P<0.01$) önemlidir. En yüksek ham protein veriminin (64.2 kg/da) elde edildiği %30 B + %70 Y karışımıyla birlikte; %60 B + %40 Y, %50 B + %50 Y ve %40 B + %60 Y karışımları yüksek ham protein veriminin elde edildiği istatistiksel grubu oluşturmuşlardır. En düşük ham protein verimi ise 39.8 kg/da ile yalın ekilen yulaftan elde edilmiştir (Çizelge 2). Bezelye-yulaf karışımlarının ham protein Verimleri yalın ekimlerden daha yüksek belirlenmiştir. Ham protein verimlerinin kuru madde ve ham protein oranlarıyla ilgili olması nedeniyle, özellikle de kuru madde verimi yüksek karışımlardan yüksek ham protein verimleri elde edilmiştir. Dordas et al. (2012) bezelye-tahıl karışımlarında en yüksek ham protein verimini %80 bezelye + %20 yulaf karışımından (1552 kg/ha), Balabanlı et al. (2010) ise fiğ-tahıl karışımlarında Macar fiği-çavdar karışımından (1.11 t/ha) elde etmişlerdir. Biçim zamanlarının ortalama ham protein verimleri 58.9-56.0 kg/da arasında belirlenmiştir. Çiçeklenme başlangıcından tam çiçeklenme dönemine gelindiğinde azalan ham protein verimi, bakla bağlama döneminde bir miktar artış göstermiştir, ancak biçim zamanları arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir. Turk and Albayrak (2012) olgunlaşmanın ilerlemesiyle kuru madde ve ham protein veriminin arttığını ancak yem kalitesinin azaldığını bildirmişlerdir. Uzun and Asik (2012)'a göre vejetasyon ilerlediğinde kuru madde verimi artarken, protein oranı azalmakta, ham protein verimi ise olgunlaşma evresine bağlı olarak artmaktadır.

Biçim zamanlarının ve karışımların ADF oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak ($P<0.01$) önemlidir. Yalın ekilen tür ve karışımlarda en düşük ADF oranı yalın bezelyeden (%30.33), en yüksek ise yalın yulaftan (%39.69) elde edilmiştir. Biçim zamanlarında en düşük ADF oranı %32.53 ile çiçeklenme başlangıcında, en yüksek ise %38.78 ile bakla bağlama döneminde elde edilmiştir. Biçim zamanı x karışım interaksyonlarının ADF oranları üzerine etkisi ise $P<0.05$ düzeyinde önemlidir. Biçim zamanlarında ADF oranlarının farklı düzeylerde artması biçim zamanı x karışım interaksyonlarının ortaya çıkmasına neden olarak gösterilebilir. Nitekim çiçeklenme başlangıcındaki yalın ekilen yulafın ve tam

çiçeklenme dönemindeki %40 bezelye + %60 yulaf karışımının ADF oranları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2).

Tür ve karışımların NDF oranları bakımından biçim zamanları ve karışımlar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Yalın ekilen bezelye en düşük NDF oranını verirken (%40.15), karışımlardaki yulaf oranı arttıkça karışımların NDF oranları da artmış ve en yüksek NDF yalın ekilen yulaftan (%52.82) elde edilmiştir. En düşük NDF oranı %42.27 ile çiçeklenme başlangıcında, en yüksek ise %50.33 ile bakla bağlama döneminde elde edilmiştir (Çizelge 2).

Araştırma bulguları bezelye-yulaf karışımlarının ekilişlerindeki yulaf oranı arttıkça, doğal olarak ADF ve NDF oranların da arttığını göstermiştir. Karışımların ADF ve NDF oranları yalın ekilen yulaftan oranından daha düşüktür. Diğer taraftan, karışımlarda artan bezelye oranı ADF ve NDF oranlarının azalmasına neden olmuştur. Aynı zamanda çiçeklenme döneminden bakla bağlama dönemine doğru gelindiğinde, vejetasyonun ilerlemesiyle artan kuru ot verimine paralel olarak ADF ve NDF oranları da artmıştır. Turk and Albayrak (2012)'a göre de olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte NDF oranı da artmaktadır. Bezelye ekim oranının karışımlarda azalması ADF ve NDF oranlarını arttırmıştır (Kocer and Albayrak 2012; Yıldırım ve Parlak 2016). İkili karışımdaki bezelyenin tahıla oranı ve olgunluk dönemi verimle birlikte ham protein, ADF ve NDF oranlarını etkilemektedir (Salawu et al. 2001). Karışımın veriminde bezelye yüzdesinin artması, toplam proteini artırırken ham lifi azalmıştır (Staniak et al. 2012).

Toplam sindirilebilir besin (TDN) oranları bakımından biçim zamanları ve karışımlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. En yüksek TDN oranı çiçeklenme başlangıcından (%59.36), en düşük ise bakla bağlama döneminden (%51.28) elde edilmiştir (Çizelge 2). Biçim zamanları ilerledikçe, artan ADF oranları nedeniyle TDN oranları azalmıştır. Bazı araştırmacılara göre de biçim zamanındaki gecikme TDN değerini azaltmaktadır (Turk and Albayrak 2012; Kaiser et al. 2007). Karışım oranlarında ise en düşük ADF oranına sahip yalın bezelye doğal olarak en yüksek TDN oranını (%62.19) vermiştir. En düşük TDN oranı da %50.11 ile yalın ekilen yulaftan elde edilmiştir. Karışımlarda

yulaf oranı arttıkça ADF oranı da artmış, bunla birlikte TDN oranı azalmıştır. Kocer and Albayrak (2012) bezelye-tahıl karışımlarının TDN oranlarının yalın ekilen yulaf ve arpadan yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Omokanye (2014) TDN oranlarını yalın ekilen yulafta %63.5 ve bezelyede %66.1 olarak bildirmiştir. Biçim zamanı x karışım interaksyonu ise $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu durumda biçim zamanları karışımların TDN değerlerini farklı şekilde etkilemişler ve çiçeklenme başlangıcındaki %30 B + %70 Y karışımı ile tam çiçeklenme dönemindeki %60 B + %40 Y karışımlarının TDN değerleri aynı istatistiksel grupta yer almışlardır.

Yem bezelyesi ve yulaf karışımlarının nispi yem değerleri (RFV) bakımından biçim zamanları ve karışımlar arasındaki farklılıklar ile biçim zamanı x karışım interaksyonları istatistiksel açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Biçim zamanlarında en yüksek RFV değeri % 141.37 ile çiçeklenme başlangıcında, en düşük %109.45 ile bakla bağlama döneminde elde edilmiştir. Karışımlarda ise en yüksek yalın ekilen bezelyeden (%152.67), en düşük ise yalın yulaftan (%102.86) elde edilmiştir (Çizelge 2). Ayrıca karışımlardaki yulaf oranı arttıkça RFV değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Biçim zamanı x karışım interaksyonunun önemli olması, tam çiçeklenme dönemindeki %40 B + %60 Y karışımı ile bakla bağlama dönemindeki %70 B + %30 Y karışımlarının aynı istatistiksel grupta yer almasına neden olmuştur. Bu durum karışımların hasat zamanlarına göre farklı tepki göstermelerinden kaynaklanmıştır. Araştırma sonuçları; yüksek ADF ve NDF değerine sahip araştırma konularının RFV değerlerinin azaldığını ve karışımların RFV değerlerinin yalın ekilen bezelyeden düşük, yalın yulaftan ise yüksek olduğunu göstermiştir. Kaba yem üreticileri ve alıcıları tarafından fiyat belirlemek için kullanılan RFV değerleri (Undersander 2001), NDF ve ADF'nin laboratuvar analizlerine dayanılarak, kuru madde alımı (DMI) ve kuru madde sindirilebilirliği (DDM) için öngörülen değerlerden hesaplanmaktadır (Moore and Undersander 2002). Kocer and Albayrak (2012)'a göre RFV değerleri yalın bezelyede %167.27, yalın yulafta %97.45 ve bezelye-yulaf karışımlarında %119.69-131.64 arasındadır ve bezelye-tahıl karışımlarının RFV değerleri yalın ekilen tahıllardan yüksektir. Shoaib et al. (2014) yalın yulaftan RFV değerini %99.48 olarak bildirmişlerdir.

Sonuç

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre karışımların ekilişlerindeki yulaf oranı arttıkça kuru ot verimi de artmıştır. Ancak ot verimiyle birlikte artan ADF ve NDF oranları ham protein, TDN ve RFV gibi yem kalite değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Diğer yandan karışımların ekilişlerindeki bezelye oranı arttıkça ham protein oranı, TDN ve RFV gibi kalite özellikleri artarken, ADF ve NDF oranları azalmıştır. Biçim zamanı çiçeklenme başlangıcından bakla bağlama dönemine doğru ilerlediğinde kuru ot verimleri artmış, kalite özelliklerinde ise azalma meydana gelmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda; yüksek kuru ot verimi elde etmek için %30 B + %70 Y karışımı yetiştirilebilir. Ancak verimle birlikte protein oranı, protein verimi, ADF, NDF, TDN ve RFV gibi kalite özellikleri de dikkate alındığında %60 B + %40 Y veya %50 B + %50 Y karışımlarının yetiştirilerek çiçeklenme başlangıcında biçilmesi önerilebilir.

Kaynaklar

- Acar Z., Aşçı Ö.Ö., Ayan İ. ve Başaran U., 2006. Yem bitkilerinde karışık ekim sistemleri. *Journal of Faculty of Agriculture, OMÜ*, 21(3): 379-386
- Anonim, 2005. The Ankom 200 Fiber Analyzer, Procedures for NDF, ADF and ADL analyses. ANKOM, Fairport, NY, <http://www.ankom.com> (Erişim Tarihi:11.01.2017)
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA
- Balabanlı C., Albayrak S., Turk, M. and Yüksel O., 2010. A research on determination of hay yields and silage qualities of some vetch+cereal mixtures. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2): 204-209
- Begna S.H., Fielding D.J., Tsegaye T., Van Veldhuizen R., Angadi S. and Smith D.L., 2011. Intercropping of oat and field pea in Alaska: An alternative approach to quality forage production and weed control. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 61(3): 235-244
- Bilgili U., 2009. Yem Bezelyesi (*Pisum arvense* L.). Yem Bitkileri II. Cilt (Ed: Avcıoğlu R., Hatipoğlu R., Karadağ Y.), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, İzmir, s. 440-448
- Carr P.M., Martin G.B., Caton J.S. and Poland W.W., 1998. Forage and Nitrogen Yield of Barley—Pea and Oat—Pea Intercrops. *Agronomy Journal*, 90(1): 79-84
- Carr P.M., Horsley R.D. and Poland W.W., 2004. Barley, oat, and cereal-pea mixtures as dryland forages in the northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 96(3): 677-684
- Chapko L.B., Brinkman M.A. and Albrecht K.A., 1991. Oat, oat-pea, barley, and barley-pea for forage yield, forage quality, and alfalfa establishment. *Journal of Production Agriculture*, 4(4): 486-491
- Cousin R., 1997. Peas (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Research*, 53(1-3): 111-130
- Dordas C.A., Vlachostergios D.N. and Lithourgdis A.S., 2012. Growth dynamics and agronomic-economic benefits of pea-oat and pea-barley intercrops. *Crop and Pasture Science*, 63(1): 45-52
- Droushiotis D.N., 1989. Mixtures of annual legumes and small-grained cereals for forage production under low rainfall. *The Journal of Agricultural Science*, 113(02): 249-253
- Geçit H.H., Emeklier Y., İkincikarakaya S., Adak M.S., Kolsarıcı Ö., Ekiz H., Altınok S., Sancak C., Sevimay C. S. ve Kendir H. 2009. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 540 s., Ankara
- Horrocks R.D. and Vallentine J.F., 1999. Harvested Forages. Academic Press, London, UK
- Karadağ Y. and Büyükburç U., 2003. Effects of seed rates on forage production, seed yield and hay quality of annual legume-barley mixtures. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(3):169-174
- Kaiser A.G., Dear B.S. and Morris S.G., 2007. An evaluation of the yield and quality of oat-legume and ryegrass-legume mixtures and legume monocultures harvested at three stages of growth for silage. *Animal Production Science*, 47(1): 25-38
- Khorasani G.R., Jedel P.E., Helm J.H. and Kennelly J.J., 1997. Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages. *Canadian Journal of Animal Science*, 77(2): 259-267
- Kocer A. and Albayrak S., 2012. Determination of forage yield and quality of pea (*Pisum sativum* L.) mixtures with oat and barley. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(1): 96-99
- Lithourgdis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhima K.V., Dordas C.A. and Yiakoulaki M.D., 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99(2): 106-113
- Lithourgdis A.S. and Dordas C.A., 2010. Forage yield, growth rate, and nitrogen uptake of faba bean intercrops with wheat, barley, and rye in three seeding ratios. *Crop Science*, 50(5): 2148-2158

- Lithourgidis A.S., Vlachostergios D.N., Dordas C.A. and Damalas C.A., 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34(4): 287-294
- Moore J.E. and Undersander D.J., 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, USA, pp. 16-32
- Mustafa A.F. and Seguin P., 2004. Chemical composition and *in vitro* digestibility of whole-crop pea and pea-cereal mixture silages grown in South-western Quebec. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190(6): 416-421
- Omokanye T.A., 2014. On-farm testing of strip intercropping of annual crops for forage yield and quality. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4(4):65-76
- Pozdisek J., Henriksen B., Ponizil A. and Løes A.K., 2011. Utilizing legume-cereal intercropping for increasing self-sufficiency on organic farms in feed for monogastric animals. *Agronomy Research*, 9(1-2): 343-356
- Salawu M.B., Adesogan A.T., Weston, C.N. and Williams S.P., 2001. Dry matter yield and nutritive value of pea/wheat bi-crops differing in maturity at harvest, pea to wheat ratio and pea variety. *Animal Feed Science and Technology*, 94(1): 77-87
- Shoaib M., Ayub M., Shehzad M., Akhtar N., Tahir M. and Arif M., 2014. Dry matter yield and forage quality of oat, barley and canola mixture. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(2): 433-439
- Sleugh B, Moore KJ, George JR, Brummer EC, 2000. Binary legume – grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agronomy Journal*, 92: 24-29
- Staniak M., Księżak J. and Bojarszczuk J., 2012. Estimation of productivity and nutritive value of pea-barley mixtures in organic farming. *J. Food Agric. Environ*, 10(2): 318-323
- Steel R.G.D., Torrie J.H. and Dickey D.A. 1997. *Principles and procedures of statistics: a biometric approach*. 3rd Ed. McGraw Hill Book Co. Inc., New York. USA
- Sürmen M., Yavuz, T. and Çankaya N., 2011. Effects of phosphorus fertilization and harvesting stage on forage yield and quality of common vetch. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1): 353-355
- Todd A.G. and Spaner D., 2003. Spring cereals for forage and grain production in a cool maritime climate. *Journal of agronomy and crop science*, 189(1): 7-13
- Turk M. and Albayrak S., 2012. Effect of harvesting stages on forage yield and quality of different leaf types pea cultivar. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(2): 111-114
- Undersander D., 2001. Does forage quality pay. *Proceedings of American Forage and Grassland Council*, April 22-25, Springdale, AR. AFGC, Georgetown, TX, pp. 120-125
- Uzun A. and Asik F.F., 2012. The effect of mixture rates and cutting stages on some yield and quality characters of pea (*Pisum sativum* L.) + oat (*Avena sativa* L.) mixture. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(1): 62-66
- Yıldırım S. ve Parlak A.Ö., 2016. Triticale ile bezelye, bakla ve fiğ karışım oranlarının belirlenerek yem verimi ve kalitesine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1):77-83

Ankara İlinde Ekmekte Tüketici Tercihleri

*Rahmi TAŞCI¹ Sevinç KARABAK¹ Merve BOLAT¹ Oğuz ACAR¹
Turgay ŞANAL¹ Aliye PEHLİVAN¹ Seda KÜLEN¹
Erdoğan GÜNEŞ² Mevhibe ALBAYRAK²

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): rahmi.tasci@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 22.03.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 12.05.2017

Öz

Bu çalışma; Ankara ilinde tüketicilerin ekmek tercihlerine etki eden faktörlerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ankete katılacak ekmek tüketici sayısı basit tesadüfi örnekleme yoluyla belirlenmiş ve anketler 2015 yılında gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, Ankara ilinde hane başına günlük 2.4 adet (600 g), kişi başına 1.4 adet (350 g) ekmek tüketildiği belirlenmiştir. Kişi başına geleneksel beyaz ekmek 2.3 adet (575 g), tam buğday ekmeği 1.3 adet (325 g) olarak tüketilmektedir. Tüketicilerin %59.9'u aldıkları ekmeği aynı gün tüketmediklerini ve bu ekmeklerin %10.1'ini hayvan beslemede kullanmak için bayat ekmek toplayan kişilere verdiklerini ifade etmişlerdir. Kalan ekmeklerin %2.2'sinin ise çöpe atıldığı belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre; ekmek fiyatları satın alma gücü açısından farklı gelir düzeyindeki tüketicilere göre farklılık göstermektedir. Gelir düzeyi yüksek olan tüketiciler ekmek fiyatlarını düşük, geliri düşük olan tüketiciler ise ekmek fiyatlarını yüksek bulmuşlardır ($p < 0.05$). Gelir artışına bağlı olarak hane halkının aldığı toplam ekmek sayısı azalırken, gelir düzeyi düşük hanelerin satın aldığı toplam ekmek sayısının arttığı belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Anahtar Kelimeler: Ekmek, tüketici, israf, Ankara

Consumer Preferences in Bread in Ankara

Abstract

This study was carried out to determine the factors affecting consumers' bread preferences in Ankara. The number of bread consumers to participate in the survey was determined by simple random sampling and surveys were conducted in 2015. As a result of the research, it was determined that 2.4 per day (600 g) per household and 1.4 per person (350 g) of bread were consumed in the province of Ankara. The traditional white bread is consumed as 2.3 pieces (575 g) and whole wheat bread as 1.3 pieces (325 g) per person. 59.9% of the consumers stated that they did not consume the bread they bought the same day and they were given to the people who collected stale bread to use 10.1% of these breads for animal feeding. It was determined that 2.2% of the remaining breads were garbage. According to the results of correlation analysis; Bread prices differ in terms of purchasing power from consumers with different income levels. Consumers with a high income level found bread prices low and consumers with low income found bread prices high ($p < 0.05$). It was determined that the total number of bread bought by the households with low income level increased while the number of total bread bought by the household decreased due to the income increase ($p < 0.01$).

Keywords: Bread, consumer, waste, Ankara

Giriş

Buğday, insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Tarımsal sanayiye hammadde sağlaması, ülke ekonomisine olan katkısı ve kırsal alanın başlıca gelir kaynağı olması açısından da Dünya'da ve Türkiye'de stratejik bir ürün konumundadır.

Buğday, buğday ürünleri ve ekmek hem geçmişte hem günümüzde Türk insanının en önemli besin kaynaklarından (Özberk ve ark. 2016). Ekmek ise en önemli buğday ürünü olması ve toplam gıda tüketimindeki payının yüksek olması nedeniyle, toplum

beslenmesinde büyük önem arz etmektedir. Türkiye'de buğday yetiştirilen tüm alanlarda buğdayla bağlantılı en değerli ürün, ekmektir. Ekmek, Türk insanının gıda tüketiminde önemli bir yere sahiptir (Özberk ve ark. 2016).

Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine göre ekmek; buğday ununa, su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür. Ekmek çeşitleri ise ekmek tanımında geçen bileşenlere ilave olarak tahıl ürünlerini ve istenildiğinde çeşni maddelerini de içeren ve tekniğine uygun olarak üretilen ekmekleri ifade eder (Anonim 2012).

Fırıncılık ürünleri (ekmek, pasta ve kek) arasında en büyük paya sahip olan ekmek, Türkiye'de diyetin en önemli besin maddesidir. Türkiye'de günde 101 milyon, yılda 37 milyar adet ekmek üretilirken, günde 95 milyon, yılda ise 35 milyar adet ekmek tüketilmektedir. Günde 6 milyon adet, yılda ise 2.1 milyar adet ekmek israf edilmektedir, yani üretilen ekmeğin %5.9'u israf edilmektedir (250 gr standart ekmek üzerinden hesaplanmıştır), (Anonim 2013). Ekonomik değer itibarıyla bir kilo buğdayın, bir kilo ekmek olduğunu dikkate aldığında, 450-500 bin ton buğday her yıl çöpe atılmaktadır.

Türkiye'de ekmek temel gıda maddesi olarak tüketilmektedir ve günlük kalori ihtiyacının %44.0'ünü, protein ihtiyacının ise yaklaşık %50.0'sini karşılamaktadır (Karaoğlu ve Kotancılar 2005). Ekmeğin beslenmede bu derece önemli olması; daha çok geleneksel beslenme alışkanlığından kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra kolay ulaşılabilir ve düşük maliyetli olması, tok tutması, birçok yiyeceklerle birlikte tüketilebilmesi de diğer nedenlerdir (Elgün ve Ertugay 2002; Köten ve Ünsal 2006).

Türkiye, Dünyanın en fazla ekmek tüketen ülkelerinden birisidir. Literatürde dünya ve Türkiye'de ekmek ve tüketici ilişkisini araştıran çalışmalar mevcut olup (Armero and Collart 1998; Amid 2007; Anonymous 2012; Capone et al. 2016; Brancoli et al. 2017; Gül ve ark. 2003; Tanık 2006; Şahin ve Özer 2006; Açıkan 2007; Yılmaz ve Özkan 2007; Cop ve Doğan 2009; Bektaş ve Devran 2009; Aydın ve Yıldız 2011; Koç 2011; Demir ve Kartal 2012; Anonim 2013; Bal ve ark. 2013; Dölekoğlu ve ark. 2014; Ertürk ve ark. 2015) Ankara ilinde tüketicilerin

ekmek tercihlerine ilişkin güncel çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile tüketicilerin ekmek israfı ve değişen yasal mevzuata ilişkin farkındalıkları, ekmeği fazla tüketen bir toplum olarak, yıllardan beri ekmek alışkanlıklarındaki değişiklikler ve tüketimi yaygınlaşmaya başlayan kepekli, tam buğday ekmeği gibi çeşitli ürünlere olan talebin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini, Ankara İlinde yaşayan tüketicilerle yüz yüze görüşmelerle doldurulan soru formlarından elde edilen veriler oluşturmuştur. Ankara ilinde Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine (ADNKS) dahil olan toplam nüfus, popülasyonu oluşturmuştur. Araştırmanın planlandığı dönemde, Ankara İlinin toplam nüfusu 4.762.116'dır. Gerek araştırma alanının genişliği, gerekse zaman ve personel kısıtlarından dolayı; Ankara'da nüfusu 250.000'den fazla olan, sosyo-ekonomik göstergeler açısından da genel yapıyı gösterebilecek ve Ankara aktif nüfusunun yaklaşık %85.0'ini temsil eden; Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Mamak, Sincan ve Yenimahalle ilçeleri çalışma kapsamına alınmıştır. Seçilen 6 ilçenin aktif nüfusu (14-64 yaş arası) 2.456.268'dir. Çalışmada popülasyonu temsil edecek örnek hacmi, basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre, aşağıda belirtilen formül ile belirlenmiştir (Arıkan 1995).

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot D + p \cdot q}$$

$$D = \left(\frac{E}{t}\right)^2$$

N : Popülasyon (2.456.268)

p : İncelenen olayın ana kitle içinde gerçekleşme olasılığı (Araştırma alanında, daha önce benzer bir çalışma yapılmadığı ve popülasyonu temsil edecek maksimum örneğe ulaşmak için oran %50 alınmıştır.)

q : 1-p (0.50 alınmıştır.)

E : hata terimi (0.05)

t : güven aralığı %95 (%95 güven aralığının tablo değeri=1.96)

Yönteme göre örnek hacmi (n), 384 olarak hesaplanmıştır. Hesapla bulunan örnek hacmi, Ankara İlinde aktif nüfusu 250.000'den fazla olan 6 ilçenin aktif nüfusunun toplamdaki payları dikkate alınarak, ilçelere oransal dağıtılmıştır.

Çizelge 1. Ankara ili tüketici örnekleme dağılımı
Table 1. Consumer sample distribution in Ankara province

İlçeler	Toplam	%	n=384 x ilçe ağırlığı
Yenimahalle	666.504	27	104
Çankaya	502.494	20	79
Mamak	396.823	16	62
Sincan	337.797	14	52
Etimesgut	305.334	12	48
Altındağ	251.316	10	39
Toplam	2.456.268	100	384

Bulgular ve Tartışma

Tüketicilerinin Sosyoekonomik ve Demografik Yapısı

Araştırmanın gerçekleştirildiği Ankara ilinde anket yapılan tüketicilerin yaş ortalamaları 42 olup, en büyük 80, en küçük 18 yaşındaki tüketicilerle görüşme gerçekleştirilmiştir. Tüketicilerin %93.0'ü bayan olup, %32.8'i lise mezunudur. Gelir durumu itibarıyla ise tüketicilerin %33.0'ünün aylık geliri 1001-2000 TL'dir. Tüketicilerin demografik özellikleri ile ilgili ayrıntılı çizelge aşağıdaki gibidir (Çizelge 2).

Tüketicilerin Ekmek Tüketim Tercihleri

Anket yapılan hanelerin %68.3'ü gibi büyük bir oranında normal beyaz ekmek tüketilirken,

%24.3 oranında hanede ise tam buğday ekmeği tüketilmektedir. Tam buğday ekmeği tüketim konusunda tüketicilerin eğilimlerinin arttığı belirlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda da en fazla tüketilen ekmek çeşidinin geleneksel beyaz ekmek olduğu belirlenmiştir. Tokat ilinde %70.6 (Gül ve ark. 2003), Tekirdağ'da %78.0 (Tanık 2006), Van ilinde %36.4 (Koç 2011), Konya ilinde %75.0 (Demir ve Kartal 2012) oranında geleneksel beyaz ekmek tüketildiği tespit edilmiştir. Ekmek çeşitlerinin fazlaşması ve tam buğday ekmek tüketimine yönelişe bağlı olarak Ankara ilinde geleneksel beyaz ekmek tüketiminin diğer illere göre daha az olduğu görülmüş, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde daha çok yöresel ekmeklerin tercih edilmesi geleneksel beyaz ekmeğe olan talebi azalttığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Tüketicilere ait bazı özellikler
Table 2. Some characteristics of the consumers

Özellik	Açıklama	Oran (%)
Cinsiyet	Kadın	93.0
	Erkek	7.0
Eğitim durumu	Okuryazar değil	1.8
	Okuryazar	1.0
	İlköğretim	27.9
	Lise	32.8
	Yüksekokul	4.4
	Üniversite	28.9
	Lisansüstü	3.1
Hane halkı büyüklüğü	1-3 kişi	49.2
	4-6 kişi	48.2
	7-9 kişi	2.6
Gelir	≤ 500 TL/ay	2.3
	501-1000 TL/ay	10.4
	1001-2000 TL/ay	33.3
	2001-3000 TL/ay	24.0
	3001-4000 TL/ay	17.7
	4001-5000 TL/ay	6.8
5001+ TL/ay	5.5	

Ankara ilinde hane başına ortalama ekmeğin tüketimi 2.4 adet/gün (600 g) olarak bulunmuştur. Ekmeğin çeşitlerine göre tüketim incelendiğinde; normal beyaz ekmeğin hane başına tüketimi ortalama 2.3 adet/gün (575 g), tam buğday ekmeğinin 1.3 adet/gün, çavdarlı ekmeğin 0.9 adet/gün, kepekli ekmeğin 1.1 adet /gün olarak belirlenmiştir. Kişi başına ekmeğin tüketimi ise ortalama 1.4 adet/gün (350 g) olarak hesaplanmıştır. Yapılan korelasyon analizlerinde, geliri yüksek olan hane halkının aldığı toplam ekmeğin sayısı azalırken, geliri düşük olan hane halkının aldığı toplam ekmeğin sayısının arttığı belirlenmiştir ($p < 0.01$). Ekmeğin tüketim miktarı ile ilgili daha önce yapılan araştırmalarda kişi başı günlük ekmeğin tüketimi Ankara'da 327 g (Anonim 2013), Adana'da 233.5 g (Gül ve ark. 2003), Van'da 1.5 adet (Koç 2011) Tokat'ta 1.2 adet (292 g) (Bal ve ark.2013), Isparta'da 1.46 adet (Ertürk ve ark. 2015) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre Ankara ilinde kişi başına ekmeğin tüketiminin geçmiş yıllara göre arttığı ve diğer illerdeki tüketimlerden fazla olduğu belirlenmiştir.

Tüketicilerin %40.1'i evlerine aldıkları ekmeğin tamamını aynı gün içinde tüketirken, %59.9'unun aynı günde tüketemedikleri belirlenmiştir. Ekmeği aynı gün içinde tüketmeyenlerin, bayatlayan ekmeğin hangi şekilde değerlendirdikleri Çizelge 3' te gösterilmektedir. Tüketicilerin %87.7'sinin bayatlayan ekmeğini tekrar gıda olarak değerlendirdikleri (köfte yapımında, fırınlanarak çorbalara, yumurta ile kızartma), %10.1'i kedi, köpek ve ineklerin beslenmesi amacıyla bayat ekmeğin toplayan kişilere ulaştırdıkları ve %2.2'sinin ise bayat ekmeğini çöpe attığı gözlemlenmiştir. Yapılan diğer araştırmalarda Cezayir, Mısır, Lübnan, Fas ve Tunus'ta eve alınan ekmeğin ürünlerinin %20.0'sinin israf edildiği; özellikle Ramazan ayında ekmeğin israfının arttığı, İsveç'te süpermarket gıda atıklarının büyük bölümünün ekmeğin atıklarının oluşturduğu, İngiltere'de bir yılda ekmeğin %32'sinin israf edildiği, İran'da ise tüketilen 3 ekmeğin birinin israf edildiği, Isparta ilinde günlük alınan ekmeğin ortalama %13.6'sının aynı gün içinde tüketilmediği, %4.7'sinin bayatladığı ve %1.2'sinin ise tüketilmediğinden dolayı küflendiği bildirilmiştir (Ertürk ve ark. 2015). Sivas ilinde ise tüketicilerin %44.0'ünün ekmeğin israfı yaptığı ve israfın daha çok genç tüketiciler tarafından yapıldığı (Aydın ve Yıldız 2011), Adana ilinde satın alınan ekmeğin %78.2'sinin bayatladığı, bayatlayan

ekmeğin ise %80.4'ünün tekrar gıda olarak kullanıldığı, (Gül ve ark. 2003) Tekirdağ ilinde ise tüketicilerin %64'ünün bayatlayan ekmeğini tekrar gıda olarak kullanırken %16.0'sinin hayvan beslenmesinde kullanıldığı, %20.0'sinin ise çöpe atıldığını (Tanık 2006), Van ilinde tüketicilerin %48.5'inin bayat ekmeğini tekrar gıda olarak değerlendirdikleri, %40.5'inin hayvan beslenmesinde kullandıkları, %5.7'sinin çöpe attıkları (Koç 2011), Isparta ilinde ise hanelerin %54.4'ünün bayat ekmeğini hayvan beslenmesinde kullandıkları ve bu hanelerin %84.9'u bayat ekmeğinin hayvanlara yedirilmesinin israf olarak görmedikleri (Ertürk ve ark. 2015) belirlenmiştir. Türkiye genelinde (Adana, Ankara, Bursa, Erzurum, Gaziantep, İstanbul, İzmir, Kayseri, Malatya, Samsun, Tekirdağ ve Trabzon) yapılan araştırmada ise tüketicilerin gün içinde tüketemedikleri için bayatlayan ekmeğinin %75.9'u ile tatlı yaptıkları, %52.7'sini ihtiyacı olanlara verdikleri, %19.2'sini köfte harcı olarak kullandıkları, %18.5'ini tost yaptıkları, %17.7'sini ısıtıp/kızartıp yeniden tükettikleri ve %13.2'sini çorba/sulu yemekler ile birlikte farklı şekillerde değerlendirildiği tespit edilmiştir (Anonim 2013).

Tüketicilerin %37.2'si, evlerine her gün

Çizelge 3. Tüketicilerin bayat ekmeğini değerlendirme şekilleri

Table 3. Evaluation of stale breads by consumers

Bayat Ekmeğinin Değerlendirilme Şekli	Oran (%)
Tekrar gıda olarak değerlendiriliyor	87.7
Hayvan beslenmesinde kullanılıyor	10.1
Çöpe atılıyor	2.2
Toplam	100.0

hanelerinde tüketilecekleri miktardan daha fazla ekmeğin aldıklarını belirtmişlerdir. İhtiyaçtan daha fazla ekmeğin alınmasının nedenini; %76.2'si evlerinde fazladan ekmeğin bulundurmaya istedikleri, %14.0'ü misafir gelebilir düşüncesini taşıdıkları şeklinde ifade etmişlerdir. İhtiyaçtan fazla ekmeğin almayı alışkanlık haline getiren tüketici oranı ise %8.4'tür.

Tüketicilerin %62.0'si, son dönemlerde tükettiği ekmeğin çeşitlerinde bir değişiklik olduğunu bildirmiştir. Tüketim alışkanlıklarının değiştiğini belirtenlerin %75.7'i tam buğday ekmeğine geçiş yaptığını, %15.5'i kepekli ekmeğe yöneldiğini ifade etmiştir.

Tüketicilerin %37.8'inin hanelerinde günlük tükettikleri ekmek sayısında değişiklik olduğu dikkati çekmektedir. Tüketim değişimi olmayanların oranı ise % 62.2'dir. Tükettikleri ekmek sayısında artış olanların oranının %20.7, ekmek sayısını azaltanların oranının %79.3 olduğu belirlenmiştir.

Hane nüfuslarının artmasına bağlı olarak ekmek tüketimi artan hanelerin oranı %66.7'dir. Bununla birlikte tüketicilerin %20.0'si beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler sebebiyle, %13.3 'ü ise ekmek çeşitlerinin artmasına bağlı olarak, ekmeklerin daha lezzetli hale geldiğini düşünerek ekmek tüketimini artırdıklarını belirtmişlerdir. Tükettikleri ekmek sayılarında azalış olan hanelerin yaklaşık yarısı, sağlık nedenlerinden dolayı tüketimi azalttıklarını, %20.0'si hanelerindeki nüfus azalması, %21.7'si beslenme alışkanlıklarındaki değişiklik ve %5.2'si formda kalmak amacıyla ekmek sayısını azalttıklarını belirtmişlerdir.

Tüketicilerin %38.5'i, son yıllarda tükettikleri ekmeklerin kalitesinde olumlu değişiklikler olduğunu düşünürken, %61.5'i herhangi bir olumlu değişiklik olmadığını aktarmışlardır (Çizelge 4 ve 5).

Çizelge 4. Tüketicilerin ekmek kalitesinde olumlu değişiklik olarak gördükleri özellikler

Table 4. Properties that consumers see as positive change in bread quality

Ekmek Kalitesinde Görülen Olumlu Değişiklikler	Oran (%)
Lezzeti artması	60.1
İçinin daha iyi pişmesi	12.8
Ambalaja girmesi	8.8
Çeşitlerin çoğalması	6.1
Tuzunun azalması	5.4
Renginin koyulaşması	2.0
Kokusunun iyileşmesi	1.4
Daha sağlıklı olması	1.3
İçeriğinin zenginleşmesi	0.7
Daha doyurucu olması	0.7
Katkı maddelerinin azalması	0.7
Toplam	100.0

Tüketicilerin %49.7'si son yıllarda tükettikleri ekmeklerin kalitesinde olumsuz değişiklikler olduğunu düşünürken, %50.3'ü herhangi bir olumsuz değişiklik olmadığını düşünmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tüketicilerin ekmek kalitesinde olumsuz değişiklik olarak gördükleri özellikler

Table 5. Properties that consumers see as a negative change in bread quality

Ekmek kalitesinde görülen olumsuz değişiklikler	Oran (%)
İçinin iyi pişmemesi	28.8
Lezzetinin eskisi gibi olmaması	26.7
Katkı maddelerinin artması	11.5
İçinin boşalması	11.0
Mayasının fazla olması	4.2
İçinden yabancı madde çıkması	3.7
Kokusunun değişmesi, kötüleşmesi	2.6
Dışının çabuk sertleşmesi	2.1
Gramajının azalması	1.0
Tuz oranının fazlalaşması	1.0
Tam buğday ekmeğinin doğal olmaması	1.0
Ambalajsız satılması	1.0
Çabuk bayatlaması	1.0
Çabuk küflenmesi	1.0
Hijyene dikkat edilmemesi	1.0
Hamurlaşma olması	0.5
Gramajının eksik çıkması	0.5
Şeklinin bozulması	0.5
Gramajının düşürülmesi	0.5
Toplam	100.0

Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğinde (Tebliğ No: 2012/2) değişiklik yapılmış (Tebliğ No: 2013/10) tuz oranı en çok kuru maddede %1.75'den %1.5'e düşürülmüştür. Tüketicilerin %5.4'ü ekmekte tuzun azalmasını fark ederek, ekmek kalitesinde olumlu değişiklik olarak görmüşlerdir. %1'i ise ekmekte tuz oranının azaldığını fark etmediklerini, tuz miktarının halen yüksek ve bunun ekmek kalitesinde olumsuz bir değişiklik olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bütün olumsuz değişiklikler, ekmek üretiminin optimum ve hijyen koşullarda gerçekleştirilmemesinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Fermantasyon süreleri, kullanılan maya ve diğer enzim katkı miktarları ve en önemlisi un kalitesi olumsuz değişiklik olarak ifade edilen sonuçların sebebidir (Çizelge 5).

Tüketicilerin %83.3'ü, ekmek yapımında kullanılan un kalitesinin, ekmek kalitesine etki eden en önemli kriter olduğunu ifade etmiştir. Ekmeğin kalitesine etki eden diğer önemli faktörler; katkı, maya, ustalık ve pişirilme tekniği olarak sıralanabilir.

Tüketicilerin %4.7'si diyet amaçlı ekmek tüketmektedir. Diyet amaçlı ekmek tüketenlerin

%77.8'i tuzsuz ekmeği, %11.1'i tam buğday ekmeği, %5.6'sı glutensiz ekmeği ve %5.5'i denge ekmeği tükettiklerini belirtmişlerdir.

Tüketicilerin %31.8'inin ekmeklerini kendi evlerinde yapmayı tercih etmektedir. Evinde ekmeği yapan tüketicilerin, ekmeği yapma sıklıkları; %68'inin ara sıra, %9'unun her hafta, %1.6'sının her gündür. Yapılan korelasyon analizlerinde; hane geliri yüksek olan tüketicilerin evde ekmeği yapma alışkanlıkları, hane geliri düşük olan tüketicilere göre daha fazla bulunmuştur ($p < 0.01$). Tüketicilerin %22.4'ü, satın aldıkları ekmeklerin üretildiği ortam hakkında bilgileri olduğunu, %77.6'sı ekmeğin nerede ve hangi fiziki ortamda üretildiği konusunda bilgi sahibi olmadıklarını belirtmişlerdir. Aynı zamanda; %80.5'i ekmeğin üretildiği ortam ve koşullarını merak ettiklerini aktarmışlardır. Tüketicilerin tamamına yakını (%97.7) hijyen ve temizlik kurallarına uygun olarak ekmeği üretilip üretilmediğini merak etmektedirler. Ekmeği yapımında katkı maddesi kullanılıp kullanılmadığı ve kullanılan unun kalitesi, fırınlar hakkında merak edilen ikinci önemli konudur. Bu sonuçlar; üretilen ekmeğin fiziki şartlarının ve ekmeğin yapısını oluşturan temel kriterlerin uygunluğunun tüketiciler tarafından merak edildiğini ve yerinde görmek istediğini ortaya koymaktadır.

Tüketicilerin ekmeği satın aldıkları yerlerin %50.0'sinde ekmeği için ayrı bir satış dolabı olduğu, %23.2'sinde kasalar içinde, %25.0'inde tezgah üzerinde açıkta satıldığı, tüketiciler tarafından aktarılmıştır.

Tüketicilerin %52.5'i tarafından ekmeği satın aldıkları yerlerde ekmeğin satış şekline göre rahatsız olduklarını ifade etmiştir. Ekmeğin sunumu ile ilgili olarak tüketicilerin rahatsız olduğu sorun alanları Çizelge 6'da gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde; tüketicilerin %57.4'ünün ekmeklerin açıkta satışa sunulduğu ve satın alırken ekmeğe çoğu müşterinin elinin temas ettiği şekilde rahatsızlıklarını ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca üstü açık olarak satışa sunulan ekmeklerin tozla temasından rahatsız olan tüketicilerin oranı ise %34.0'dür. Diğer bir rahatsızlık ise, ekmeklerin fırınlardan satış noktalarına nakliyesinde kullanılan kasaların açık şekilde bulunmasıdır. Ancak Ekmeği ve Ekmeği Çeşitleri Tebliği kapsamında bu husus açıkça ifade edilmektedir; "ambalajsız olarak piyasaya arz edilen ürünler; satış yerlerinde alıcının el temasını engelleyecek şekilde ekmeği

dolabında veya tezgâhında muhafaza edilerek gıda işletmecisinin kontrolünde satılır veya gıda işletmecisi, tüketicinin bu ürünleri eldiven ile almasını sağlar". Tüketiciler bu konuda yeterli denetim ve yaptırımların uygulanması hususundaki beklentilerini de dile getirmişlerdir

Çizelge 6. Ekmeği satın alınan yerlerde ekmeğin satışında / sunumunda tüketicileri rahatsız eden konular

Table 6. Issues that annoy consumers in the sale / presentation of bread in places where bread is bought

Ekmeği Satışında Tüketicileri Rahatsız Eden Konular	Oran (%)
Ekmeğin açıkta satılması, herkesin dokunması	57.4
Üstü açık olduğu için tozla temas etmesi	33.7
Ekmeğin kasaların üzeri açık şekilde nakliye edilmesi	6.9
Fırıncıların hijyene dikkat etmemesi	2.0
Toplam	100.0

Tüketicilerin ekmeği satın alırken dikkat ettikleri en önemli kriterler Çizelge 7'de tercih sırasına göre verilmiştir. Tüketicilerin %80'i ekmeği en önemli kriterin hijyen olduğunu belirtirken, ekmeğin görünüşü ve kabarık olmasını da ikinci kriter olarak belirtmişlerdir. Diğer önemli kriter ise ekmeğin sıcak olmasıdır. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir; Isparta ilinde tüketicilerin ekmeği satın alma kriterlerinde %83.3 oranında hijyenin ilk sırada (Ertürk ve ark. 2015), Türkiye genelinde yapılan bir araştırmada ise tüketicilerin ekmeği satın alma kriterlerinde %54.6 oranında ekmeğin sıcak

Çizelge 7. Tüketicilerin ekmeği satın alırken karar vermelerini etkileyen en önemli kriterler

Table 7. The most important criteria affecting consumers' decision to buy bread

Kriterler	1. Tercih	2. Tercih
Hijyenik olması	79.2	10.4
Sıcak olması	4.2	27.6
Görünüşü, kabarık olması	5.5	17.9
Katkı ve içeriği	2.6	12.3
Fiyatı	3.1	6.3
Pişirilen fırın tipi	1.6	8.2
Ekmeğin kızarması	2.1	9.7
Ambalajlı satışın olması	1.3	6.3
Kokusu	0.3	-
Markası	0.3	0.7
Lezzeti	-	0.4
Toplam	100.0	100.0

ve taze olmasının ilk sırada, %47.9 oranında ekmeğin iyi pişmiş olmasının ikinci sırada (Anonim 2013) yer aldığı tespit edilmiştir.

Tüketicilerin %49.0'u ekmek fiyatlarını pahalı bulurken, %49.2'si normal, %1.3'ü ucuz ve %0.5'i çok pahalı bulmaktadır. Ekmek fiyatlarını pahalı bulan tüketiciler, tam buğday ekmeği, kepek ekmeği gibi ekmek çeşitlerini normal ekmeğe göre daha pahalı olması nedeniyle tüketemediklerini ifade etmişlerdir. Ekmek fiyatlarını ucuz bulan tüketiciler, ekmek israfı çok fazla olduğundan, ucuz bulduklarını ifade etmişlerdir. Ekmek fiyatları ile ekmek satın alma gücü arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucuna göre; ekmek fiyatlarının satın alma gücü açısından farklı gelir düzeyindeki tüketicilere göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Gelir düzeyi yüksek olan tüketiciler ekmek fiyatlarını düşük bulurken, gelir düzeyi düşük olan tüketiciler ekmek fiyatlarını yüksek bulmuşlardır ($p<0.05$). Aynı zamanda ekmek fiyatları satın alma gücü açısından farklı ilçelerdeki tüketicilere göre de farklılık göstermiştir ($p<0.05$).

Tüketicilerin %31.8'inin en az bir tane ekmek markası bilmelerine rağmen, %68.2'si hiçbir ekmek markasını bilmemektedir. %82.8 oranında en fazla tanınan ekmek markası Uno olarak belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla Halk Ekmek, Yepaş, Ekmecik ve Untad gelmektedir. Yapılan korelasyon analizinde eğitimi yüksek olan tüketicilerin en az bir ekmek markası bilme durumlarının, eğitimi düşük olan tüketicilere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Tüketicilerin buğday çeşitleri hakkında bilgilerinin ve farkındalıklarını belirlemek amacıyla buğday çeşitlerini bilip bilmedikleri sorusu yöneltilmiştir. Tüketicilerin %23.2'si en az bir buğday çeşidinin ismini aktarabilmişlerdir. Tüketicilerin ifade ettikleri buğday çeşitlerinin bazıları yerel çeşitler, bazıları tescilli buğday

çeşitleri olup, bazıları da yöresel isim veya kendilerinin adlandırdıkları isimlerdir (Çizelge 8).

Tüketicilerin ifade ettikleri buğday isimleri içinde ön plana çıkan %21.3 oranı ile esmer buğday diye nitelendirdikleri isim olmuştur (Çizelge 9). Esmer buğday tescilli bir çeşit adı olmayıp, genel anlamda kırmızı taneli ekmeçlik buğday şeklinde anlatılmak istendiği düşünülmektedir. Tüketicilerin %50.0'den fazlası tescilli çeşit isimlerini bilmemektedir. Hatta ekmeçlik buğday ve makarnalık buğday tür isimlerini çeşit ismi olarak algılamaktadır. %28.0'i ise tescilli bir çeşit ismini bilmektedir, ancak ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşit isimleri karışık olarak söylenmektedir. Un sanayinin en çok tercih ettiği çeşitlerden biri olan Tosunbey çeşidinin ismini bilen tüketicilerin oranı %2.2'dir.

Çizelge 9. Tüketiciler tarafından bilinen buğday çeşitlerinin oranı

Table 9. Percentage of wheat varieties known by consumers

Buğday Çeşitleri	Frekans	Oran (%)
Esmer buğday	19	21.3
Kunduru	12	13.5
Kara buğday	8	9.0
Bezostaja 1	6	6.7
Sert buğday	6	6.7
Kırmızı buğday	5	5.6
Sarı buğday	4	4.5
Beyaz buğday	3	3.4
Durum buğdayı	3	3.4
Gün 91	3	3.4
Tosunbey	2	2.2
Cumhuriyet	2	2.2
Siyah buğday	2	2.2
Ekmeçlik buğday	2	2.2
Diğer	12	13.7
Toplam	89	100.0

Çizelge 8. Tüketiciler tarafından bilinen buğday çeşitleri

Tescilli Olmayan Buğday İsimleri	Tescilli Çeşitler
Beyaz buğday, Rus buğdayı, Sivas buğdayı, Çorum buğdayı, Sert buğday, Sarı Bursa, Sarı buğday, Hatay buğdayı, Kılıksız, Üveyik, Çalibasan, Ağ buğday, Meksika buğdayı, Kaplıca, Esmer buğday, Kara buğday, Kırmızı buğday, Kızıl buğday, Kılıklı, Siyah buğday, Kısabacak, Zerun, Kaplıca, Şahman, Makarnalık buğday, Durum buğdayı, Ekmeçlik buğday,	Tosunbey, Kate A 1, Pehlivan, Flamura-85, Gün 91, Gerek 79, Bezostaja 1, Ceyhan 99, Cumhuriyet 75 Kızıltan 91, Mirzabey 2000, Kunduru 1149

Mevzuata Uyum

Araştırmada, 04.01.2012 tarihli ve 28163 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği"nde (Tebliğ No: 2012/2) yapılan değişiklikler hakkında tüketicilerin, ekmek fırını sahiplerinin ve un sanayicilerinin görüşleri ve uygulamalar hakkındaki düşünceleri belirlenmiştir.

Tebliğin Ek-2 bölümünde belirlenen "Ambalajsız Olarak Piyasaya Arz Edilen Ürünlerin Üretim, Depolama, Dağıtım ve Satış Aşamalarının Taşınması Gereken Kurallar" bölümünde yer alan hükümlerden "**Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünleri tüketiciye arz eden yerler; tam buğday ekmeği ve/veya tam buğday unlu ekmek ve/veya kepekli ekmek de bulundurmamak zorundadır.**" ibaresinin uygulanış biçimi hakkında tüketicilerin düşünceleri Çizelge 10'daki gibidir.

Katkı maddeleri ile ilgili olarak Ekmek Tebliği'nde yer alan tanımlamalar şu şekildedir:

- Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde izin verilen katkılardan hiç biri katılmaz ise ürün adı ile birlikte "katkısız" ifadesi kullanılabilir.

- Ayrıca Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerde kullanılan katkı maddeleri, 29.12.2011 tarihli ve 28157 No'lu Resmi Gazete'nin 3. mükerrer sayısında yayımlanan Türk Gıda

Çizelge 10. Tüketicilerin ekmek satış noktalarında 'tam buğday ekmeği, tam buğday unlu ekmek ve/veya kepekli ekmek' bulundurulma zorunluluğu konusunda düşünceleri

Table 10. Consumers' thoughts on the necessity of having 'full wheat bread, whole wheat flour and / or whole wheat bread' on bread sales points

Tüketicilerin Düşünceleri	Oran (%)
Biliniyor, iyi bir uygulama ve alternatif için iyi olduğu, istenilen yerde bulunduğu düşünülmesi	54.4
Uygulamadan haberleri var, ama her yerde bulunmadığının düşünülmesi	18.5
Uygulamadan haberleri yok, ama iyi bir uygulama olduğunun düşünülmesi	19.0
Fikri yok	3.1
Her yerde bulundurulduğunu bilmelerine rağmen kendilerinin evde yapmaları	3.0
Tam buğday ve kepekli ekmeğin gerçek olmadığı düşünülmesi	1.3
Zorunlu olmasının iyi bir uygulama olmadığı düşünülmesi	0.3
Toplam	100.0

Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde yer alan hükümlere uygun olur.

Tüketicilere, Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğinde belirtilen katkı maddelerinden bazılarının kullanımının yasaklanması ile ilgili görüşleri sorulduğunda; %26.1'i uygulamayı duyduklarını, ancak katkı maddesi kullanımının uygulamada halen devam ettiğini düşündüklerini belirtmişlerdir. Tüketicilerin % 24.8'inin ise Tebliğ hakkında bilgi sahibi oldukları, iyi bir uygulama ve olumlu bir gelişme olarak gördükleri belirlenmiştir. Tüketiciler tarafından, Tebliğde ekmek üretiminde kullanımına izin verilen enzimlerin, katkı maddesi olarak algılandığı düşünülmektedir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Tüketicilerin ekmek üretiminde katkı maddelerinin kaldırılması hakkındaki düşünceleri
Table 11. Consumers' thoughts on the removal of additives in bread production

Tüketicilerin Düşünceleri	Frekans	Oran (%)
Uygulamadan haberleri var, ama kaldırıldığına inanmamaları	100	26.1
Uygulamadan haberleri var ve iyi bir uygulama olduğunun düşünülmesi	95	24.8
Anlaşılmadığının düşünülmesi	58	15.1
Uygulamadan haberlerinin olmaması, ama iyi bir uygulama olduğunun düşünülmesi	50	13.0
Fikri yok	46	12.1
Tüm katkı maddelerinin kaldırılması gerektiğinin düşünülmesi	34	8.9
Toplam	384	100.0

Aynı Tebliğde yapılan değişiklikle ekmek ve ekmek çeşitlerindeki tuz miktarının %1.75'ten %1.5'e azaltılması uygulamasının, tüketicilerin %46.6'sı tarafından hissedildiği ve olumlu görüldüğü belirlenmiştir. Diğer yandan, tüketicilerin %30.5'i ise ekmekteki tuz miktarının azalmasını hissetmediklerini belirtmiştir (Çizelge 12).

Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği yürürlüğe girmeden önce ekmeklik buğday unundaki kül miktarı 0.55, düzenlemeden sonra 0.65 iken, son değişiklikle en az 0.70 en çok 0.80 olmuştur. Tam buğday unundaki kül miktarı ise 1.20 olarak belirlenmiştir. Buğdaydan üretilen unun randımanında ise önceki düzenlemeyle

Çizelge 12. Tüketicilerin ekmekte tuz miktarının azaltılması konusunda düşünceleri
Table 12. Consumers' thoughts on reducing the amount of salt in bread

Tüketicilerin Düşünceleri	Frekans	Oran (%)
Azaldığının hissedilmesi, olumlu bir karar olduğunun düşünülmesi	179	46.6
Hissedilmediğinin düşünülmesi	117	30.5
Doğru bir karar olduğunun düşünülmesi	38	9.9
Uygulamadan haberlerinin olmaması ama iyi bir uygulama olduğunun düşünülmesi	23	6.0
Fark edilmediğinin düşünülmesi	16	4.2
Fikri yok	9	2.3
Tuzlu ve tuzsuz olmalı. isteyen istediğini almasının düşünülmesi	2	0.5
Toplam	384	100.0

Çizelge 13. Tüketicilerin unda; kül, lif ve vitamin miktarlarının artırılması konusundaki düşünceleri
Table 13. Consumers' thoughts on increasing amounts of ash, fiber and vitamins in flour

Tüketicilerin düşünceleri	Frekans	Oran (%)
Hissedilmediğinin, anlaşıl- madığının düşünülmesi	161	41.9
Uygulamadan haberleri var, olumlu bir karar olduğunun düşünülmesi	101	26.3
Fikri yok, bilgisi yok	42	10.9
Hissedildiği, renginin koyulaştığı, lezzetinin arttığının düşünülmesi	40	10.4
Uygulamadan haberlerinin olmaması ama iyi bir karar olduğunun düşünülmesi	16	4.2
Doğal buğday ve un olması gerektiğinin düşünülmesi	12	3.1
Anlaşılamayacağını düşünülmesi	9	2.3
Uygulamanın hayata geçirildiğine inanmamaları	3	0.8
Toplam	384	100.0

100 kilogram buğdaydan 65 kilogram ekmeklik un elde edilirken, yeni düzenleme ile daha fazla (70-80 kg) un elde edilmektedir. Böylelikle ekmeklik buğday ununun kül miktarına bağlı olarak un üretiminde kullanılan buğdayda önemli oranda tasarruf sağlanmış olacaktır.

İnsan beslenmesinde çok olumlu etkileri olacak bir uygulama olup, kül miktarı yüksek olan buğday unlarının lif ve vitamin miktarları da yüksek olmaktadır. Bu uygulamanın tüketicilerin %41.9'u tarafından ekmekte hissedilmediği belirlenmiştir. Tüketicilerin %26.3'ü ise uygulamadan haberdar olduğunu ve olumlu bir gelişme olarak gördüğünü belirtirken, %10.9'u uygulamayı hiç duymadığını, bilgisinin olmadığını ve %10.4'ü ise ekmeğin lezzetinden ve renginin koyulaşmasından bu değişikliği fark ettiklerini ifade etmişlerdir (Çizelge 13).

Tüketicilerin çoğu, ekmekle ilgili gelişmeleri basılı ve görsel yayından takip ettiklerini, özellikle esmer ekmeğe ile ilgili tüketim kararını vermede, televizyondaki sağlık programlarından etkilendiklerini belirtmişlerdir.

Sonuç

Araştırma sonucunda; Ankara ilinde kişi başına ekmeğin tüketiminin 1.4 adet/gün (350 g) olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin büyük bir bölümü aldıkları ekmeği aynı gün içinde tüketmemektedirler. Bu durum, tüketicilerin evlerine günlük ihtiyaçlarından daha fazla ekmeğin aldıklarını ve israfa neden olduğunu göstermektedir. İhtiyaç duyulan miktarda ekmeğin satın alınması ve satın alınan bu ekmeklerin doğru bir şekilde muhafaza edilmesi konularında tüketiciler için farkındalık çalışmalarının artırılarak devam ettirilmesi gerekmektedir.

Gıda israfı, giderek artan doğal kaynakların sürdürülebilirliği riskini de etkilemektedir. Gıda israfı sadece tüketicinin cebindeki kayıp değil, aynı zamanda bu gıdaların sofraya gelinceye kadar olan tüm katma değer süreçlerindeki ekonomik ve çevresel kayıplardır (Dölekoğlu 2014). Ankara'da oluşan ekmeğin israfının ve israf kaynaklı ekonomik kayıpların önüne geçebilmek için, kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları, özel sektör, meslek örgütleri ve medya kuruluşları ile işbirliği yapılarak toplumun her kesimine ulaşan, farklı ölçeklerde bilgilendirme ve bilinçlendirme projeleri ve çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Ayrıca tüketicilerin, fırınların, belediyelerin, sivil toplum kuruluşlarının, üniversitelerin ve kamu kuruluşlarının birlikte hareket edeceği üretim ve tüketim planlamasının uygulanması gerekmektedir. Farkındalık ve eğitim çalışmalarının etkisini arttırmak amacıyla; yaş grupları ve mesleki alanlar için farklı çalışmaların yürütülmesinin ve küçük

yaş gruplarından başlamanın etkili olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, okullarda israf konusuna dikkat çekilmeli ve ev hanımlarına yönelik çalışmalara ağırlık verilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışmada, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM / TEAD /14/ A15/ P02/ 001 numaralı "Ankara İlinde Buğday Çeşitlerinin Un Sanayisinde Kullanım Durumu, Ekmek Fırınlarnın Un Tercihleri Ve Ekmekte Tüketici İstekleri" isimli projeden elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

Kaynaklar

- Açan B., 2007. Kolayda mallarda müşteri profili ve tüketim tercihleri: İstanbul Halk Ekmek müşterilerine yönelik bir araştırma. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 21, no. 2 (2007): 261-280
- Amid J., 2007. The dilemma of cheap food and self-sufficiency: The case of wheat in Iran. Food Policy, 32: 537-552
- Anonim, 2001. Hayvancılık Özel İhtisas Komisyon Raporu. DPT, Ankara
- Anonim, 2012. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=9.5.15746&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=ekmek> (Erişim Tarihi: 15.03.2017)
- Anonim, 2013. Toprak Mahsulleri Ofisi. Türkiye'de ekmek israfı araştırması (Ekmek tüketimiyle ilgili tutum ve davranışlar ile ekmek israfı ve israf üzerinde etkili olan faktörler araştırması). TMO, 2. Baskı, Şubat, Ankara.
- Anonymous, 2012. DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). Food Statistics Pocketbook, UK
- Arıkan R., 1995. Araştırma Teknikleri ve Rapor Yazma. Ankara: Tutubay yayınları
- Armero E. and Collart C., 1998. Crumb firming kinetics of wheat breads with anti-staling additives. Journal of Cereal Science, 28: 165-174
- Aydın F. ve Yıldız Ş., 2011. Sivas ilinde ekmek tüketim alışkanlıkları ve tüketici dinamiklerinin belirlenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 42(2): 165-180
- Bal Z. E., Sayılı M. ve Gözener M., 2013. Tokat ili merkez ilçede ailelerin ekmek tüketimleri üzerine bir araştırma. JAFAG 30(1): 61-69
- Bektaş F., Davran M.K., 2009. Gıda tüketim davranışlarında değişme ve kırsal kesim. VI. Ulusal Sosyoloji Kongresi, 1-3 Ekim 2009 Aydın, s.764-786
- Brancoli P., Roust K. and Bolton K., 2017. Life cycle assessment of supermarket food waste. resources, conservation and recycling, 118:39-46
- Cop R. ve Doğan H., 2009. Ekmek üretiminde yeni ürün geliştirme ve tüketici tutumlarıyla ilgili bir uygulama. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(18): 12-26
- Capone R., Bilali H.E., Debs P., Bottalico F., Cardone G., Berjan S., Elmenofi G.A.G., Abouabdillah A., Charbel L., Arous S.A., Sassi K., 2016. Bread waste in Mediterranean Arab countries. 5th International Symposium On Agricultural Sciences, February 29 – March 3, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina Abstract Book s.220
- Demir M. K. ve Kartal H., 2012. Konya ilinde farklı ekmek çeşitlerini tüketen bireyler üzerinde yapılan bir anket çalışması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(3): 59-64
- Dölekoğlu C. Ö., Giray H F. ve Şahin A., 2014. Mutfaktan Çöpe Ekmek: Tüketim ve Değerlendirme, Akademik Bakış Dergisi, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız-Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü,, ISSN:1694-528X Celalabat-Kırgızistan Sayı:44
- Elgün A. ve Ertugay Z., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 297, Ders Kitapları Serisi No: 52, Erzurum, 481s.
- Ertürk A., Arslantaş N., Sarıca D., Demircan V., 2015, Isparta İli kentsel alanda ailelerin ekmek tüketimi ve israfı, Akademik Gıda 13(4): 291-298
- Gül A., Işık H., Bal T. ve Özer S., 2003. Bread consumption and waste of households in urban area of Adana province. EJPAU 6(2): 10-16
- Karaoğlu M. ve Kotancılar G., 2005. Ekmek içi yumuşaklık üzerine kısmi pişirme yöntemi ve depolama şartlarının etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 30(2): 117-122
- Koç B., 2011. Ekmek tüketiminde tüketici tercihleri: Van ili örneği. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayını, TEPGE Yayın No: 196, Ankara.
- Köten M. ve Ünsal S., 2006. Şanlıurfa yöresine özgü tırnaklı ve açık ekmeklerin bazı kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(3/4): 57-62

- Mena C., Diaz B.A., Yurt Ö., 2011. The causes of food waste in the supplier-retailer interface: Evidences from the UK and Spain. Resources, Conservation and Recycling, 55(6):648-658
- Şahin A. ve Özer B.Ş., 2006. Beslenme kültüründeki farklılıkların bayan tüketicilerin gıda satın alma davranışları üzerindeki etkileri. D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi, Mersin, 21 (1): 127-145
- Tanık O., 2006. Ekmek üretiminde kalite uygulamaları ve müşteri memnuniyet dinamiklerinin belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi)Tekirdağ
- Taşcı R., Karabak S., Demirtaş R., Şanal T., Pehlivan A., Acar O., Sönmez E., Güneş E., Albayrak M., 2016. Ankara İlinde Buğday Çeşitlerinin Un Sanayisinde Kullanım Durumu, Ekmek Fırınlarnın Un Tercihi Ve Ekmekte Tüketici İstekleri Projesi Sonuç Raporu. TAGEM / TEAD /14/ A15/ P02/ 001. Ankara
- Özberk F., Karagöz A., Özberk İ. ve Atlı A., 2016. Buğday genetik kaynaklarından yerel ve kültür çeşitlerine; Türkiye'de buğday ve ekmek. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(2):218-233. <http://dergipark.gov.tr/tarbitderg/issue/26719/281346>
- Yılmaz E. ve Özkan S., 2007. Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının incelenmesi. Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi, 2 (6): 87-104

Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) Doğal Yağış Koşullarındaki Verim ve Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi

*Hüsnü AKTAŞ¹ Mehmet KARAMAN² Erol ORAL¹ Enver KENDAL¹ Sertaç TEKDAL²

¹Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Mardin

²GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır
Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail):h_aktas47@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 28.03.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 29.04.2017

Öz

Çalışma 2011-12 ve 2012-13 yetiştirme sezonlarında, Hazro/Diyarbakır ekolojik koşullarında yazlık gelişme tabiatlı ileri kademedeki 20 ekmeklik buğday genotipi ile tescilli 5 çeşidin yağışa dayalı şartlarda verim ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür. İki yıllık birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre incelenen tüm özellikler için genotipler arasındaki fark istatistiki olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Birinci yılda G21 (392 kg/da), ikinci yılda ise Dinç çeşidi (610 kg/da) en yüksek tane verimine sahip genotipler olurken, G4, G8 ve G5 (Dinç) her iki yılda da yüksek ve aynı zamanda benzer tane verimi performansına sahip genotipler olmuş, G19 ve G21 genotipleri ise ortalamadan yüksek tane verimine sahip olmalarına rağmen her iki yılda farklı performansa sahip olarak kaydedilmiştir. Birinci yılda, G9 bin tane ağırlığı ve hektolitre için, G21 genotipi tane verimi için (TV), G3 sedimantasyon için, G4 protein için, ikinci yılda ise G14 genotipi başakta tane ağırlığı, başakta tane sayısı, G12 sedimantasyon için, G15 ve G2 bin tane ağırlığı bakımından en yüksek performansa sahip genotipler olmuştur. Basit korelasyon analizi sonuçlarına göre, metre karede başak sayısı ile tane verimi; protein oranı ile sedimantasyon arasında pozitif; tane verimi ile protein oranı arasında da negatif ve istatistiki olarak önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda G21 genotipi hem tane verimi hem de kalite özellikleri için üstün özelliklere sahip olduğu için çeşit tescili için ümitvar bir genotip olarak saptanırken, buğday ıslah programlarında yüksek tane verimine sahip çeşitlerin tespitinde birim alandaki başak sayısının seleksiyon kriteri olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Buğday, verim bileşenleri, kalite

Evaluation of Some Bread Wheat Genotypes of Yield and Quality Parameters Under Rainfall Condition

Abstract

This study was performed to investigate yield and quality traits of advanced spring bread wheat genotypes and five cultivars (*Triticum aestivum* L.) in rainfall condition of the Hazro/Diyarbakır during 2011-12 and 2012-13 growing seasons. According to combined variance analysis statistically significant differences ($P<0.05$ or $P<0.01$) were determined for all examined traits of genotypes in two years. According to results of analysis G21 in first year and G5 in second year had a highest grain yield. G4, G8 and G5 (Dinç) were determined as higher yielding genotypes, also they showed similar performance for both two years, while G19 and G21 had a high yield but different performance, so they could be suitable for specific areas. Results indicated that G9 was the best for 1000 kernel weight and test weight and G21, G3, G4 were the best genotypes for grain yield, sedimentation, protein content respectively in the first year; G14, G12 and G15 were classified as best for grain weight in spike, sedimentation and 1000 kernel weight respectively in second year. Positive and high correlation were determined between number of spike in square meter and grain yield; also between protein content and sedimentation; negative correlation between grain yield and protein content. According to results of present study, G21 was determined as candidate for registration as cultivar because of its high grain and appreciate quality traits, also number of spike in square meter could be used as parameter to select high yielding genotypes in breeding programs.

Key Words: Wheat, yield component, quality traits

DOI: 10.21566/tarbitderg.323601

Giriş

Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) tahıllar içerisinde en yüksek ekim alanı, üretim oranına sahip tahıllardan birisi olduğu gibi, insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir (Kün ve ark. 1995). Türkiye'deki toplam buğday ekim alanı 7.2 milyon ha, tane verimi ortalaması ise 270 kg/da olarak bildirilmektedir (TUİK 2015). Buna karşın Güneydoğu Anadolu Bölgesinin buğday ekim alanı 1.3 milyon ha olarak bildirilmektedir (TUİK 2015). Buğday üretimi çeşit, çevresel faktörler ve agronomik uygulamalar tarafından etkilenmektedir. Bir ülke içerisinde, bölgelerdeki agroekolojik ve iklimik koşullar, yıllara göre düşen yağış miktarı gibi çevresel faktörler, gübre kullanımı, toprak verimliliği, kullanılan çeşitlerin adaptasyon yetenekleri buğday bitkisindeki verimliliği etkileyen faktörlere örnek olarak verilebilir (Mut ve ark. 2015). Özellikle yağışa dayalı yapılan buğday üretimi miktarı yıl içerisindeki toplam yağış miktarı aynı zamanda yağışın mevsimler içerisindeki dağılışının değişkenlik göstermesi nedeniyle yıldan yıla farklılıklar arz etmektedir.

Türkiye'deki ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki buğday üretiminin çoğunun yağışa dayalı şartlarda yapılması bu anlamda verimliliği ve toplam buğday üretimin miktarını kısıtlamaktadır (Kılıç ve ark. 2010). Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki buğday üreticileri artezyen kuyularından elde ettikleri yer altı suyu ile sulama yoluna gitmekte ve yıl içerisindeki yetersiz ve düzensiz yağışın oluşturduğu etkileri ortadan kaldırmaya çalışmaktadırlar. Oysaki yeraltı sularının uzun vadede tarımda kullanılması sürdürülebilir olmadığı gibi, çok sayıda olumsuz çevresel sorunların oluşumuna da neden olmaktadır. Bu nedenle yağışa dayalı şartlarda kabul edilebilir verime oranına sahip, yağışa dayalı şartlara uygun buğday genotiplerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi hayati bir öneme sahiptir. Yağışa dayalı şartlardaki buğday üretiminde tane veriminin yanında, buğday tanesinin kalite özellikleri de etkilenmektedir. Örneğin, yağışa dayalı şartlardaki üretimde bin tane ağırlığı düşük olmakta, bu da buğday tanesinden elde edilen un miktarının düşüşüne sebep olmakta ve un sanayisi de bu durumdan etkilenmektedir (Aktaş 2014).

Buğday ıslah programlarında yağışa dayalı şartlara uygun veya limitli su koşullarına tolerant, hastalık ve zararlılara dayanıklı, kalite parametrelerince istenilen özelliklere sahip buğday çeşitlerinin geliştirilmesi

amaçlanmaktadır. Bu amaçla, melezleme ile elde edilmiş saf buğday hatları veya uluslararası kuruluşlardan sağlanan buğday genotipleri ilk önce mikro denemelerde (tek lokasyon ve tek tekerrürlü), daha sonra makro denemelerde (çok lokasyon, çok tekerrürlü denemeler) yağışa dayalı ve sulu koşullarda değerlendirilmektedir. Farklı lokasyon veya yıllarda değerlendirilen genotipler, verim, verim bileşenleri, kalite parametreleri ile alakalı veriler ANOVA, basit korelasyon gibi istatistikî metotlar ve stabilite analizine tabi tutulup çeşit tescili için ümitvar olan buğday genotipleri belirlenmektedir. (Kendal 2016).

Bu çalışma Diyarbakır koşullarında 2011-12 ve 2012-13 buğday yetiştirme sezonlarında doğal yağış koşullarına uygun genotiplerin belirlenmesi amacıyla Güneydoğu Anadolu Ekmeklik Buğday Islah Projesi kapsamında bölge verim denemesi aşamasına gelmiş genotipler kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan genotiplere ait tane verimi, verim komponentlerinin değerlendirilerek tescile aday genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, materyal olarak CIMMYT (Uluslararası Buğday ve Mısır Geliştirme Merkezi, Meksika) orjinli 20 ileri kademedeki ekmeklik buğday hattı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yoğun ekim alanına sahip 5 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Denemeler, Tesadüf Blokları Deseninde ve 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Denemeler Diyarbakır'ın Hazro ilçesinde yağışa dayalı şartlarda 2011-12 ve 2012-13 yetiştirme sezonlarında yürütülmüştür. Denemede parseller 6 sıra ve her sıranın arası 20 cm, parsel uzunlukları 5 metre, toplam ekim alanı 6 m² olarak ayarlanmış, ekim metrekaireye 450 tohum düşecek şekilde deneme mibzeri ile yapılmıştır. Denemelerde ekimle beraber 6 kg/da saf azot (N) ve 6 kg/da saf fosfor (P₂O₅) ve kardeşlenme döneminde 6 kg/da saf azot (N) olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü deneme alanına ait topraklarının pH= 7.8, organik madde oranı= %1.12 ve kireç oranı (CaCO₃)= %10.5 kg/da olarak tespit edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü birinci yıl yetiştirme sezonunda alınan toplam yağış miktarı 305 mm ve ikinci yılda ise 430 mm olarak gerçekleşmiştir. Ortalama sıcaklık değerleri ilk ve ikinci yıllarda sırayla 11.9°C ve 10.9°C olarak kaydedilmiştir. (Anonim 2014).

Çalışmadaki tüm tarımsal özellikler için ölçümlerle; metre karede başak sayısı her ölçüm ve gözlemler Pask ve ark. (2012)'nin parselde ortadaki iki sırada 1 metre uzunlukta kullandığı yöntemler kullanılarak yapılmıştır. varolan başakların sayılması ve daha sonra Başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı elde edilen değerlerin formülize edilmesiyle; tane her parselden rastgele seçilen 10 başaktaki verimi, tüm parselin hasat edilmesiyle elde edilen

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan buğday genotipleri
Table 1. The list of wheat genotypes used in this study

Sembol	Pedigri/Seleksiyon Geçmişi	Orijin
G1	Bav92//Irena/Kauz/3/Huities/4/Doll Cmss05b00188s-099y-099m-099y-099ztm-18wgy-0b	CIMMYT
G2	Gk Aron/Ag Seco 7846//2180/4/2*Milan/Kauz//Prinia/3/Bav92 Cmsa05y00954t-040m-040ztp0y-040ztm-040sy-12ztm-01y-0b	CIMMYT
G3	Attila/Bav92//Pastor/3/Attila*2/Pbw65 Cmsa04m00070s-040ztp-040zty-040ztm-040sy-13ztm-04y-0b	CIMMYT
G4	Cunningham/4/Sni/Trap#1/3/Kauz*2/Trap//Kauz Cmsa04m00088s-040ztp-040zty-040ztm-040sy-3ztm-01y-0b	CIMMYT
G5	Dinç	CIMMYT
G6	Whear/Kronstad F2004 Cgss04y00106s-099y-099m-099y-099m-13wgy-0b	CIMMYT
G7	Pfau/Seri.1b//Amad/3/Inqalab91*2/Kukuna/4/Wbll1*2/Kuruku Cgss04b00024t-099y-099ztm-099y-099m-26wgy-0b	CIMMYT
G8	Pauraque Cgss01b00055t-099y-099m-099m-099y-099m-35wgy-0b	CIMMYT
G9	Wbll1*2/Brambling Cgss01b00062t-099y-099m-099m-099y-099m-39wgy-0b	CIMMYT
G10	Pehlivan	TÜRKİYE
G11	Metso/Whear Cmss04m00886s-0y-099ztm-099y-099m-5wgy-0b	CIMMYT
G12	Sokoll//Pr1/2*Pastor Cmsa04y00608s-150ztp0y-010m-010sy-3m-02y-0b	CIMMYT
G13	Sokoll/Excalibur Cmsa04y00612s-25ztp0y-010m-010sy-4m-03y-0b	CIMMYT
G14	Vorobey Cmss96y02555s-040y-020m-050sy-020sy-27m-0y	CIMMYT
G15	Cemre	CIMMYT
G16	Ega Bonnie Rock/4/Milan/Kauz//Prinia/3/Bav92 Cmsa06y00125s-040ztp0y-040ztm-040sy-2ztm-01y-0b	CIMMYT
G17	Ega Bonnie Rock/4/Milan/Kauz//Prinia/3/Bav92 Cmsa06y00125s-040ztp0y-040ztm-040sy-2ztm-02y-0b	CIMMYT
G18	H45/4/Krichauff/Finsi/3/Ures/Pr1//Bav92 Cmsa06m00501s-040ztm-040zty-11ztm-0y-0b	CIMMYT
G19	Pvn//Car422/Ana/5/Bow/Crow//Buc/Pvn/3/Yr/4/Trap#1/6/Worakatta /2*Pastor/7//Pr1/2*Pastor Cmsa06y00821t-040ztm-040ztp0y-040ztm-040p0y-16ztm-0y-0b	CIMMYT
G20	Sagitario	İTALYA
G21	Bwd-4/3/Attila/Bav92//Pastor/4/Attila*2/Pbw65 Cmsa06y00896t-040ztm-040ztp0y-040ztm-040sy-15ztm-0y-0b	CIMMYT
G22	Heilo//Sunco/2*Pastor Cmsa06y00492s-040zty-040ztm-040sy-6ztm-0y-0b	CIMMYT
G23	Altar 84/Ae.Squarrosa (221)//3*Bor195/3/ Ures/Jun//Kauz/4/Wbll1/5/Milan/S87230// Bav92 Cmss06b00201s-0y-099ztm-099y-099m-14wgy-0b	CIMMYT
G24	Rolf07*2/5/Fct/3/Gov/Az//Mus/4/Dove/Buc Cmss06y01061t-099topm-099y-099ztm-099y-0fus-7wgy-0b	CIMMYT
G25	Adana 99	TÜRKİYE

tohumun tartılmasıyla; 1000 tane ağırlığı, hasadı yapılan deneme parsellerinden elde edilen tohumların hassas tartıda tartılmasıyla g/1000 tane olarak; hektolitreye ağırlığı, 1 lt'lik ölçek ile tartılarak bulunan değerlerin 100 ile çarpılmasıyla; bitki boyu, her parselden rastgele seçilen 10 bitkide toprak yüzeyinden ana saptaki başağın ucuna kadarki uzunluğun (kılçıklar hariç) cm cinsinden ölçülmesiyle belirlenmiştir. Protein analizi AACC 39-10 metoduna göre Near Infrared model 6500 cihazı kullanılarak (Anonim 1990) metoduna göre ve Zeleny Sedimentasyon analizi ise ICC-No. 115 (Anonim 1982) metoduna göre yapılmıştır.

Elde edilen verilerin, varyans analizi (ANOVA) ve incelenen özellikler arasındaki korelasyon analizi JUMP istatistik paket programı kullanılarak yapılmış; ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD testi ile ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$) incelenmiştir (Gomez ve Gomez 1984).

Bulgular ve Tartışma

İki yıllık veriler birleşik analize tabi tutulmuş ve ANOVA analizi sonuçlarına göre yıllar arasındaki fark, başakta tane sayısı dışında, incelenen tüm özellikler için 0.01 veya 0.05 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genotip ortalamaları arasındaki farklar ise incelenen tüm özellikler için 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli olarak saptanırken, yıl*çeşit interaksyonları tane verimi (TV), başakta tane sayısı (BŞTS) özellikleri dışında istatistiki olarak (0.01 veya 0.05 düzeyinde) önemli olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Birçok araştırmacı farklı yıl veya çevrelerde yürütülen adaptasyon çalışmalarında genotip, yıl veya çevre ortalamaları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit ettiklerini, oluşan varyasyonun büyük bir kısmının yıllar veya çevrelerden kaynaklandığını bildirmişlerdir (Anıl 2000; Başer ve ark. 2001). Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, kareler ortalaması bakımından tüm özellikler için en yüksek değere yıl faktörünün sahip olduğu, dolayısıyla oluşan varyasyonun daha çok yıllardan kaynaklandığını göstermektedir.

Tane Verimi

İki yıllık birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre buğday genotiplerinin tane verimi ortalaması arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunurken, genotiplerin tane verimi 346 (G24) ile 498 kg/da (G5) arasında değişmiş, ortalama tane verimi ise 408 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4). G3, G5, G6, G7, G8, G9, G14, G17, G18, G21 ve G22'e ait tane verimleri ortalamasının üstünde, diğer genotiplerin

tane verimleri ise ortalamadan düşük olmuştur. Birinci yılda genotiplerin tane verimi 257 kg/da (G4) ile 392 kg/da (G21) arasında değişmiş, ortalama 307 kg/da olarak kaydedilmiştir. G5, G6, G7 ve G8 ortalamasının üstünde tane verimine sahip iken, diğer genotipler ise ortalamasının altında tane verimine sahip genotipler olarak belirlenmiştir. İkinci yılda tane verimi ortalaması 509 kg/da olarak kaydedilirken, en yüksek tane verimi 610 kg/da ile (G5) Diñ çeşidinden elde edilmiştir. G8, G9, G13, G14, G19, G21, G22 ve G23 genotipleri ortalamadan daha yüksek tane verimi değerlerine sahip genotipler olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Yıllar arasındaki tane verimi ortalamaları incelendiğinde ikinci yıldaki tane verimi ortalaması (509 kg/da), birinci yıldaki ortalama verime (307 kg/da) göre daha yüksek olmuştur. Bu sonuç, ikinci yıldaki toplam yağış miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Birçok araştırmacı tarafından, tane veriminin çok genle idare edilen bir karakter olduğu, aynı zamanda yıl, lokasyon, yağış miktarı gibi birçok faktörden etkilendiği bildirilmiştir (Kaydan ve Yağmur 2008; Mut ve ark. 2005).

Başakta Tane Ağırlığı

Birinci yetiştirme sezonunda genotiplerin ortalama başakta tane ağırlığı 2.14 g olarak kaydedilmiş, en düşük değer 1.70 gr (G1, G2), en yüksek ise 2.50 gr (G11) olarak tespit edilmiştir. G5, G7, G8, G9, G1, G12, G16, G17, G18, G19, G20, G21 ve G23 ortalamadan daha yüksek değere sahipken, diğer genotipler ortalamasının altında değerlere sahip genotipler olmuştur. Ayçiçek ve Yıldırım (2006) Erzurum koşullarında yürüttükleri çalışmada, buğday genotiplerinin başakta tane ağırlığının 1.52 ile 2.34 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. İkinci yıl verileri incelendiğinde başakta tane ağırlığı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, söz konusu yetiştirme sezonunda düşen yağış miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. İkinci yıldaki başakta tane ağırlığı 1.95 ile 3.09 g arasında değişmiş, ortalama ise 2.48 g olarak kaydedilmiştir. İki yılın birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre başakta tane ağırlığı bakımından en yüksek değerler sırasıyla G24 (2.65 g), G16 (2.53 g), G12 (2.52 g) ve G5 (2.51 g) genotiplerinden elde edilmiş, ortalama ise 2.31 g olarak kaydedilmiştir.

Başakta Tane Sayısı

Varyans analiz sonuçlarına göre, her iki yetiştirme sezonunda da genotiplerin başakta tane sayısı değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Birinci yılda

genotiplerin ortalama başakta tane sayısı 42.21 tane/başak, ikinci yılda ise 52.34 tane/başak olarak kaydedilmiştir. Birinci yılda en düşük başakta tane sayısı değerleri G9 (32.38 tane/başak), G10 (32.50 tane/başak) ve G15 (33.50 tane/başak) genotiplerinden, en yüksek değerler ise G5 (48 tane / başak), G4 (47.88 tane/başak), G14 (47.75 tane/başak) ve G17 (46.75 tane / başak) genotiplerinden elde edilmiştir. İkinci yılda en yüksek başakta tane sayısı değerleri G4 (59.50 tane/başak), G8 (58.38 tane/başak) ve G14 (59.50 tane/başak) genotiplerinden elde edilmiştir.

Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunurken, genotiplerin ortalama başakta tane sayısı değeri 47.27 tane/başak olarak gerçekleşmiş, en yüksek değer G4 (53.69 tane/başak) ve G14 (53.63 tane/başak) genotiplerinden elde edilmiştir. Başakta tane sayısı, tane veriminin artırılmasında çok önemli bir faktör olduğu, yoğun ıslah çalışmaları ile başakta tane sayısı artırıldığı, ama tane iriliği veya bin tane ağırlığında ise azalma olduğu bildirilmektedir (Lopes ve ark. 2015). Ayrıca, başak uzunluğu ve genişliği ve başakçık sıklığı, buğday genotiplerinin başaktaki tane sayısının potansiyelini etkilediği belirtilmektedir (Ubaidullah ve ark. 2006).

Bin Tane Ağırlığı (g)

Bin tane ağırlığı, genotipik bir özellik olması yanında çevresel faktörlerden etkilenen bir karakterdir (Rahman ve ark. 2009). Birinci yetiştirme sezonunda ortalama bin tane ağırlığı değeri 28.87 g olarak kaydedilirken, en düşük bin tane ağırlığı değeri G4 (24.81 g), en yüksek değer ise G21 (33.75 g) genotiplerinden elde edilmiştir. G9, G10, G18, G23 ve G25 yüksek bin tane ağırlığına sahip genotipler olarak tespit edilmiştir. Normal koşullarda bin tane ağırlığı yüksek ve düşük olan bir buğday çeşidi, uygun koşullarda yetiştirildiğinde, genotipik olarak yüksek bin tane ağırlığına sahip çeşit daha yüksek bir değere sahip olur, fakat sıcaklık, kuraklık, hastalık gibi stres koşullarında tersi sonuçlar elde edilebilir (Çölkesen ve ark. 2002). Aktaş (2014) Pehlivan çeşidinin (G10) yüksek bin tane ağırlığına sahip olduğunu, fakat sıcaklık stresinin yaşadığı, vejetasyon süresinin daha kısa olduğu alanlarda bu çeşidin bin tane ağırlığında düşüş olduğunu bildirmiştir. Yağış miktarının yüksek olduğu ikinci yetiştirme sezonunda en düşük bin ağırlığı 35.25 g ile G1 genotipinde, en yüksek değer ise 39.63 g ile G15 genotipinden elde edilmiş, genotiplerin

ortalama bin tane ağırlığı ise 36.20 g olarak kaydedilmiştir. İkinci yıldaki bin tane ağırlığı değerlerinin daha yüksek olması bu sezonda düşen yağış miktarının daha yüksek olması ile ilişkilendirilebilir.

Hektolitre Ağırlığı (kg/hl)

Birinci yetiştirme sezonunda genotiplerin ortalama hektolitre ağırlığı 78.09 kg/hl, ikinci senede ise 82.65 kg/hl, her iki yılın ortalaması ise 80.37 kg/hl olarak kaydedilmiştir. Birinci yetiştirme sezonunda en yüksek değerler G10 (81.84 kg/hl), G25 (81.64 kg/hl), G9 (80.83 kg/hl) ve G23 (80.62 kg/hl) genotiplerinden, ikinci senede ise G8 (84.70 kg/hl), G10 (84.25 kg/hl), G21 (84.38 kg/hl) ve G25 (84.18 kg/hl) en yüksek değerlere sahip genotipler olmuştur. Hektolitre ağırlığı, tanedeki karın boşluğu, tanenin buruşukluğu gibi tane yapısının genel özelliklerinden etkilenmekle beraber limitli su koşullarında hektolitre ağırlığında düşüşler olmaktadır (Aguirre ve ark. 2002).

Protein Oranı (%)

Birinci yetiştirme sezonunda genotiplerin ortalama protein oranı % 15.43 iken, ikinci senede ise %13.46 olarak gerçekleşmiştir. Birinci yılda yağış miktarının düşük olması, tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığının düşük olmasına neden olurken, protein oranının da artmasında etkili olmuştur. Tanedeki protein oranı ile tane verimi arasında ters bir orantı olduğu, aynı zamanda yüksek tane verimi potansiyeline sahip genotiplerin protein oranı başta olmak üzere birçok kalite parametresi bakımından düşük performansa sahip oldukları bildirilmektedir. (Kaya ve Akçura 2014). Birinci yılda en yüksek protein oranı G15 (% 16.80), G5 (% 16.53) ve G20 (% 16.66) genotiplerinden elde edilirken, ikinci yılda ise G17 (% 14.20), G2 (% 13.94), G15 (% 13.98) ve G24 (% 13.94) genotiplerinden elde edilmiştir. G15 ve G2 genotipleri her iki sezonda da en yüksek protein oranına sahip genotipler olmuştur. Buğday genotiplerinin protein oranı bakımından mevcut potansiyelinin belirlenmesi ve ıslah programlarında seleksiyon işleminin sulu veya yağış miktarının yüksek olduğu alanlarda yapılmasının daha isabetli olacağını belirtilmektedir (Akram ve ark. 2010).

Zeleny Sedimentasyon Değeri (ml)

Birinci yetiştirme sezonunda genotiplerin ortalama sedimentasyon değeri 39.54 ml iken, ikinci senede ise 33.85 ml olarak gerçekleşmiştir. Birçok çalışmada sedimentasyon parametresinin kalıtım derecesinin, protein oranı gibi diğer kalite parametrelerine göre yüksek olduğu farklı

çevrelerden daha az etkilendiğini bildirilmiştir (Altınbaş ve ark. 2004). Birinci yılda en yüksek sedimantasyon değeri G4 (55.00 ml), G13 (50.50 ml) ve G12 (47.25 ml) genotiplerinden elde edilirken, ikinci yılda ise G12 (42.75 ml), G14 (41.50 ml) ve G18 (40.50 ml) genotiplerinden elde edilmiştir. G12 her iki sezonda da en yüksek sedimantasyon değerine sahip genotip olurken, G23 her iki sezonda da en düşük değere sahip genotip olarak kaydedilmiştir.

Bitki Boyu (cm)

Birinci yılda ortalama bitki boyu 82.36 cm, ikinci yılda ise 90.60 cm olarak gerçekleşmiştir. Su stresinin yaşandığı, yağışa dayalı şartlarda bitki boyu yüksek olan buğday genotipleri genel olarak daha yüksek tane verimine sahip olup, buğday ıslah programlarında kurak ve yarı kurak alanlar

için seleksiyon yapılırken bitki boyu seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Akçura ve ark. 2011). Yağışın düşük olduğu birinci yetiştirme sezonunda ortalamanın üstünde bitki boyuna sahip G7 (95) ve G21 (90 cm) yüksek tane verimine sahip genotipler olmuşlardır. Buna karşın, daha düşük bitki boyuna sahip olan G5 (75 cm), G8 (80 cm) ve G17 (75 cm) genotipleri de yüksek tane verimine sahip genotipler olarak kaydedilmiştir. Birçok araştırmacı kısa boyluluk genlerine sahip CIMMYT orjinli buğday genotiplerinin yüksek tane verimi potansiyeline sahip oldukları bildirilmiştir (Guedira ve ark. 2010). İkinci yetiştirme sezonunda bitki boyu 82.5 cm (G15 ve G20) ile 101.3 cm (G4 ve G7) değişmiş ve genel olarak ortalamadan daha düşük bitki boyuna sahip G5, G8, G14, G19 ve G22 genotipleri yüksek tane verimine sahip genotipler olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 2. Buğday hat ve çeşitlerinde iki yıllık birleştirilmiş varyans analiz sonuçları (kareler ortalamaları)
Table 2. Averaged two years results of analysis variance for bread wheat lines and cultivars (mean squares)

Kaynaklar	Sd	Kareler Ortalaması									
		TV	BŞTA	MKBS	BŞTS	BB	BŞGS	BTA	HL	PRT	SDS
Yıl	1	2042423**	5.90**	23818*	5134**	512**	0.08 öd	2694**	1035**	214**	1619**
Tek [Yıl] & Rnd	6	12853 *	0.05 öd	4587*	21.8 öd	21.58 öd	1.62 öd	1.1 öd	4.50 öd	1.11 öd	26.82 öd
Genotip	24	9386**	0.30**	5921**	172**	299**	57**	30**	24.62**	2.39**	198**
Yıl x Çesit	24	3573 öd	0.25**	1165*	14.2 öd	37**	0.62*	14.7**	8.96**	1.52**	57**
CV (%)		13.4	8.8	10.1	8.1	1.99	0.6	3.8	1.1	4.2	5.7

Sd: Serbestlik derecesi; TV: Tane verimi; BŞTA: Başak ağırlığı; MKBS: Metrekarede başak sayısı; BBS: Başakta başakçık sayısı; BŞTS: Başakta tane sayısı; BB: Bitki boyu; HL: Hektolitire ağırlığı; öd: istatistiki olarak önemli değil; *: İstatistiki olarak 0.05 düzeyinde önemli; **: İstatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli;

Sd: Freedom value; TV: Grain yield; BAĞ: Grain weight in spike; MKBS: Numbre of spike in m²; BBS: Number of spike-let pers pike; BŞGS: Heading days; BTA: 1000 kernel weight; HL: Test weight; PRT: Grain protein content; SDS: Zeleny dimentation content; *: Significant at level 0.05; **: Significant at level 0.01, öd: not significant

Çizelge 3. İki yıllık ortalama veriler üzerinden incelenen özellikler için korelasyon analizi sonuçları
Table 3. Results of correlation analysis for averaged two years data of examined traits

	TV	MKBS	BŞTA	BTS	SDS	PRT	BTA	HL	BB
TV	1								
MKBS	0,67**	1							
BSTA	0,11 öd	-0,22 öd	1						
BTS	0,27 öd	-0,44*	0,45*	1					
SDS	0,05 öd	-0,08 öd	0,13 öd	0,33 öd	1				
PRT	-0,32 öd	-0,07 öd	-0,10 öd	0,03 öd	0,54**	1			
BTA	-0,24 öd	-0,19 öd	-0,15 öd	-0,49*	-0,33 öd	-0,43*	1		
HL	-0,03 öd	0,02 öd	-0,23 öd	-0,38*	-0,63**	-0,52**	0,70**	1	
BB	0,17 öd	-0,03 öd	0,12 öd	0,05öd	0,27 öd	-0,27 öd	0,32 öd	-0,10 öd	1
BGS	0,01 öd	0,17 öd	-0,51**	-0,36 öd	-0,36 öd	-0,12 öd	0,28 öd	0,41*	-0,25 öd

TV: Tane verimi; BAĞ: Başak ağırlığı; MKBS: Metrekarede başak sayısı; BŞTS: Başakta tane sayısı; BB: Bitki boyu; HL: Hektolitire ağırlığı

*: İstatistiki olarak 0.05 düzeyinde önemli; **: İstatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli; öd: istatistiki olarak önemli değil; TV: Grain yield; BŞTA: Grain weight in spike; MKBS: Numbre of spike in m²; BŞGS: Heading days; BTA: 1000 kernel weight; HL: Test weight; PRT: Grain protein content; SDS: Zeleny sedimentation content

*: Significant at level 0.05; **: Significant at level 0.01, öd: not significant

Çizelge 4. Çalışmada kullanılan buğday hat ve çeşitlerinde gözlemlenen özelliklere ait ortalamalar ve LSD gruplandırması
Table 4. Mean performance and LSD ranks of the wheat lines and varieties for measured characters

	2011-12		2012-13		Ort		2011-12		2012-13		Ort		2011-12		2012-13		Ort	
	BŞTA	BŞTA	MKBS	MKBS	Ort	BB	BB	BTS	BTS	Ort	BTS	BTS	Ort	SDS	SDS	SDS	SDS	SDS
G1	1.70 jk	2.38 dh	2.04 km	266 bg	294 ad	75 f	85 de	80 gh	41.13 df	48.17 hj	44.65 eg	38.25 gj	29.00 ij	33.63 lo				
G2	1.70 jk	2.26 gi	1.98 lm	330 a	325 a	80 e	93 c	86 e	34.38 gh	43.17 j	38.77 i	45.25 ce	38.00 bd	41.63 ce				
G3	2.09 ch	2.80 ab	2.44 be	290 ae	288 be	89 c	96 b	93 c	43.50 ae	51.88 bh	47.69 ce	39.25 fh	33.00 fg	36.13 jk				
G4	1.73 ik	2.70 bc	2.22 gk	219 g	272 ej	90 b	101 a	96 b	47.88 ab	59.50 a	53.69 a	55.00 a	36.75 ce	45.88 a				
G5	2.39 ab	2.64 be	2.51 ab	314 ab	326 a	75 f	86 d	81 g	48.00 a	57.00 ac	52.50 ab	42.00 ef	28.75 ik	35.38 jl				
G6	2.00 gi	2.58 bf	2.29 dj	271 bg	284 bf	85 d	86 d	86 e	46.25 ac	52.00 bh	49.13 bd	38.25 gj	36.25 ce	37.25 hj				
G7	2.37 ac	2.43 ch	2.40 bg	261 bg	264 fj	95 a	101 a	98 a	46.38 ac	56.13 ae	51.25 ac	36.00 hk	32.25 gh	34.13 km				
G8	2.27 ag	2.21 hk	2.24 fj	260 bg	297 bh	80 e	83 ef	81 g	46.63 ab	58.38 a	52.50 ab	34.25 km	29.25 ij	31.75 op				
G9	2.23 ah	2.36 eh	2.30 ci	307 ac	328 a	90 b	101 a	96 b	32.38 h	45.33 ij	38.85 i	34.00 km	28.25 ik	31.13 p				
G10	1.97 hj	1.95 jk	1.96 m	249 dg	256 ei	75 f	81 f	78 l	32.50 h	50.00 fi	41.25 gi	31.00 mn	26.25 k	28.63 q				
G11	2.50 a	2.45 ch	2.48 ad	220 g	229 j	80 e	91 c	86 e	45.50 ad	56.13 ae	50.81 ac	43.75 de	36.25 ce	40.00 eg				
G12	2.37 ac	2.66 bd	2.52 ab	233 fg	245 gi	85 d	91 c	88 d	47.50 ab	57.50 ab	52.50 ab	47.25 bc	42.75 a	45.00 ab				
G13	2.01 fi	2.78 b	2.39 bg	256 cg	311 af	85 d	91 c	88 d	40.00 ef	51.38 ch	45.69 df	50.50 b	30.25 hi	40.38 ef				
G14	2.03 eh	2.33 fi	2.18 hl	270 bg	289 be	85 d	86 d	86 e	47.75 ab	59.50 a	53.63 a	45.75 cd	41.50 a	43.63 bc				
G15	1.62 k	2.56 bf	2.09 jm	290 ae	261 gj	80 e	83 ef	81 g	33.50 gh	46.67 hj	40.08 hi	31.75 ln	32.50 fh	32.13 mp				
G16	2.35 ad	2.70 bc	2.53 ab	268 bg	279 ci	85 d	91 c	88 d	37.63 fg	50.50 di	44.06 eg	35.25 jk	35.75 de	35.50 jl				
G17	2.30 af	2.53 bg	2.41 bg	261 bg	275 dj	75 f	83 ef	79 hi	46.75 ab	56.00 af	51.38 ac	39.00 fi	38.50 bc	38.75 fh				
G18	2.18 bh	2.66 bd	2.42 bf	258 cg	296 bh	90 b	98 b	94 c	40.75 ef	50.17 ei	45.46 df	44.50 ce	40.50 ab	42.50 cd				
G19	2.32 ae	2.68 bc	2.50 ac	236 eg	302 ah	80 e	88 d	84 f	45.75 ad	56.50 ad	51.13 ac	35.00 jl	29.00 ij	32.00 np				
G20	2.35 ad	2.38 dh	2.36 bh	294 ad	306 ag	65 g	83 ef	74 j	37.75 fg	49.33 gi	43.54 fh	40.25 fg	36.25 ce	38.25 gh				
G21	2.31 ae	2.23 hj	2.27 ej	286 af	326 ac	90 b	96 b	93 c	41.88 cf	46.50 hj	44.19 eg	45.25 ce	37.75 cd	41.50 de				
G22	2.14bh	2.68 bc	2.41 bg	248 dg	307 ag	80 e	93 c	86 e	44.00 ae	51.67 bh	47.83 ce	35.75 ik	27.50 jk	31.63 op				
G23	2.23 ah	2.06 ik	2.14 im	239 eg	306 ag	85 d	93 c	89 d	40.63 ef	48.50 gj	44.56 eg	29.50 n	28.25 ik	28.88 q				
G24	2.21 ah	3.09 a	2.65 a	228 g	234 ij	75 f	93 c	84 f	43.50 ae	54.33 ag	48.92 bd	33.00 km	35.00 ef	34.00 ln				
G25	2.07 dh	1.93 k	2.00 lm	230 g	274 dj	85 d	93 c	89 d	43.25 be	52.25 bh	47.75 ce	38.75 fi	36.75 ce	37.75 hi				
ORT	2.14 b	2.48 a	2.31	263 b	291 a	82 b	91 a	86	42.21 b	52.34 a	47.27	39.54 a	33.85 b	36.70				

Çizelge 4'ün devamı
Continous of Table 4.

	2011-12		2012-13		Ort	2011-12		2012-13		Ort	2011-12		2012-13		Ort
	PRT	PRT	PRT	PRT		BTA	BTA	TV	TV		HL	HL	BGS	BGS	
G1	16.20 ad	13.27 ce	14.73 be	25.25 gh	35.25 hi	30.25 jk	283 ce	508 bf	76.32 mn	83.14 eg	79.73 ij	111 h	114 ij	111 lm	
G2	16.45 ac	13.94 ab	15.19 ab	26.69 fh	38.13 ad	32.41 fh	311 ce	496 bg	76.86 ln	83.60 be	80.23 gj	114 e	115 fg	113 gh	
G3	14.51 hj	12.69 eg	13.60 ij	26.75 fg	39.25 ab	33.00 dg	335 ad	522 be	77.24 jm	84.01 ad	80.62 dh	113 f	115 gh	113 ij	
G4	16.06 ae	13.70 ac	14.88 ad	24.81 h	35.30 hi	30.06 jk	257 e	530 ae	73.07 o	81.80 j	77.44 kl	113 f	114 hi	112 ik	
G5	16.53 ab	12.48 fg	14.50 cf	25.19 gh	33.81 ln	29.50 jk	386 ab	610 a	77.05 kn	83.04 eh	80.05 gj	111 h	114 ij	111 lm	
G6	15.09 ei	13.94 ab	14.52 cf	27.00 fg	34.25 in	30.63 ij	336 ad	492 cg	77.14 kn	83.43 cf	80.28 fi	112 gh	114 hi	112 kl	
G7	15.01 fj	13.70 ac	14.35 dh	29.38 de	36.75 dh	33.06 dg	326 ae	510 bf	78.74 fj	82.75 fi	80.75 ch	113 f	115 fg	113 hi	
G8	14.07 j	12.90 dg	13.48j	31.13 bd	33.69 mn	32.41 fh	350 ac	546 ad	81.37 ac	84.70 a	83.04 a	117 b	118 c	116 c	
G9	14.21 ij	12.75 eg	13.48j	32.75 ab	37.00 dg	34.88 ab	319 be	555 ac	80.83 ad	82.00 ij	81.41 bd	115 d	116 de	114 e	
G10	14.58 hj	12.93 dg	13.75 hj	31.38 bc	38.69 ac	35.03 ab	259 e	461 eg	81.84 a	84.25 ac	83.05 a	118 a	120 b	118 b	
G11	15.69 bg	13.88 ac	14.79 ae	30.13 ce	38.00 be	34.06 bd	283 ce	437 fg	77.99 hi	82.25 hj	80.12 gj	107 j	110 i	107 o	
G12	15.09 ei	13.99 ab	14.54 cf	28.38 ef	36.13 fi	32.25 gh	284 ce	490 cg	75.58 n	80.25 k	77.92 k	110 i	112 k	110 n	
G13	16.34 ac	12.89 dg	14.61 bf	25.38 gh	35.38 hk	30.38 j	262 e	534 ae	72.63 o	80.24 k	76.43 m	112 fg	115 gh	112 ik	
G14	16.19 ad	13.91 ac	15.05 ac	25.25 gh	33.00 n	29.13 k	320 be	559 ac	73.38 o	80.24 k	76.81 lm	112 gh	114 hi	112 kl	
G15	16.80 a	13.98 ab	15.39 a	29.94 ce	39.63 a	34.78 ab	290 ce	452 eg	78.85 ei	83.25 dg	81.05 cf	119 a	121 a	119 a	
G16	15.49 ch	13.26 ce	14.37 dg	29.63 ce	36.06 fi	32.84 eh	287 ce	469 dg	78.59 gk	82.42 gj	80.51 ei	107 j	110 i	107 o	
G17	15.13 ei	14.20 a	14.66 bf	29.25 ab	34.06 kn	31.66 hi	334 ad	493 cg	78.00 hl	80.72 k	79.36 j	114 e	116 e	114 fg	
G18	14.98 fj	13.80 ac	14.39 dg	32.75 ab	37.00 dg	34.88 ab	321 be	520 bf	79.44 dh	82.15 ij	80.80 cg	114 e	116 ef	114 fg	
G19	15.89 af	12.50fg	14.20 eh	27.06 fg	36.25 fi	31.66 hi	285 ce	577 ab	77.69 im	82.08 ij	79.88 hj	111 h	113 j	111 m	
G20	16.66 ab	13.46 bd	15.06 ac	25.50 gh	34.75 im	30.13 jk	292 ce	487 cg	76.96 ln	84.07 ad	80.51 ei	116 c	117 cd	115 d	
G21	15.25 dh	12.93 dg	14.09 fi	33.75 a	37.00 dg	35.38 a	392 a	523 be	80.00 cg	84.38 ab	82.19 ab	112 fg	114 hi	112 jk	
G22	14.75 gj	12.29 g	13.52 ij	29.75 ce	37.31 cf	33.53 cf	300 ce	553 ac	80.19 bf	82.19 ij	81.19 ce	115 d	115 fg	114 fg	
G23	14.64 hj	13.00 df	13.82 gj	32.19 ab	35.63 gj	33.91 be	288 ce	492 cg	80.62 ad	82.25 hj	81.44 bd	112 fg	114 hi	112 jk	
G24	15.31 dh	13.94 ab	14.62 bf	29.63 ce	36.31 fn	32.97 dg	279 de	414 g	80.33 ae	82.73 fi	81.53 bc	111 h	114 hi	112 lm	
G25	14.93 fj	13.77 ac	14.35 dh	32.75 ab	36.50 eh	34.63 ac	292 ce	493 cg	81.64 ab	84.18 ac	82.91 a	114 de	116 e	114 ef	
ORT	15.43 a	13.36 b	14.40	28.87 b	36.20 a	32.53	307 b	509 a	78.09	82.64	80.37	113 a	115 a	113	

TV: Tane verimi; BAĞ: Başak ağırlığı; MKBS: Metrekarede başak sayısı; BBS: Başakta başakçık sayısı; BŞTS: Başakta tane sayısı; BB: Bitki boyu; Öd: İstatistik olarak önemli değil; *: İstatistik olarak 0.05 düzeyinde önemli; **: İstatistik olarak 0.01 düzeyinde önemli; TV: Grain yield; BŞTA: Grain weight in spike; MKBS: Number of spikelet per spike; BGS: Heading days; BTA: 1000 kernel weight; HL: Test weight; PRT: Grain protein content; SDS: Zeleny sedimentation content; *: Significant at level 0.05; **: Significant at level 0.01

Başaklanma Gün Sayısı

Erkenciliğin göstergesi olan başaklanma gün sayısı özellikle su stresinin yaşandığı, vejetasyon süresinin kısa olduğu alanlar ile ikinci ürün mısır veya pamuktan sonra geç ekime uygun buğday genotiplerinin seçiminde önemli bir kriterdir (Kılıç ve ark. 2010). Alınan sonuçlara göre birinci yılda başaklanma gün sayısı 111 gün (G1, G5, G19 ve G24) ile 118.75 gün (G15) arasında değişmiş, ortalama değer ise 112.69 gün olarak kaydedilmiştir. İkinci yılda ise 110 gün (G11, G16) ile 121 gün (G15) arasında değişmiş, ortalama başaklanma gün sayısı ise 115 gün olarak belirlenmiştir.

İncelenen Özellikler Arasındaki İlişkilerin Korelasyon Analizi ile Yorumlanması

İki yıllık ortalama veriler üzerinden yapılan korelasyon analizi sonuçları Çizelge 3.'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre tane verimi ile metre karede başak sayısı arasında yüksek ve istatistiki olarak önemli bir korelasyon tespit edilmiştir. Tane verimi ile diğer özellikler arasında istatistiki olarak önemli bir korelasyon tespit edilmezken, başakta tane sayısı ile tane verimi arasında pozitif ve önemsiz, ama diğer özelliklere nazaran daha yüksek bir korelasyon, tane verimi ile protein oranı arasında da negatif ve istatistiki olarak önemsiz bir korelasyon tespit edilmiştir. Yoğun ıslah çalışmaları sonucunda buğdayda tane verimi artarken, protein oranında ise bir düşüş olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Lopes ve ark. 2015; Akram ve ark. 2010). Birim alanda başak sayısının arttıkça tane veriminin arttığı ve metre karede başak sayısının yüksek tane verimine sahip buğday çeşitlerinin geliştirilmesinde seleksiyon kriteri olarak kullanılması gerektiği bildirilmektedir (Kaydan ve ark. 2008). Metre karede başak sayısı ile başakta tane sayısı; bin tane ağırlığı ile başakta tane sayısı özellikleri arasında negatif, başakta tane sayısı ile başakta tane sayısı arasında da ise pozitif ve istatistiki olarak önemli bir korelasyon bulunmuştur. Protein oranı ile sedimantasyon; hektolitre ağırlığı ile bin tane ağırlığı arasında pozitif ve istatistiki olarak önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. Buğday ıslah programlarında başak uzunluğu ile beraber fertil başakçık sayısının ve başakta tane sayısının artırılması yolu ile tane veriminin artırılması hedeflendiği (Alam et al. 2013), genel olarak tanedeki protein oranı ile kalite özellikleri arasında da yüksek bir korelasyon olduğu (Akram ve ark. 2010; Altınbaş ve ark. 2004; Kaya ve Akçura 2014) rapor edilmiştir

Sonuç

Yapılan iki yıllık çalışma sonucunda, G21 çeşit olarak tescil edilecek özelliklere sahip olduğu, Dinç çeşidinin (G5) bölge koşullarında yetiştirilmesinin tane veriminin artışına katkı yapacağı, G4, G12 ve G24 genotiplerinin tane verimlerinin ortalamadan düşük olmasına rağmen, protein oranı ve sedimantasyon özellikleri için üstün değerlere sahip olduğu ve bu genotiplerin de kalite artırma amacıyla genitör olarak kullanılabilir potansiyele sahip oldukları, ayrıca yüksek verimli buğday çeşitlerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülen buğday ıslah çalışmalarında metre karede başak sayısının seleksiyon kriteri olarak kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün desteği ile Ülkesel Buğday Islah Programı kapsamında yürütülmüştür.

Kaynaklar

- Aguirre A., Badiali O., Cantarero M., Leon A., Ribotta P. and Rubido O., 2002. Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in Argentine triticales. Cereal Research Communications 30: 1-2 pp. 203-208)
- Akçura M., Partigoç F. and Kaya Y., 2011. Evaluating of drought stress tolerance based on selection indices in Turkish bread wheat landraces. The Journal of Animal & Plant Sciences 21(4): 700-709
- Akram H.M., Sattar A., Ali, A. and Nadeem M.A., 2010. Agro-physiological performance of wheat genotypes under moisture stress conditions. J. Agric. Research 48(3):361-369
- Aktaş H., 2014. Investigation of quality stability and micro elements content of some bread wheat varieties in southeast Anatolia region conditions. Mustafa Kemal University, Field Crop Department. PhD Thesis. pp. 269.
- Alam N., Akhter M., Hossain, M. and Zaman, R., 2013. Performance of different genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L.) in heat stress conditions. International Journal of Biosciences 3 (8): 295-306
- Altınbaş M., Tosun M., Yüce S., Konak C., Köse E. ve Can R.A., 2004. Ekmeklik buğdayda (*T. aestivum* L.) tane verimi ve bazı kalite özellikleri üzerinde genotip ve lokasyon etkileri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 41 (1): 65-74.

- Anonim., 1982. ICC-Standart No:115/1. 1982. International Association for Cereal Chemistry
- Anonim., 1990. AACCC Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist. 1990, USA
- Anonim., 2014. <https://www.mgm.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 24.07. 2014)
- Ayçiçek, M. ve Yıldırım, T., 2006. Bazı makarnalık buğday (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) çeşitlerinin Erzurum koşullarındaki verim yetenekleri. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi 18(2):151-157.
- Başer N., Öztürk İ., Avcı, R. ve Kahraman T., 2001. Trakya Bölgesi'nde Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinin Verim, Kalite ve Diğer Bazı Özellikleri ile Buğday Tarımının Önemli Sorunları. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, Tekirdağ, 1: 63-68.
- Çölkesen M., Öktem A., Engin A. A. ve Öktem G., 2002. Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 5(2): 47-56
- Gomez K. and Gomez A.A., 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, 2nd Edition. John Wiley and Sons. New York. 680 pp
- Guedira M., Brown-Guedira G., Van Sanford D., Sneller C., Souza E. and Marshall D., 2010. Distribution of *Rht* genes in modern and historic winter wheat cultivar from the Eastern and Central USA. Crop Science 50:1811-1822.
- Kaya Y. and Akçura, M., 2014. Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). Food Sci. Technol, Campinas 34(2): 386-393
- Kaydan D. ve Yağmur M., 2008. Van Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Bir Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi 14 (4): 350-358
- Kendal E., 2016. GGE Biplot Analysis of Multi-Environment Yield Trials in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics 2(1):90-99
- Kılıç H. ve Akçura M. and Aktaş, H., 2010. Assessment of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in multi-environments. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj-Napoca 38: 271-279.
- Kün E., Avcı M., Uzunlu V. ve Zencirci N., 1995. Serin İklim Tahılları Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 4. Türkiye Ziraat Mühendisleri Teknik Kongresi 9- 13 Ocak, s. 417-429
- Lopes S.M., El-Basyoni İ., Baenziger P.S., Singh S., Royo C., Ozbek K., Aktaş H., Ozer E., Ozdemir F., Manickavelu A., Ban T. and Vikram,P., 2015. Exploiting genetic diversity from landraces in wheat breeding for adaptation to climate change. Journal of Experimental Botany 66(12): 3477-3486
- Mut Z., Aydın N, Özcan H. ve Bayramoğlu O., 2005. Orta Karadeniz Bölgesi'nde Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. GOP Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi 22 (2): 85-93.
- Pask A.J.D., Pietragalla J, Mullan D.M. and Reynolds M.P., 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico City, Mexico: CIMMYT.
- Rahman M.M., Hossain A., Hakim M.A., Kabir M.R. and Shah M.M.R., 2009. Performance of wheat genotypes under optimum and late sowing condition. International Journal of Sustain Crop Production 4(6): 34-39.
- TÜİK, 2015. Statistical databases. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zl> (Erişim Tarihi: 21.09. 2015)
- Ubaidullah, Raziuddin, Mohammad, Hafeezullah T, Ali S. and Nassimi A.W., 2006. Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for some important traits against natural terminal heat stress. Pakistan Journal of Biological Science 9: 2069 - 2075.

Eskişehir Ekolojik Koşullarında Azotlu Gübrelemenin Ariotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nun Ot Verimi Üzerine Etkileri

Hande YILMAZ¹

*Sebahattin ALBAYRAK²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

²Ondokuzmayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Samsun

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): sebahattinalbayrak@omu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 12.04.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 11.05.2017

Öz

Bu araştırma beş farklı azot dozunun (0, 3, 6, 9 ve 12 kg/da) iki adet ariotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) çeşidinin (Enton ve Stala) verim ve kalite değerlerine etkisini belirlemek amacıyla 2014 ve 2015 yıllarında Eskişehir koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada en yüksek yeşil ot ve kuru ot verimleri Enton çeşidinde dekara 6 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozunda (sırasıyla, 2981 kg ve 712 kg), Stala çeşidinde ise dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozunda (sırasıyla, 2103 kg ve 537 kg) elde edilmiştir. En yüksek ham protein oranı dekara 6 kg ve üzeri miktarda uygulanan azotlu gübre dozlarında belirlenirken, ortalama en yüksek ham protein verimi ise 98.01 kg/da ile dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozunda tespit edilmiştir. Araştırmada azotlu gübre dozları arttıkça ariotunun ADF ve NDF oranları azalırken, TDN değeri artış göstermiştir. En yüksek RFV değerleri kontrol parseli hariç diğer tüm azotlu gübreleme yapılan parsellerde belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre yeşil ot kuru ot ve ham protein verimi ile ham protein oranı, ADF ve NDF oranları ile nispi besleme değerleri dikkate alındığında Enton çeşidinin Stala çeşidine tercih edilmesi gerektiği, yüksek verim ve kalitede ariotu için ise en uygun gübre dozunun dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ariotu, ot verimi, kalite, gübreleme

The Effects of Nitrogen Fertilization on Forage Yield of *Phacelia* (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) under Eskişehir Ecological Conditions

Abstract

This research was conducted to determine the effects of four different nitrogen doses (0, 3, 6, 9 and 12 kg/da), on yield and quality components of two phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) cultivars (Enton and Stala) under Eskişehir conditions in the 2014 and 2015 growing seasons. The highest green forage and hay yields were obtained from 6 kg/da nitrogen dose (2981 kg and 712 kg, respectively) for Enton cultivar, from 9 kg/da nitrogen dose (2113 kg and 537 kg, respectively) for Stala cultivar. It was determined that the highest crude protein ratio at 6 kg/da or more nitrogen fertilizations, the highest crude protein yield was 98.01 kg/da at the 9 kg/da nitrogen fertilization. While increasing nitrogen doses, ADF and NDF contents were decreased, TDN content of phacelia cultivars were increased. The highest RFV value was determined at the all nitrogen fertilization doses except control plot. In conclusion, it was regarded that green forage yield, hay yield, crude protein ratio, crude protein yield and relative feed value, Enton cultivar can be preferred over Stala cultivar. It is possible to obtain high forage yield and good quality with 9 kg/da nitrogen application in similar ecologies.

Keywords: Phacelia, forage yield, quality, fertilization

Giriş

Kuzey Amerika orijinli, tek yıllık, uzun gün bitkisi olan ariotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) dünyanın birçok bölgesinde bulunmakla birlikte özellikle Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Çiçeklerinin bol miktarda polen ve nektar oluşturması

yanında, uzun süreli çiçekte kalması (6-8 hafta) nedeniyle Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde bu bitkiden "Arı Merası" olarak yararlanılmaktadır. Arı merası amacıyla kullanılan ariotunun çiçekleri büyük ölçüde azaldığı zaman biçilerek kaba yem kaynağı

(silaj, yeşil gübre, vb.) olarak değerlendirilebilir. Bu durum ariotonun ekonomik kullanım olanaklarını artırmaktadır (Akkurt, 2013).

Bitkilerde verim ve kaliteyi arttırmada yararlanılan en etkili yetiştirme tekniği uygulamalarından biri de gübrelemedir. Yapılan çalışmalarda yetiştirme teknikleri içerisinde verimi arttırmada en büyük payın gübreye ait olduğu ve gübreleme ile %60'a varan ürün artışı sağlanabileceği belirtilmektedir (Sezer 1991). Fakat azotlu gübre uygulamaları ile bazı yıllarda verim artışı sağlanabilirken, bazen gübreleme hatalarından dolayı gübrelemenin verime olumlu etkileri görülemeyebilir (Ercan ve Bildik 1993). Gromadzinski (1976) Polanya'da ariotunda yaptıkları çalışmada dekara 6 kg'a kadar uygulanan azotlu gübrelemenin ariotonun verim ve kalitesini artırdığını ancak dekara 12 kg'a çıkan azotlu gübrelemede verim artışının düştüğünün bildirmişlerdir. Kucharski (1992), Ariotuna uygulanan amonyum nitrat ve üre formundaki azotlu gübrelemenin organik gübrelemlere göre otun verim ve kalitesini daha yüksek oranda artırdığını ifade etmektedir. Djordjevic ve ark (2005) ariotunda yaptıkları çalışmada ise dekara 4.5 kg olarak uygulanan azotlu gübrelemenin ariotonun kalitesine etki etmediğini tespit etmişlerdir. Wilczewski ve ark. (2006), ariotunda dekara uygulanan 9 kg azotlu gübrelemenin kontrol parsellerine göre yeşil ot verimini %82.5 artırdığını belirtmişlerdir. Wilczewski ve ark. (2008), Polanya'da ariotu ile yapmış oldukları çalışmada dekara 9 kg'a kadar uygulanan azotlu gübrelemenin ariotonun verimini artırdığını ancak ham protein oranında önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Wilczewski ve ark. (2009), ariotunda dekara 4.5 kg dan 9 kg'a kadar verilen azot dozunun üretilen otun verim ve kalitesini artırdığı belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, Eskişehir ve benzeri ekolojilere sahip olan bölgeler için bazı ariotu çeşitlerinin en uygun azotlu gübre dozları belirlenerek yöre çiftçisinin daha yüksek verim ve kalitede hayvansal kaba yem üretme imkanlarının sağlanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2014 ve 2015 yılı Mart-Temmuz ayları arasında Eskişehir, Tepebaşına bağlı Turgutlar köyünde çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Deneme yeri 37° 47' Kuzey enlem ve 30° 31' Doğu boylamında olup, denizden yüksekliği 782 m'dir. Deneme

alanı toprağı tınlı, hafif alkali, elverişli fosfor ve potasyum yönünden zengin, organik madde bakımından ise fakirdir. Denemenin yürütüldüğü Mart-Temmuz ayları arasında 2014 ve 2015 yıllarında; toplam yağış miktarı 254.1 ve 223.6 mm, sıcaklık ortalaması 14.16 °C ve 14.21 °C, nispi nem oranı ise %58.6 ve %58.9 olurken uzun yıllar ortalama değerleri ise sırasıyla, 166.6 mm, 14.28°C ve %59.2 dir.

Araştırma materyallerini oluşturan ariotu (*Phacelia tanacetifolia* Bentham)'nun Stala ve Enton çeşitleri Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir. Azotlu gübre dozları dekara 0, 3, 6, 9 ve 12 kg olarak yarısı ekimle birlikte geriye kalanı bitkileri 4-5 yapraklı olduğu dönemde uygulanmış olup, çalışmada %33'lük amonyum nitrat gübresi kullanılmıştır. Ayrıca ekimle birlikte tüm parsellere dekara 5 kg fosforlu gübre (Triple süper fosfat, %46) uygulanmıştır.

Deneme, "Tesadüf bloklarında faktöryel düzen" e göre 3 tekrarlamalı olarak her iki yılda da mart ayının 3. haftasında kurulmuştur. Denemede sıra arası 30 cm, parsel boyu 5 m olup her bir parsel 6 sıradan oluşmuştur. Hasat, ariotu bitkilerinin tam çiçeklenme döneminde, kenarlardan birer sıra ve parsel baş ve sonundan ise 0.5 m'lik alan çıkarıldıktan sonra elle yapılmıştır.

Araştırmada, yeşil ot verimi (kg/da), kuru ot verimi (kg/da), ham protein oranı (%), ham protein verimi (kg/da), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF), nötr çözücülerde çözünmeyen lif (NDF), toplam sindirilebilir besin maddesi (TDN) ve nispi besleme değeri (RFV) belirlenmiştir (Albayrak ve ark. 2009). Ham protein analizi Kjeldahl, ADF ve NDF analizleri ise ANKOM-220 cihazı ile yapılmıştır.

$$TDN=(-1.291 \times ADF) + 101.35$$

$$RFV=(120 / \% NDF) \times 88.9 - (0.779 \times ADF) \times 0.775$$

Denemeye ait veriler SAS (1998) bilgisayar programından yararlanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarında iki yıllık verilerin ortalama değerleri kullanılmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda önemli farklılık ortaya çıktığında, ortalamaların karşılaştırılması için %5 önemlilik düzeyinde Asgari Önemli Fark (LSD) testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yeşil ot verimi (kg/da)

Ariotu çeşitleri, gübre dozları ve çeşit x gübre dozları interaksyonu arasındaki fark %1 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Enton çeşidinin yeşil ot verimi (2536 kg/da) Stala çeşidinden yüksek bulunmuştur (1755 kg/da). Dekara 6 ve 9 kg uygulanan azotlu gübre dozlarından en yüksek yeşil ot verimi elde edilirken (sırasıyla, 2496 ve 2409 kg/da) hiç gübre uygulanmayan parsellerin ortalama verimi 1524 kg/da olmuştur (Çizelge 2). Enton çeşidinde en yüksek yeşil ot verimleri dekara 6 ve 9 kg gübre dozlarında belirlenirken (sırasıyla, 2981 ve 2888 kg/da), Stala çeşidinde en yüksek yeşil ot verimleri dekara 9 kg uygulanan gübre dozunda (2103 kg/da) belirlenmiştir. Çeşitlerin azotlu gübre dozlarına karşı vermiş olduğu tepkilerin farklılığından dolayı çeşit x gübre dozu interaksyonları da önemli bulunmuştur.

Gromadzinski (1976) Polanya'da ariotunda yaptıkları çalışmada dekara 6 kg'a kadar uygulanan azotlu gübrelemenin ariotunun verim ve kalitesini artırdığını ancak dekara 12 kg'a çıkan azotlu gübrelemede verim artışının

düştüğü bulgusu araştırma bulgularımızla uyum içersindedir. Benzer şekilde Wilczewski ve ark. (2008), Polanya'da ariotu ile yapmış oldukları çalışmada dekara 9 kg'a kadar uygulanan azotlu gübrelemenin ariotunun verimini artırdığını bildiren sonuç ta araştırmamızla uygunluk göstermektedir. Dağ (2013) Van koşullarında dekara 0, 3, 6, 9 ve 12 kg olarak uygulanan azotlu gübrelemenin ariotunun verim ve kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada; kontrol parsellerinde 583.8 kg/da olan yeşil ot veriminin dekara 9 ve 12 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozlarında sırasıyla, 1203.2 ve 1366.4 kg/da'a yükseldiğini, Ateş ve ark. (2014) Tekirdağ koşullarında dekara 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg olarak uygulanan azotlu gübrelemenin ariotunun verim ve kalitesine etkilerinin incelendiği araştırmada; kontrol parsellerinde dekara 2540 kg olan yeşil ot veriminin 15 kg/da azot dozunda 4673 kg/da yükseldiğini araştırma sonucunda yüksek verim ve kalitede ariotu için dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübrelemenin en uygun gübre dozu olduğunu tespit etmişlerdir. Dağ (2013) ve Ateş ve ark. (2014) araştırma bulguları çalışma sonuçlarımız ile uyum içersindedir.

Çizelge 1. Ariotu çeşitleri ve farklı azotlu gübre dozları kullanılarak belirlenen yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein verimine ait varyans analiz sonuçları (Kareler ortalaması)

Table 1. Variance analysis of forage yield, hay yield, crude protein ratio and crude protein yield at pacelia cultivars and different nitrogen doses (mean squares)

Varyasyon Kaynakları	S.D	Yeşil ot verimi	Kuru ot verimi	Ham protein oranı	Ham protein verimi
Yıl	1	2653	7820*	5.55**	582**
Blok(yıl)	4	120838**	4340	0.04	92
Çeşit	1	9863382**	545878**	6.82**	13896**
Yıl x çeşit	1	904	93	0.16	31
Gübre	4	1839664**	161195**	25.40**	6076**
Yıl x gübre	4	1432	409	0.10	3
Çeşit x gübre	4	119358**	5264*	0.77	185**
Yıl x çeşit x gübre	4	2536	519	0.04	12
Hata	36	25296	62685	0.50	38.75
VK (%)	7.47	8.19	4.93	8.34	

* 0.05, ** 0.01 önem düzeyinde farklılığı göstermektedir

(*) 0.05, (**)0.01 significant probability level

Çizelge 2. Çeşit x gübre dozu interaksyonu yeşil ot verimi ortalamaları (kg/da)

Table 2. Cultivar x nitrogen doses interactions of forage yield means (kg/da)

Azotlu gübre tozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	1897 de	1151 g	1524 D
3	2368 bc	1595 f	1982 C
6	2981 a	1837 ef	2409 A
9	2888 a	2103 cd	2496 A
12	2545 b	1938 de	2242 B
Ortalama	2536 A	1755 B	2131

Kuru ot verimi (kg/da)

Ariotu çeşitleri ve gübre dozları arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde, yıl ve çeşit x gübre dozları interaksyonu arasındaki fark ise %5 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Yeşil ot veriminde olduğu gibi kuru ot veriminde de Enton çeşidi Stala çeşidinden daha yüksek verim vermiştir. Azotlu gübre dozları arttıkça ariotu çeşitlerinde kuru ot verimi artarken en yüksek kuru ot verimi dekara 629 kg ile 9 kg'lık gübre dozunda belirlenmiştir. Dekara 12 kg uygulanan gübre dozunda ise kuru ot verimleri azalmıştır. Yeşil ot veriminde olduğu gibi kuru ot veriminde de Enton çeşidinde en yüksek kuru ot verimleri dekara 6 ve 9 kg gübre dozlarında belirlenirken (sırasıyla, 712 ve 722 kg/da), Stala çeşidinde en yüksek kuru ot verimleri dekara 9 kg uygulanan gübre dozunda (537 kg/da) belirlenmiştir. Farklı gübre dozlarının ariotu çeşitlerinin kuru ot verim değerlerinde farklı sonuçlar ortaya çıkarması çeşit x gübre dozu interaksyonunun önemli çıkmasının nedeni olarak açıklanabilir (Çizelge 3). Ariotunda azotlu gübre dozlarına bağlı olarak üretilen otun kuru ot veriminde de artışa neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Wilczewski ve ark. 2008; Wilczewski ve ark. 2009; Dağ, 2013; Ateş ve ark. 2014). Belirtilen araştırmacıların ariotu için bulmuş olduğu sonuçlar araştırma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Ham protein oranı (%)

Ariotu çeşitleri ve gübre dozları arasındaki farklılıklar ile yıllar %1 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunurken, çeşit x gübre dozları interaksyonu ise istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Enton çeşidinin ham protein oranı (%14.68) Stala çeşidinden (%14.00) yüksek bulunmuştur. Her iki çeşidin ortalaması olarak gübre dozları arttıkça ham protein oranlarında da artış tespit edilmiştir. Kontrol parsellerinin ortalama ham protein oranı %12.23 iken dekara 12 kg azot dozu uygulanan parsellerde bu oran %15.61'e yükselmiştir (Çizelge 4).

Enton çeşidinde en yüksek ham protein oranı %15.82 ile dekara 9 kg uygulanan azotlu gübre dozundan elde edilirken, Stala çeşidinde en yüksek ham protein oranı %15.63 ile dekara 12 kg uygulanan azotlu gübre dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4). Geren ve Kaymakkavak (2007) ariotunun ham protein oranını %12.1-14.1 olarak belirlediği araştırma sonucu bulgularımızla benzerlik gösterirken, Ateş (2012) ise ariotunun ham protein oranını %10.33 olarak bulduğu sonuç araştırma bulgularımızdan düşük bulunmuştur. Azotlu gübre dozlarına bağlı olarak azot dozu arttıkça ariotunun ham protein oranının da arttığını bildiren Dağ, 2013 ve Ateş ve ark. 2014'un bulguları araştırma sonuçlarımızla tam bir uyum içersindedir.

Ham protein verimi (kg/da)

Ariotu çeşitleri, gübre dozları, yıllar ve çeşit x gübre dozları interaksyonu arasındaki fark %1 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Enton çeşidinin ortalama ham protein verimi (89.85 kg/da) Stala çeşidinin ortalama ham protein verimi (59.42 kg/da)'nden yüksek olmuştur. Azotlu gübre dozlarının ortalaması olarak en yüksek ham protein verimi ise dekara 9 kg olarak uygulanan dozdan (98.01 kg/da) elde edilmiştir. Ariotu çeşitlerinde azotlu gübrelemeye bağlı olarak ham protein verimindeki artış oranlarının farklılığı çeşit x gübre interaksyonunun önemli çıkmasından kaynaklanmaktadır. En yüksek ham protein verimleri dekara 108.39 ve 114.24 kg ile Enton çeşidinde ve dekara 6 ve 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozlarında belirlenmiştir. Stala çeşidinde ise en yüksek ham protein verimi 81.78 kg/da ile dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 5). Ham protein veriminin belirlenmesinde bitkilerin ham protein oranları ve kuru ot verimi değerleri birlikte değerlendirildiğinden ortaya çıkan farklılıklar özellikle bu iki verim ögesinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Nitekim kuru ot veriminin yüksek olduğu dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozundaki ham protein veriminin de en yüksek olduğu gübre dozu olmuştur.

Çizelge 3. Çeşit x gübre dozu interaksyonu kuru ot verimi ortalamaları (kg/da)
Table 3. Cultivar x nitrogen doses interactions of hay yield means (kg/da)

Azotlu gübre dozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	419 de	244 f	332 E
3	558 c	376 e	467 D
6	712 a	450 d	581 B
9	722 a	537 c	629 A
12	612 b	463 d	538 C
Ortalama	605 A	414 B	509

Çizelge 4. Çeşit x gübre dozu interaksyonu ham protein oranı ortalamaları (%)

Table 4. Cultivar x nitrogen doses interactions of crude protein ratio means (kg/da)

Azotlu gübre dozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	12.93	11.54	12.23 D
3	13.80	13.16	13.48 C
6	15.27	14.50	14.89 B
9	15.82	15.22	15.52 A
12	15.59	15.63	15.61 A
Ortalama	14.68 A	14.00 B	14.04

Çizelge 5. Çeşit x gübre dozu interaksyonu ham protein verimi ortalamaları (kg/da)

Table 5. Cultivar x nitrogen doses interactions of crude protein yield means (kg/da)

Azotlu gübre dozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	54.31 f	28.15 g	41.23 D
3	77.03 cd	49.48 f	63.26 C
6	108.39 a	65.29 e	86.84 B
9	114.24 a	81.78 c	98.01 A
12	95.31 b	72.39 de	83.85 B
Ortalama	89.85 A	59.42 B	74.64

Asit Çözücülerde Çözünmeyen Lif (ADF)

Ariotunda ADF oranı bakımından çeşitler arasındaki farklılık %5, gübre dozları arasındaki farklılıklar ise %1 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunurken, yıllar ve çeşit x gübre dozları interaksyonu ise istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6).

Enton çeşidinin ADF oranı (%34.52) Stala çeşidinden (%35.14) düşük bulunmuştur. Her iki çeşidin ortalamasına bakıldığında ise gübre dozları 9 kg/da'a kadar arttıkça ADF oranlarında azalış tespit edilmiştir. Kontrol parsellerinin ortalama ADF oranı %36.26 iken dekara 12 kg azot dozu uygulanan parsellerde bu oran %33.73'e düşmüştür. Hem

Enton hem de Stala çeşitlerinde en düşük ADF oranları dekara 12 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozlarında (sırasıyla, %33.65 ve %33.82) belirlenmiştir (Çizelge, 7). Ateş (2012) ariotunda ADF oranını %38.1 olarak bulduğu sonuç araştırma bulgularımızdan kısmen yüksek bulunmuştur. Ateş ve ark. (2014) Tekirdağ koşullarında dekara 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg olarak uygulanan azotlu gübrelemenin ariotunun verim ve kalitesine etkilerinin incelendiği araştırmada; kontrol parsellerinde %37.7 olan ADF oranının dekara 15 kg olarak uygulanan gübre dozundan %39.2'ye çıktığını ancak gübre dozlarının ariotunun ADF oranına etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 6. Ariotu çeşitleri ve farklı azotlu gübre dozları kullanılarak belirlenen ADF, NDF, TDN ve RFV oranlarına ait varyans analiz sonuçları (Kareler ortalaması)

Table 6. Variance analysis of forage yield, hay yield, crude protein ratio and crude protein yield at pacelia cultivars and different nitrogen doses (mean squares)

Varyasyon Kaynakları	S.D	ADF	NDF	TDN	RFV
Yıl	1	1.54	2.37	2.57	2.40
Blok(yıl)	4	2.93*	2.77**	4.89*	23.98*
Çeşit	1	2.72*	0.62	9.56*	15.0
Yıl x çeşit	1	0.36	0.49	0.59	1.07
Gübre	4	10.59**	22.91**	17.65**	311**
Yıl x gübre	4	0.19	0.48	0.31	0.32
Çeşit x gübre	4	0.38	1.53	0.64	8.58
Yıl x çeşit x gübre	4	0.44	0.59	0.73	1.23
Hata	36	0.80	0.66	1.33	8.11
VK (%)		2.56	1.79	2.04	2.23

* 0.05, ** 0.01 önem düzeyinde farklılığı göstermektedir

(*) 0.05, (**)0.01 significant probability level

Çizelge 7. Çeşit x gübre dozu interaksiyonu ADF oranı ortalamaları (%)
Table 7. Cultivar x nitrogen doses interactions of ADF content means (%)

Azotlu gübre dozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	36.05	36.46	36.26 A
3	34.78	35.40	35.09 B
6	34.12	35.24	34.68 B
9	33.99	34.76	34.37 BC
12	33.65	33.82	33.73 C
Ortalama	34.52 B	35.14 A	34.83

Çizelge 8. Çeşit x gübre dozu interaksiyonu NDF oranı ortalamaları (%)
Table 8. Cultivar x nitrogen doses interactions of NDF content means (%)

Azotlu gübre dozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	46.82	48.01	47.41 A
3	45.69	46.04	45.86 B
6	44.63	44.82	44.72 C
9	44.31	44.42	44.36 CD
12	44.42	43.61	44.01 D
Ortalama	45.17	45.38	45.28

Nötr Çözücülerde Çözünmeyen Lif (NDF)

Ariotuna uygulanan azotlu gübre dozları arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Enton ve Stala çeşitlerinin NDF oranları arasında istatistiki olarak farklılık olmamıştır (sırasıyla, %45.17 ve 45.38). Buna karşılık gübre dozları arttıkça NDF oranlarında azalış tespit edilmiştir. Kontrol parsellerinin ortalama NDF oranı %47.41 iken dekara 12 kg azot dozu uygulanan parsellerde bu oran %44.01'e düşmüştür. En düşük NDF oranı %44.31 ile Enton çeşidinde dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozlarında belirlenirken, Stala çeşidinde ise en düşük NDF oranı %43.61 ile dekara 12 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 8). Ateş (2012) ariotunda NDF oranını %44.7 olarak bulduğu sonuç araştırma bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Ateş ve ark. (2014) Tekirdağ koşullarında dekara 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg olarak uygulanan azotlu gübrelemenin ariotunun verim ve kalitesine etkilerinin incelendiği araştırmada; kontrol parsellerinde %45.5 olan NDF oranının dekara 15 kg olarak uygulanan gübre dozunda %46.8'e çıktığını ancak gübre dozlarının ariotunun NDF oranına etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar yüksek verim ve kalitede ariotu için dekara 9 veya 12 kg olarak uygulanan azotlu gübrelemenin en uygun gübre dozu olduğunu bildiren görüşleri araştırma sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir.

Toplam Sindirilebilir Besin Maddesi (TDN)

Ariotu çeşitler arasındaki farklılık %5, gübre dozları arasındaki farklılıklar ise %1 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunurken, yıllar ve çeşit x gübre dozları interaksiyonu ise istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6).

Enton çeşidinin TDN oranı (%56.79) Stala çeşidinden (%55.99) yüksek bulunmuştur. Her iki çeşidin ortalaması olarak gübre dozları arttıkça TDN oranlarında artış belirlenmiştir. Kontrol parsellerinin ortalama TDN oranı % 54.55 iken dekara 12 kg azot dozu uygulanan parsellerde bu oran %57.80'e yükselmiştir. Hem Enton hem de Stala çeşitlerinde en yüksek TDN oranları dekara 12 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozlarında (sırasıyla, %57.91 ve 57.69) belirlenmiştir (Çizelge, 9). TDN, yemin yapısında bulunan sindirilebilir besin maddelerinin toplamını ifade eder. TDN oranı yemin ADF içeriğiyle yakından ilişkilidir. Otun ADF oranı arttıkça TDN oranında bir azalma olur ki bu durum yemin sindirilebilirliğini önemli ölçüde azaltır (Aydın ve ark. 2010). Nitekim ariotu çeşitlerinde azotlu gübre dozları arttıkça TDN oranlarında da artış tespit edilmiştir.

Nispi Besleme Değeri (RFV)

Azotlu gübre dozları arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunurken, yıllar, ariotu çeşitleri ve çeşit x gübre dozları interaksiyonu ise istatistiki yönden

Çizelge 9. Çeşit x gübre dozu interaksyonu TDN oranı ortalamaları (%)

Table 9. Cultivar x nitrogen doses interactions of TDN content means (%)

Azotlu gübre dozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	54.81	54.28	54.55 C
3	56.46	55.65	56.05 B
6	57.29	55.86	56.57 B
9	57.47	56.48	56.98 AB
12	57.91	57.69	57.80 A
Ortalama	56.79 A	55.99 B	56.39

Çizelge 10. Çeşit x gübre dozu interaksyonu RFV oranı ortalamaları (%)

Table 10. Cultivar x nitrogen doses interactions of RFV content means (%)

Azotlu gübre dozları (kg/da)	Çeşitler		Ortalama
	Enton	Stala	
0	122	118	120D
3	127	125	126C
6	128	128	128B
9	132	130	131A
12	132	133	133A
Ortalama	128	127	128

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemsizdir

*: Differences between the means followed by the same letter are not significant at $P < 0.05$ level

önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6). Ariotu çeşitlerinin nispi besleme değerleri arasında istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir. Enton ve Stala çeşitlerinin ortalama nispi besleme değerleri sırasıyla, 128 ve 127 olarak belirlenmiştir. Gübre dozu ortalamaları incelendiğinde; artan gübre dozlarına bağlı olarak kontrol gübre dozunda nispi besleme değerleri 120 iken bu değer dekara 9 ve 12 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozlarında sırasıyla 131 ve 133 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 10). Linn ve Martin (1989), yem bitkilerinin nispi besleme değeri oranları için yaptıkları sınıflandırmada, yemin RFV oranı 151'den büyükse o yemin en üstün kaliteli yem olduğunu, 125-151 aralığında yüksek kaliteli, 103-124 aralığında iyi kaliteli, 87-102 aralığında ise orta kaliteli buna karşılık 75-86 aralığında zayıf ve 75'den düşük ise o yemin çok kötü kalitede olduğunu bildirmişlerdir. Bu sınıflandırmaya göre çalışmamızda nispi besleme değeri bakımından ariotu çeşitlerinin birbirlerine benzer olduğu ve kontrol parselleri hariç diğer gübre uygulanan parsellerden elde edilen ariotunun nispi besleme değerleri bakımından yüksek kaliteli olduğu söylenebilir.

Sonuç

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; en yüksek yeşil ot ve kuru ot verimleri Enton çeşidinde dekara 6 ve 9 kg olarak

uygulanan azotlu gübre dozunda, Stala çeşidinde ise dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozundan elde edilmiştir. En yüksek ham protein oranı dekara 6 kg ve üzeri miktarda uygulanan azotlu gübre dozlarında belirlenirken, ortalama en yüksek ham protein verimi ise 98.01 kg/da ile dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre dozunda tespit edilmiştir. Araştırmada en düşük ADF ve NDF oranları ortalamaları kontrol parsellerinde tespit edilirken, azotlu gübre dozları arttıkça ariotunun ADF ve NDF oranlarında azalışlar TDN değerlerinde ise artış belirlenmiştir. En yüksek RFV değerleri kontrol parseli hariç diğer tüm azotlu gübreleme yapılan parsellerde belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre yeşil ot kuru ot ve ham protein verimi ile ham protein oranı, ADF ve NDF oranları ile nispi besleme değerleri dikkate alındığında Enton çeşidinin Stala çeşidine tercih edilmesi gerektiği, Yüksek verim ve kalitede ariotu için ise en uygun gübre dozunun dekara 9 kg olarak uygulanan azotlu gübre olduğu sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında yürütülen yüksek lisans çalışmasının bir bölümünü içermektedir. 3805-YL1-13 proje numarası ile yürütülen bu

çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine de teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Akkurt V., 2013. Farklı tohum ön uygulamalarının ve bitki hormonlarının arıotu (*Phacelia tanacetifolia* benth.) tohumlarında görülen ışık ve sıcaklık dormansisinin kırılması üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Albayrak S., Türk M. ve Yüksel O., 2009. Effects of phosphorus fertilization and harvesting stages on forage yield and quality of wooly pod vetch. Turkish Journal of Field Crops. 14(1): 30-40
- Ateş E., 2012. The mineral, amino acid and fiber contents and forage yield of field pea (*Pisum arvense* L.), fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* benth.) and their mixtures under dry land conditions in the western turkey. Romanian Agricultural Research, 29, 237-244
- Ates E., Tekeli A. S. and Boynukara B., 2014. Performance Of Fodder Pea (*Pisum arvense* L.) - Fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) Mixture Under Different Nitrogen Doses. Romanian Agricultural Research, No. 31, 1-6
- Aydın N., Mut Z., Mut H. ve Ayan İ., 2010. Effect of Autumn and Spring Sowing Dates on Hay Yield and Quality of Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes. Journal of Animal and Veterinary Advances. 9(10): 1539-1545
- Dağ V., 2013. Farklı azot dozlarının arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nda verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 48s
- Djordjevic N., Dinic B., Grubic G., Vuckovic S. and Simic A., 2005. The quality and chemical composition of *Phacelia tanacetifolia* Benth. and lucerne silages. Integrating efficient grassland farming and biodiversity. Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, Tartu, Estonia, 29-31 August 2005 2005 pp. 294-297
- Ercan R. ve Bildik E., 1993. Azotlu gübre uygulamasının ekmeklik buğday kalitesine etkisi. Gıda 18(3):165- 171
- Geren H. ve Kaymakkavak D., 2007. Farklı Sıra Arası Uzaklıklarının Kimi Arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) Çeşitlerinde Ot Verimi ile Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2007, 44 (1): 71-85
- Gromadzinski A., 1976. Influence of sowing dates and nitrogen fertilization on the yields of crops grown as the stubble aftercrop. Pamietnik Pulawski 1976 No. 66 pp. 155-166
- Kucharski J., 1992. Suitability of nitrogen fertilizers with delayed action for the fertilization of phacelia and carrots. Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis, Agricultura, 54(11): pp. 43-52
- Linn J. and Martin N. P., 1989. Forage quality tests and interpretation. Minnesota EXT. Service. AG-FO-2637. University of Minnesota, Saint Paul
- SAS Institute., 1998. INC SAS/STAT users' guide release 7.0, Cary, NC, USA
- Sezer Y., 1991. Gübreler ve gübreleme, Atatürk Üniversitesi yayınları No.679 Ziraat Fakültesi Yayınları No. 3003, Ders kitapları, Seri No. 55 Erzurum
- Wilczewski E., Leman'czyk G., Skinder Z. and Sadowski C., 2006. Effect of nitrogen fertilization on the yielding and health status of selected nonpapilionaceous plant species grown in stubble intercrop. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 2006 Vol. 9 No. 2
- Wilczewski E., Skinder Z. and Szczepanek M., 2008. Effect of the nitrogen dose on qualitative characters of green forage made of non-papilionaceous plants grown in stubble intercrop. Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura. 7 (2): 133-141
- Wilczewski E., Skinder Z. and Wydawnictwa M., 2009. Influence of nitrogen fertilization on macronutrients content in the post-harvest residue of non-papilionaceous plants cultivated in stubble intercrop. Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura, 8 (2): 77-86

Bazı Yeşil Mercimek Genotiplerinde Dane Verimi ve Verim Komponentleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

*Ömer SÖZEN¹

Ufuk KARADAVUT²

¹Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir

²Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kırşehir

*Sorumlu yazar e-posta (Correspondence author e-mail): eekim_55@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 09.05.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 05.06.2017

Öz

Kırşehir ili ekolojik koşullarında yetiştiriciliği yapılan mercimek genotiplerinde verim ve verime etki eden unsurların belirlenmesi ile bu unsurlar arasındaki ilişkilerin ortaya koyulmasını amaçlayan bu araştırma 2013 ve 2014 yıllarında iki yıl süre ile yürütülmüştür. Araştırmada 3'ü yeşil mercimek çeşidi (Sultan, Ankara Yeşili ve Meyveci 2001) olmak üzere 6 adet yeşil mercimek genotipi kullanılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüş olup ekimler 2013 yılında 28 Mart, 2014 yılında ise 24 Mart tarihinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan yeşil mercimek genotiplerinin iki yıllık ortalamalarına göre bitki boyları 18-21.3 cm, bitkide bakla sayıları 14.3-25.7 adet, bitkide tane sayıları 10.7-18.5 adet, bin tane ağırlıklarının ise 26.8-40.1 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca korelasyon analizi sonucunda biyolojik verim ile bitkide bakla sayısı, ilk bakla yüksekliği ile biyolojik verim, bitkide tane sayısı ile verim arasında çok önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak yeşil mercimek ıslah çalışmalarında bitkide bakla sayısı, bitki dane verimi ve ilk bakla yüksekliklerinin seleksiyon kriteri olarak dikkate alınmasının gerekliliği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil mercimek, tane verimi, verim komponentleri, korelasyon

Determination of Relationship Between Yield and Yield Components in Some Green Lentil Genotypes

Abstract

This research was carried out between 2013 and 2014 for two years, aiming to determine the factors affecting yield and yield components in the lentil genotypes cultivated in the Kirsehir ecological conditions and to reveal the relationship between these plant characters. In the study, 6 green lentil genotypes were used. The research was conducted in completely randomized block design with three replications. Sowings were carried out on March 28 for 2013 and on March 24 for 2014. According to the results averaged two consecutive years plant height ranged from 18 to 21.3 cm, number of pods per plant ranged from 14.3 to 25.7, number of seeds per plant ranged from 10.7 to 18.5, 1000 seed weight ranged from 26.8 to 40.1 g. Positively correlations detected between the biological yield and the number of pods per plant, the first pod height and between the number of seeds per plant and grain yield. As a result, it has been determined that the number of pods per plant, grain yield and the first pod height in the green lentil breeding studies should be considered as selection properties.

Keywords: Green lentil, grain yield, yield components, correlation

Giriş

Dünya genelinde yaşanmaya başlanan gıda temin sorunu artarak devam etmektedir. Bu ihtiyaçların içinde en önemli olanı ise protein teminidir. Hayvansal kaynaklı proteinlerin pahalı olmasından dolayı gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde daha ucuz olmasından

dolayı bitkisel kökenli proteinler oldukça önemlidir. Bitkisel protein kaynağı olarak en önemli bitki grubu, yüksek protein içerikleri nedeniyle yemeklik tane baklagillerdir.

Mercimek, yemeklik tane baklagiller arasında 4.3 milyon ha ekim alanı ve 4.9 milyon

ton üretimi ile dünyada 5. sırada yer almasına rağmen ülkemizde 17 bin ha yeşil mercimek ve 230 bin ha kırmızı mercimek olmak üzere 247 bin ha ekim alanı ve 417 bin ton üretimi ile nohuttan sonra ikinci sırada gelmektedir. Dünya verim ortalaması mercimek için dekara 115 kg iken, ülkemizde ise özellikle son yıllardaki başarılı ıslah çalışmaları sonucunda 148 kg'lık bir değere ulaşmıştır (Anonymous 2016).

Mercimek bitkisi hem protein miktarı (%23-31) hem de vitamin (A, B, C ve D) ve mineral maddeler (Fe, Mg, Ca, P, K) bakımından oldukça zengindir (Şehirli 1988). Mercimek bitkisinde yüksek oranda leucine, isoleucine, lycine, phenylalaline ve valin gibi önemli aminoasitler bulunmaktadır (Saint-Clair 1972). Bu özelliğinden dolayı mercimeğin içerdiği proteinler oldukça kalitelidir. Ayrıca proteinlerin hazmolunabilirlik özelliği de (%92) oldukça yüksektir (Bressani 1973). Bu özelliğinden dolayı mercimek bitkisi beslenme programlarında olması gereken bir besin kaynağıdır (Arora 1981).

Mercimek bitkisi sahip olduğu özelliklerinden dolayı üzerinde çok çalışılan bitkiler arasındadır. Özellikle kurak iklim koşullarında çok iyi uyum sağlaması ve başarılı bir şekilde üretilme imkanına sahip olması bu ürünü vazgeçilmez kılmaktadır (Lazaro ve ark. 2001). Bildirici ve Çiftçi (2001)'nin Van ekolojik koşullarında 9 mercimek genotipinde (Kışlık Kırmızı-51, Yerli Kırmızı ve Fırat-87, FLIP86-35L, ILL-468, FLIP86-29L, FLIP90-26L, FLIP89-30L ve ILL-1930) bitki boyunun 22.2-25.8 cm, ilk bakla yüksekliğinin 12.5-15.1 cm, bitkide ana dal sayısının 2.2-2.99 adet, baklada tane sayısının 1.19-1.58 adet, 1000 tane ağırlıklarının 36.6-45.1 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca tane verimi ile bitki boyu (0.338**), verim ile bitkide bakla sayısı (0.419**), verim ile bitkide tane sayısı (0.239*) ve bitkide tane verimi (0.301*) arasında olumlu ve önemli ilişkiler tespit etmişlerdir. Buna karşın verim ile baklada tane sayısı arasında ise önemli ancak olumsuz (-0.322**) ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir.

Akdağ ve Düzdemir (2002), Tokat koşullarında yaptıkları çalışmada mercimekte tane verimlerinin 93.78-172.56 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Biçer ve Şakar (2003), Diyarbakır koşullarında mercimekte çiçeklenme zamanının 93.13-110.0 gün, olgunlaşma zamanının ise 98.13-135 gün, bitkide bakla sayısını 15.5-23.56 adet, 1000 tane ağırlığı 40.88-31.63 g ve verimin ise 182.91-232.56 kg/da

arasında değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar en yüksek ilişkinin bitkide bakla sayısı ile bitkide tane sayısı (0.738**), biyolojik verim ile tane verimi (0.593**), bitkide tane sayısı ile baklada tane sayısı (0.497**), biyolojik verim ile bitki boyu (0.387**) arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Toklu ve ark. (2009) kırmızı mercimek yerel genotipleri arasında dane verimi ve verim komponentleri yönünden önemli farklılıklar saptadıklarını bildirerek, bitkide bakla sayısı, bitkide tohum sayısı ve 1000 tane ağırlığı özelliklerinin dane verimi üzerinde etkili karakterler olduğunu bildirmişlerdir.

Çölkesen ve ark. (2014) 12 farklı kırmızı mercimek çeşidiyle yaptıkları çalışmada; en yüksek verimin FLIP 2007-106L (368 kg/da), FLIP 2005-58L (310 kg/da) ve FLIP 2005-20L (298 kg/da) genotiplerinden elde edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca en erkenci genotiplerin ise FLIP 2005-20L (145 gün), FLIP 2005-58L (151 gün) ve FLIP2007-106L (152 gün) olduğunu tespit etmişlerdir. Karadavut ve Palta (2010), 10 farklı mercimek genotipinin üç yıl ve dört farklı çevrede kimyasal performanslarının test edildiği çalışmada Fırat 87 genotipinin bütün çevrelerde benzer tepkiyi gösterdiği ve en kararlı genotip olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, Kırşehir ekolojik şartlarında bazı yeşil mercimek genotiplerinin verim ve verim komponentleri ile karakterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi olarak özetlenebilir.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, 2013 ve 2014 yıllarında İç Anadolu Bölgesi sınırları içinde yer alan Kırşehir ekolojik koşullarında Ahi Evran Üniversitesinin Bağbaşı yerleşkesinde yer alan Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde yürütülmüştür. Araştırma alanının topraklarının kumlu-tınlı yapıda, toprak reaksiyonunun (pH=7.86) nötre yakın, organik madde (%1.85), ile fosfor (2.16 ppm) içeriğinin düşük, kireç oranının (%15.34) orta derecede ve potasyumca yeterli (1.44 Me/100 g) olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü 2013 ve 2014 yılları vejetasyon mevsimi ile uzun yıllar ortalama iklim verileri (ortalama yağış, ortalama sıcaklık ve nispi nem) Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde 2013 yılının 2014 yılından daha sıcak ve kurak geçtiği görülmektedir. Uzun yıllar ve deneme yılları karşılaştırıldığında en yağışlı yılın 2014 yılı olduğu, aylık ortalama sıcaklık değerleri bakımından her iki yıllık değerler ile uzun yıllar değerleri arasında benzerlik olduğu

Çizelge 1. Kırşehir İli'ne ait 2013 ve 2014 yılları ile uzun yıllar iklim verileri*

Table 1. Climate data for the Kırşehir*

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Ortalama Nispi Nem (%)		
	2013	2014	Uzun Yıllar	2013	2014	Uzun Yıllar	2013	2014	Uzun Yıllar
Mart	7.2	7.4	6.3	14.2	52.2	9.3	63	64.3	67.5
Nisan	12	13.2	11.4	45.1	20.2	7.7	62.8	54.9	59.7
Mayıs	19.3	16.9	16.2	15.1	46.6	10.7	44.7	59.5	56.2
Haziran	21.4	20.8	20.6	1	36	13.9	42	51.6	50.9
Temmuz	24.1	27.6	24.8	6.6	13	2.9	37.1	33.6	38.4
Ortalama	16.8	17.2	15.9				52.5	52.8	54.5
Toplam				82	168	44.5			

*Kırşehir İl Meteoroloji Müdürlüğü *Kırşehir Provincial Meteorology Directorate

görülmektedir.

Araştırmada 3 standart çeşit (Sultan, Ankara Yeşili ve Meyveci 2001) ile 3 yerli popülasyon (Hacıbektaş 1, Altınekin/Konya, Hacıbektaş 2) kullanılmıştır.

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ekimler 20 cm sıra arası mesafede çiziler markör ile açılarak tohumlar el ile ekilmiştir. Parsel büyüklükleri; 0.8 m x 5 m= 4 m² olacak şekilde düzenlenmiştir. Gübreleme dekara 2.5 kg saf azot ve 5 kg saf fosfor üzerinden DAP gübresi olarak verilmiştir. Ot mücadelesi çiçeklenme öncesine bir ve çiçeklenme sonrasında bir kez olmak üzere toplam iki kez elle yapılmıştır.

%50 çiçeklenme ve bakla bağlama gün süreleri tüm parsel üzerinden yapılmıştır. Bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, biyolojik verim, bitkide bakla sayısı, bitki başına verim, bitkide tane sayısı, bin tane ağırlığı (g) ölçümleri için her parselin ortasındaki 2 sıradan rastgele 10 bitki seçilmiş ve bunların ortalama değerleri hesaplanmıştır. Tohum verimi parselin ortasındaki 2 sıra ve 4 metrelik kısımdan 0.4 x 4= 1.6 metre karelik alan üzerinden yapılmıştır.

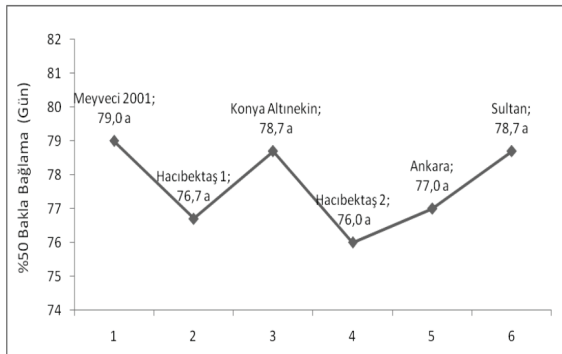
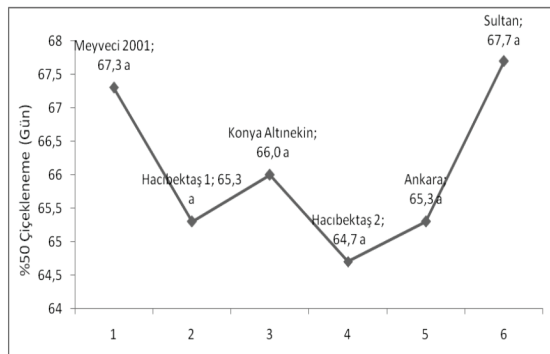
Çalışmadan elde edilen veriler, yıllar birleştirilerek varyans analizine tabi tutulmuş olup karakterlere ait eldeki uygulamalar

arasındaki farklılığın istatistiksel kontrolünde F testi uygulanmıştır. İstatistiki düzeyde önemli bulunan karakterler için ortalamalar arasındaki farkların gruplandırması EGF testine göre (P>0.05), karakterler arası ilişkiler için korelasyon analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). İstatistiki analizler için MINITAB 14 V istatistik paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

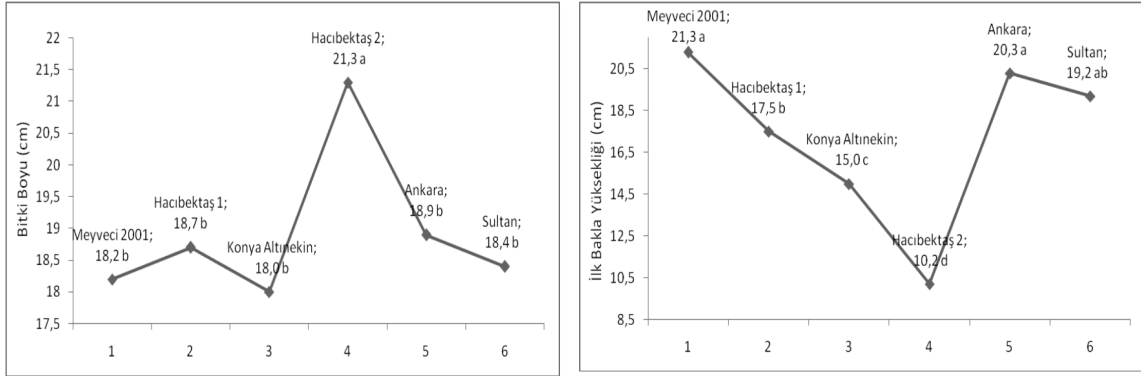
İncelenen özelliklerden %50 çiçeklenme ve %50 bakla bağlama gün sürelerine ilişkin sonuçlar Şekil 1'de gösterilmektedir. Her iki özellik içinde genotipler arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı gözlenmektedir. Kurak iklim şartlarının hâkim olduğu ilde özellikle sıcakların aniden ve yüksek oranda olması çiçeklenmeyi ve bakla bağlamayı teşvik etmektedir. Bu da genotipler arasındaki farklılığın kapanmasına neden olmuş olabilir.

Şehirli (1988), çiçeklenmenin havasıcaklığı ve havanın nemi ile doğrudan ilişkili olduğunu ve bu faktörlerdeki artışın çiçeklenmeyi teşvik ettiğini azalmanın ise açılmamayı teşvik ettiğini belirtmiştir. Chakraborty ve Haque (2000) ile Aydoğan ve ark. (2003) çiçeklenme gün sayısında varyansın çok düşük olduğunu ve değişimin az olmasının normal karşılanması gerektiğini bildirmişlerdir. Erksine ve Sarker (1997) Hindistan ve Bangladeş'te verim kaybının %62'lik kısmının erken çiçeklenme



Şekil 1. %50 çiçeklenme ve bakla bağlama gün sayıları

Figure 1. 50% flowering and 50% pod binding period



Şekil 2. Bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği
Figure 2. Plant height and the first pod height

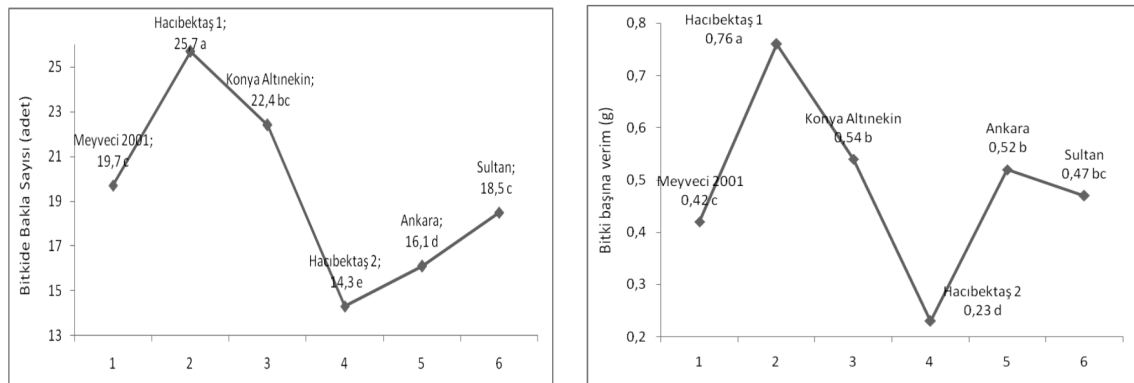
ve buna bağlı olarak erken olgunlaşmadan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bitki boyu ile ilk bakla yüksekliği değerlerine ait sonuçlar Şekil 2'de gösterilmektedir. Bitki boyu bakımından çok yüksek bir varyasyonun olmadığı sadece Hacibektaş 2 genotipinin diğer genotiplerden ayrıldığı görülmektedir. Diğer genotipler ise birbirlerine yakın değerler göstermişlerdir. İlk bakla yüksekliği bakımından ise saptanan varyasyon bitki boyuna kıyasla biraz daha yüksek olmuştur. Meyveci 2001 ve Ankara Yeşili genotipleri ilk bakla yüksekliği bakımından ön sıralarda yer alırken, bunları Sultan genotipi izlemiştir. Ancak Hacibektaş 2 genotipinin bitki boyu değeri yüksek olmasına rağmen ilk bakla yüksekliği çok düşük değer almıştır (Şekil 2). Bu sonuç Hacibektaş 2 genotipinin makineli hasata uygun olmadığını bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Yemelik tane baklagillerde ekolojik koşulların bitki boyu ve ilk bakla bağlama zamanını doğrudan etkilediği bildirilmiştir (Summerfield 1981). Biçer ve Şakar (2003a) mercimek bitkisinin kışlık ekim yapılması durumunda bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğinin artacağını

belirtmişlerdir. Çölkesen ve ark. (2014) Kahramanmaraş koşullarında belirtilen özellikler bakımından büyük varyasyonun olduğunu açıklamışlardır. Elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Bitkide bakla sayısı ve bitkide tane verimine ilişkin sonuçların verildiği Şekil 3'de her iki özellikte de büyük varyasyonun olduğu görülmektedir. Ancak değişim konusunda iki özellik içinde genotiplerin verdikleri tepkiler aynı olmuştur. Bitkide bakla sayısı ve bitki tane verimi bakımından Hacibektaş 1 genotipi en yüksek değeri alırken, Hacibektaş 2 genotipi ise her iki özellik içinde en düşük değere sahip olmuştur. Ancak Ankara Yeşili genotipinin diğerlerinden ayrılarak aynı kararlılığı göstermediği gözlenmiştir.

Akdağ ve Düzdemir (2002), bu özelliklerin özellikle yazlık ekimde daha düşük değerler aldığını ve kışlık ekimde daha iyi sonuçların alınabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacıların saptadığı bulgular ile bizim elde ettiğimiz sonuçlar benzerlik göstermektedir. Çokkızgın ve ark. (2005) Kahramanmaraş koşullarında



Şekil 3. Bitkide bakla sayısı ve bitki dane verimi
Figure 3. The number of pods per plant and the grain yield per plant

bu özellikler bakımından genotipler arasında farklılığın olmadığını ancak yıl etkisinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği bulgular ile bizim bulgularımız farklılık göstermektedir. Bunun sebebinin Kahramanmaraş ekolojik koşullarının Kırşehir ili ile çok benzer özelliğe sahip olmadıklarından kaynaklandığı tahmin edilmiştir.

Bitkide tane sayısı ile bin tane ağırlığı özelliklerine ait değerlerin verildiği Şekil 4 incelendiğinde varyasyonun yüksek olduğu görülmektedir. Genotiplerin bitkide tane sayısında gösterdikleri tepkileri bin tane ağırlığı bakımından da göstermeleri beklenirken böyle olmamış ve çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bitkide tane sayısı bakımından Hacıbektaş 1 genotipi en yüksek değere sahip olurken, bin tane ağırlığında Meyveci 2001 ve Konya Altınekin genotipleri ilk sırada yer almışlardır. Benzer şekilde bitkide tane sayısı bakımından en düşük değer Ankara Yeşili genotipinde gözlenirken, bin tane ağırlığı bakımından ise en düşük değer Sultan ve Hacıbektaş 2 genotiplerinde gözlenmiştir.

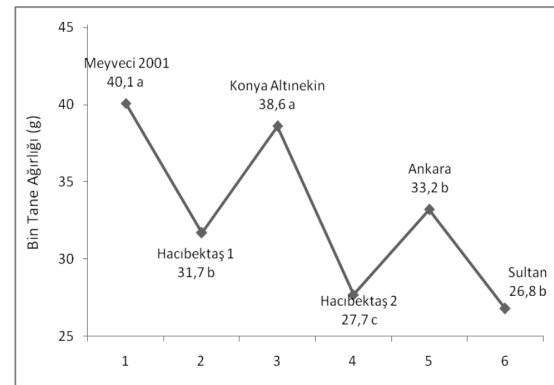
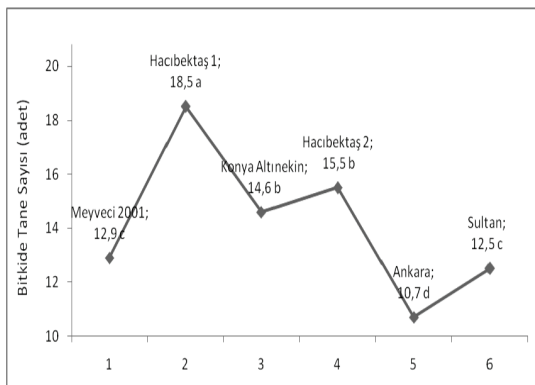
Bitkide tane sayısı ile bin tane ağırlığı değerleri birbirlerini desteklememişlerdir. Bu durum dane dolmuş döneminde oluşan yüksek sıcaklıklar ve bu sıcaklıkların etkisi ile bitkilerin daneleri yeterince dolduramaması ile açıklanabilir. Yılmaz ve ark. (1996), yaptıkları çalışmada özellikle generatif dönemde karşılaşılan yüksek sıcaklıkların tane dolmasını olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bucak ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Biçer (2014), nohut ve mercimek bitkilerinde gübrelemeye karşı en olumlu tepkileri bitkide tane sayısı ile baklada tane sayısının verdiğini belirtmiştir. Bu çevresel değişimin bitki büyümesine nasıl etki yapacağını belirlemek için

açısından önem taşımaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Biyolojik verim ve verim ile ilgili elde edilen sonuçlara göre hem biyolojik verim ve hem de dane verimi bakımından genotiplerin benzer tepkiler gösterdikleri görülmektedir (Şekil 5). Hacıbektaş 1 genotipi her iki özellik içinde en yüksek değeri alırken, en düşük değer ise Hacıbektaş 2 genotipinde görülmüştür. Diğer genotiplerde de sıralama benzer olmuştur. Çokkızgın (2007), yaptığı çalışmada dane veriminin 117 ile 323 kg/da arasında değişiklik gösterdiğini ve varyasyonun çok geniş olduğunu belirtmiştir. Biyolojik verim bitkinin toprak üzerindeki bütün aksamıdır. Dane verimi ve biyolojik verimin yağışın etkisinde olduğu bilinmektedir (Günel ve ark. 1994). Yağış olması durumunda bu özelliklerin değeri artmakta yağışın azalması ile değerler düşmektedir.

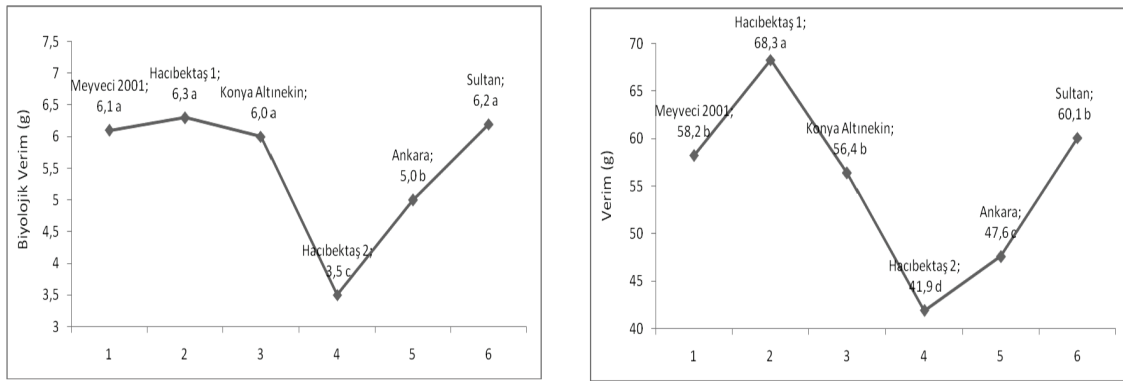
Karadavut (2009), yaptığı çalışmada biyolojik verim ve verim bakımından genotiplerdeki varyasyonda ilkbahar sıcaklıklarının beklenenden önce ve yüksek oranda bastırması olduğunu belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada da her iki yılda da sıcaklıklar normal şartlardan daha erken gelmiştir. Bu da bitkileri büyümeye ve erken olgunlaşmaya zorlamıştır. Böylece biyolojik verim ve verimde olması gerekenin çok altında sonuçlar elde edilmiştir. Benzer sonuçları Gharti ve ark. (2008)'de belirtmiştir.

Korelasyon analizi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Biyolojik verim ile dane verimi arasındaki ilişki $p < 0.05$ düzeyinde, bitkide tane sayısı ile dane verimi arasındaki ilişki $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Karadavut (2009), yaptığı çalışmada verim ile biyolojik verim ve hasat indeksi ile verim arasında yüksek oranda pozitif yönlü ilişki olduğunu belirtmiştir. Kakde ve ark. (2005), bitkide tohum verimi ile



Şekil 4. Bitkide tane sayısı ve bin tane ağırlığı

Figure 4. The number of seeds per plant and 1000-seed weight



Şekil 5. Biyolojik verim ve dane verimi

Figure 5. Biological yield and grain yield

Çizelge 2. Dane verimi ve verime etkili karakterler arasındaki ilişkiler

Table 2. The relationship of grain yield and yield components

Karakterler Arası İlişkiler		Korelasyon Katsayısı (r)
%50 çiçeklenme gün sayısı	%50 Bakla bağlama gün sayısı	0,468*
%50 bakla bağlama gün sayısı	Biyolojik verim	0,525*
Bitki boyu	İlk bakla yüksekliği	-0,475*
İlk bakla yüksekliği	Biyolojik verim	0,607**
İlk bakla yüksekliği	Bitki dane verimi	0,505*
Biyolojik verim	Bitkide bakla sayısı	0,745**
Biyolojik verim	Bitkide tane sayısı	0,725**
Biyolojik verim	Dane verimi	0,457*
Bitkide bakla sayısı	Bitki dane verimi	0,860**
Bitkide tane sayısı	Bitkide bakla sayısı	0,544*
Bitkide tane sayısı	Dane verimi	0,453**

hasat indeksi arasında pozitif ve önemli ilişki olduğunu ancak bitkide bakla sayısı ile hasat indeksi arasında negatif ve önemli ilişkiler olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre bitkide tane sayısının verimi etkileme bakımından en önemli karakter olduğu söylenebilir.

Bitki boyunun artması genel olarak ilk bakla yüksekliği değerini de artırmaktadır. Ancak yapılan çalışmada tam tersi bir sonuç elde edilmiştir. Biyolojik verim ile bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi arasında çok önemli ilişkilerin çıkması da biyolojik verimi bakla gelişiminin doğrudan ve önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Sonuç

Yapılan çalışmada 6 farklı yeşil mercimek genotipi kullanılmıştır. Bu genotiplerin dane verimi ve verime etki eden karakterleri belirlenmiştir. Hacıbektaş 2 genotipinin genel olarak diğer genotiplerden daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Bu genotipi Meyveci 2001, Konya Altınekin ve Sultan genotipleri izlemiştir. En düşük değer ise Hacıbektaş 1 genotipinde görülmüştür.

Yapılan çalışmada sonuç olarak, bitkide

bakla sayısı ve bitki dane verimi üzerinde özellikle durulması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ekolojik faktörlerin bitki yetiştiriciliğinde temel belirleyiciler arasında olduğu bu çalışma sonucunda da açıkça ortaya konulmuştur. Özellikle kurak iklim koşulları altında yapılan çalışmalarda kurağa toleranslı genotiplerin üzerinde durulması yetiştiriciliğin geleceği açısından faydalı olacaktır. İklimin belirleyici olması aynı zamanda yeni genotipleri geliştirirken bu faktörün ön plana alınması şartını da getirmektedir. Yapılan bu çalışmada Hacıbektaş 1 genotipi bölgenin yerel genotipi olması nedeniyle daha başarılı bir performans sergilemiştir.

Kaynaklar

- Akdağ C. ve Düzdemir O., 2002. Tokat ekolojik şartlarında kışlık ve yazlık ekime uygun mercimek (*Lens culinaris* Medic.) çeşitlerinin belirlenmesi. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1):69-73
- Anonymous., 2016. <http://fao.org/faostat/data/QC> (Erişim tarihi: 10.04.2017)
- Arora S.K., 1981. Chemistry and Biochemistry of Legumes. Edward Arnold, London

- Aydoğan A., Aydın N., Karagöz A., Karagül V., Horan A. ve Gürbüz A., 2003. İç Anadolu ve kuzey geçit bölgelerindeki yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medic.) genetik kaynaklarının toplanması, karakterizasyonu ve ön değerlendirilmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, 160-165
- Bıçer T. ve Şakar D., 2003a. Diyarbakır koşullarında yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medic.) hatlarının bazı morfolojik ve tarımsal karakterlerinin belirlenmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, 508-510
- Bıçer T. ve Şakar D., 2003b. Farklı lokasyonlarda bazı mercimek (*Lens culinaris* Medic.) hat ve çeşitlerinde verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, 504-507
- Bıçer B.T., 2014. Some agronomic studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medic.) Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(1):42-51
- Bildirici N. ve Çiftçi V., 2001. Van ekolojik koşullarında yüksek verimli kışık mercimek (*Lens culinaris* Medic.) çeşitlerinin tane verimi ile verim öğeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1):67-72
- Bressani R., 1973. Legumes in human diets and how they might be improved. Ed: MILNER, M., Nutritional Improvement of Food Legume by Breeding. New-York, 389
- Bucak B., Al V., Baysal İ. ve Polat T., 2003. Kırmızı mercimekte alternatif hat ve çeşitler. GAP III. Tarım Kongresi 02-03 Ekim, Şanlıurfa, 555-558
- Chakraborty M. and Haque M.F., 2000. Genetic variability and component analysis in lentil (*Lens culinaris*). Journal of Research, Birsa Agricultural University, 12(2):199-204
- Cokkızgın A., Colkesen M., Kayhan K. and Aygan M., 2005. A research on yield and yield components in different winter lentil (*Lens culinaris* Medic.) cultivars under Kahramanmaraş conditions. University of Akdeniz, Journal of Agricultural Faculty, 18(2):285-290
- Çokkızgın A., 2007. Güney ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden toplanan bazı kırmızı mercimek (*Lens culinaris* Medic.) yerel genotiplerinin bitkisel ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Çölkesen M., İdikut L., Zulkadir G., Çokkızgın A., Girgel Ü. and Boylu Ö.A., 2014. Determination of yield and yield components of various winter (*Lens culinaris* Medic.) lentil genotypes in Kahramanmaraş conditions. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, (1):1247-1253
- Duzgunes O., Kesici T., Kavuncu O. and Gurbuz F., 1987. Research and trial methods. Journal of Agricultural Faculty of Ankara University, 381
- Erskine W. and Sarker A., 1997. Lentil: the Bangladesh breakthrough. ICARDA Carvan No. 6
- Gharti D.B., Jha P., Darai R., Ghale D., Joshi S. and Wagle B.P., 2008. Studies on management of stemphylium blight (*Stemphylium sarciniforme*) of lentil (*Lens culinaris* L.) at NGLRP, Rampur and RARS, Nepalgunj. In: Program and Abstract of a 27th National Winter Crops Workshop "Ensuring Food Security Through Crop Diversification". Nepal Agricultural Research Council, 35-36
- Günel E., Yılmaz N., Erman M. ve Kulaz H., 1994. Van ekolojik koşullarında mercimeğin (*Lens culinaris* Medic.) çeşit ve adaptasyonu üzerine araştırmalar. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan, İzmir
- Kakde S.S., Sharma R.N., Khilke A.S. and Lambade B.M. 2005. Correlation and path analysis studies (*Lens culinaris* L.). Journal of Soils and Crops. 15(1):67-71
- Karadavut U., 2009. Path analysis for yield and yield components in lentil (*Lens culinaris* Medic.). Turkish Journal of Field Crops, 14(2):97-104
- Karadavut U. and Palta Ç., 2010. Chemical performance of multi environment trials in lentil (*Lens culinaris* Medic.). Journal of the Science of Food and Agriculture, 90:117-120
- Lazaro A., Ruiz M., Rosa L. and Martin I., 2001. Relationships between agro/ morphological characters and climatic parameters in Spanish landraces of lentil (*Lens culinaris* Medic.). The Netherlands. Kluwer Academic Publishers, 48(3):239-249
- Saint-Clair P.M., 1972. Responses of *Lens esculenta* Moench to controlled environmental factor. H. Weenmen-Zone N.V. Wageningen 84
- Summerfield R.J., 1981. Adaptation to environments. Lentils (C. Webb and G. Hawtin ed.), 91-110, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough SL2 3BN, England
- Şehirli S., 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1089, Ders Kitabı: 314, Ankara, 435
- Toklu F., Bicer B.T. and Karakoy T., 2009. Agromorphological characterization of the Turkish lentil landraces. African Journal of Biotechnology, 8(17):4121-4127
- Yılmaz N., Erman M. ve Kulaz H., 1996. Van ekolojik koşullarında mercimekte (*Lens culinaris* Medic.) uygun ekim zamanının belirlenmesi

Yeni Nesil Genom Düzenleme Teknikleri: ZFN, TALEN, CRISPR'lar ve Bitkilerde Kullanımı

*M. Aydın AKBUDAK

Kübra KONTBAY

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Antalya
*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): akbudak@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 22.03.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 30.04.2017

Öz

ZFN, TALEN ve CRISPR'lar DNA'da hedeflenen bölgeye bağlanabilmeleri sayesinde genomda düzenleme yapmaya imkân veren yeni nesil genom düzenleme teknikleridir. Bu tekniklerin kullanımı sayesinde hedef genler mutasyona uğratılarak ya da genomdan kesilerek susturulabilmekte, ayrıca genlerde istenilen nükleotidlerin değiştirilmesi de mümkün olabilmektedir. Yapılan genom düzenlemeleri hâlihazırda kullanılan metotlara kıyasla daha hızlı, daha kolay, etkin ve ucuzdur. Bu makalede yeni nesil genom düzenleme tekniklerinin çalışma prensipleri, kullanıldıkları alanlar, tekniklerin birbirleriyle kıyaslanması ve bu teknikler kullanılarak genetik mühendisliği ve ıslahı alanında şu ana kadar yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. Makalenin son bölümünde bu tekniklerle yapılan düzenlemeler sonucunda elde edilen bitkilerin doğaya salınımı ve bu konuda mevcut düzenlemelere de değinilmiştir. Yeni nesil genom düzenleme tekniklerinin bağlanma ve kesim etkinliklerinin artırılması mevcut çalışmalarını bir adım daha ileriye taşıyarak, daha verimli, kaliteli ve çevresel faktörlere karşı toleranslı çeşitlerin geliştirilmesine imkân tanıyacaktır.

Anahtar Kelimeler: ZFN, TALEN, CRISPR, gen susturma, genetik modifikasyon

New Generation Genome Editing Techniques: ZFNs, TALENs, CRISPRs and Their Use in Plant Research

Abstract

ZFNs, TALENs and CRISPRs are the new generation genome editing tools functioning by binding a specified target region on DNA. Using one of these techniques, target genes could be edited by insertion/deletions. It is also possible to replace nucleotides in target genes via homologous recombination. Compared to the current methods, new generation genome editing is faster, easier, more efficient and less expensive. This review covers how and where new generation genome editing techniques can be used, comparison one to another, and highlights applications in plant genetic engineering and plant breeding. Furthermore, the release of genome edited plants to the environment and current regulations in the world are discussed. It is predicted that improvements in binding and excising efficacy of new generation genome editing techniques would take the current research one step further, and would be a major aid to plant breeding that would lead to generating crop varieties with higher yield, quality and tolerance to biotic and abiotic stresses.

Keywords: ZFN, TALEN, CRISPR, gene silencing, genome modification

Giriş

Dizi spesifik nükleazlar (ZFN, TALEN ve CRISPR) tıp, moleküler biyoloji ve bitki ıslahında son 3-4 yıldır yaygın olarak kullanılmaya başlanılan yeni nesil genom düzenleme araçlarıdır. Bu nükleazlar DNA kesim (restriction) enzimlerine benzer şekilde, genomda düzenleme yapılmak istenen bölgede DNA'yı çift iplikli olarak keserler.

Oluşan bu çift iplik kesikleri, hücrenin DNA tamir mekanizmaları olan HR (Homologous Recombination = Homolog Rekombinasyon) ya da NHEJ (Non-Homologous End Joining= Homolog Olmayan Uçların Birleşmesi) yoluyla tamir edilirken, hücre tarafından hangi tamir mekanizmasının kullanıldığına bağlı olarak genomda farklı modifikasyonlar meydana gelir

(Bortesi ve ark. 2015; Lawrenson ve ark. 2015). Tamir sırasında NHEJ'nin HR'ye bir baskınlığı söz konusu olup, tamir olaylarının %99,9'u NHEJ yoluyla gerçekleşir. Bu yolla meydana gelen birleşme sonrasında kesim yapılan bölgede nükleotid kayıpları ve kazanımları oldukça sık görülmektedir. NHEJ yoluyla gerçekleşen bu kusurlu tamir genomdan büyük parçaların silinmesine, nükleotid kazanımı ve kaybı nedeniyle okuma çerçevesi kaymasına (frame-shift) ve nihayetinde oluşan mutasyon nedeniyle hedef bölgedeki genin ifadesinin değişmesine neden olmaktadır (Belhaj ve ark. 2015; Zhang ve ark. 2016a).

HR'den yararlanmak suretiyle yapılmak istenen modifikasyon çalışmalarında (amaca uygun olarak gendeki nükleotid diziliminin değiştirilmesi, gen aktarılması, DNA aktarılacak genin susturulması vb.) genomda hedeflenen bölgeyle homolog diziler içeren bir donör parça hücreye gönderilir ve HR mekanizması sayesinde bu parça genoma entegre edilebilir (Voytas 2013). Diğer yandan, somatik hücrelerde kesik kromozomların onarımı NHEJ yoluyla gerçekleştirilmektedir. NHEJ özellikle insanlar ve bitkiler gibi yüksek ökaryotlarda baskın tamir mekanizmasıdır (Ray ve ark. 2002; Shen ve Strunks 2016).

NHEJ ve HR'yi birbirinden ayıran temel fark, tamir için DNA homolojisine ihtiyaç duyulup-duyulmadığıdır (Takata ve ark. 1998). HR ile DNA kesikleri orijinaline uygun olarak onarılmakla birlikte, bu mekanizmanın kullanılabilmesi için genomun herhangi bir yerinde homolog kromozom ya da kardeş kromatit gibi homolog dizilerin yer alması gerekir (Takata ve ark. 1998). DNA replikasyonu sırasında kardeş kromatitler birbirine yakın olduğu için replikasyon sırasında meydana gelen çift iplik kesikleri genellikle HR yoluyla onarılır. Radyasyon gibi çevre faktörlerinin yol açtığı çift iplik kesikleri ise çoğunlukla NHEJ ile tamir edilir. Bunun en büyük sebebi kardeş kromatitlerin replikasyonda olduğu gibi birbirine yakın olmaması ve de hâlihazırda paketlenmiş olmasıdır (Sonada ve ark. 2006). Gerçekleştirilen tamir orijinaline uygun olmasa da, NHEJ'de HR gibi DNA'nın onarımında görevlidir ve genom bütünlüğünün korunmasını sağlamaktadır.

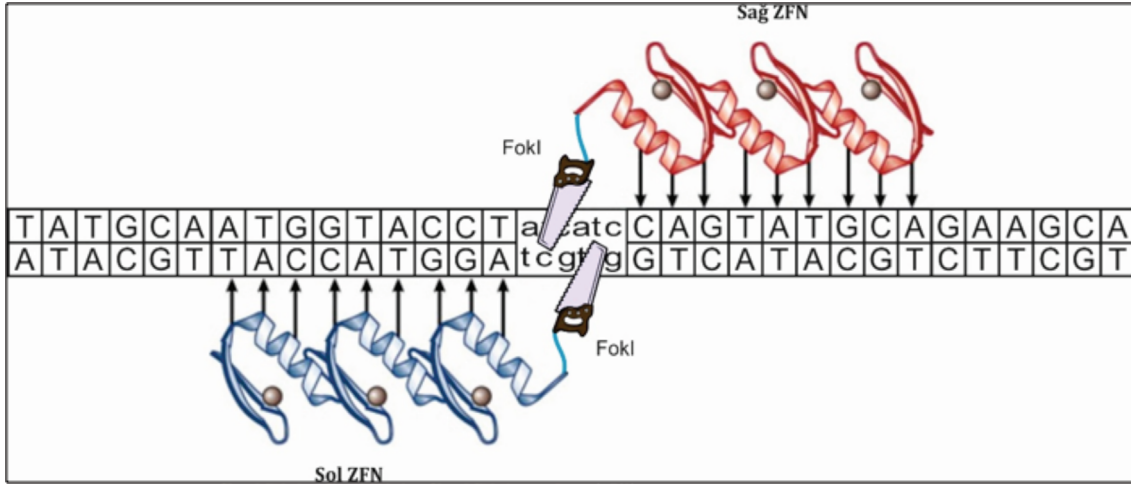
Radyasyon, kanserojenler veya toksik elementler nedeniyle meydana gelen çift iplik kesikleri, dizi spesifik nükleazlar (ZFN, TALEN ve CRISPR) yardımıyla da genomda istenen bölgede yapay olarak oluşturulabilmektedir.

Oluşan bu kesikler hücrede çoğunlukla NHEJ yoluyla onarıldığı için onarılan bölgede insersiyon-delesyon (in-del) nedeniyle mutasyonlar meydana gelmektedir. Oluşan mutasyonlar ise genellikle onarılan bölgedeki genin fonksiyonunu kaybetmesiyle sonuçlanmaktadır (Voytas 2013). Negatif gibi görünen bu durum, gen fonksiyonu araştırmalarında (fonksiyonel genomik) ve yeni genetik kompozisyona sahip bitkilerin elde edilmesinde çok önemli olup moleküler biyoloji ve bitki ıslahında yeni bir çağın başlangıcına işaret etmektedir.

ZFN'ler (Zinc Finger Nucleases)

ZFN'ler (Zinc Finger Nucleases) kullanıcının genomda modifiye etmek istediği bölgeye göre dizayn edilen ilk dizi spesifik nükleazlardır. ZFN'ler DNA'ya spesifik olarak bağlanan bir domain (binding= bağlanma domaini) ve bir nükleaz (cleavage=kesim) domaini olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. DNA'ya spesifik olarak bağlanan kısım ZF (Zinc Finger) proteinlerden oluşur (Samanta ve ark. 2016). Her ZF birimi 30 amino asit içerir ve bu amino asitler bir adet çinko atomuna bağlıdır. Zinc finger proteinler $\beta\beta\alpha$ yapısıyla katlanmış. α helix yüzeyinde bazı spesifik pozisyonlarda bulunan amino asitler ZF proteinlerin DNA ile spesifik interaksiyonunu sağlamaktadır (Szczepek ve ark. 2007; De Pater ve ark. 2009; Gaj ve ark. 2013). Diğer amino asitlerin bir konsensüs iskeleti olarak bırakılıp sadece bu spesifik aminoasitlerin değiştirilmesi ile farklı sekanslara bağlanan zinc finger proteinler elde edilebilir (Wu ve ark. 2007; Szczepek ve ark. 2007). Şekil 1'de de görüldüğü gibi üç ya da daha fazla zinc finger birimi dizi halindedir ve her ayrı zinc finger üç spesifik nükleotidi tanıyabilir (Voytas 2013). Böylelikle 18-24 bp kadar bir tanıma bölgesi oluşturulabilir ki bu uzunlukta bir hedef bölge bitki veya memeli genomunda muhtemelen tek olacaktır. *FokI* endonükleaz ise kesim domainini oluşturur.

FokI, *Flavobacterium okeanoites* bakterisinden izole edilen bir kesim enzimidir (Wah ve ark. 1998). Zinc finger dizisi ile kombine edilmiş bu enzimin çift iplik kesimi oluşturabilmesi için dimerize (tıpkı bir makas gibi) olması gerekir. Bu nedenle ZF protein dizisinin bir monomeri çift iplikli DNA'ya üstten bağlanırken diğer monomer aralarında 5-7 bp açıklık olacak şekilde alttan bağlanır ve dimer oluşturur (Osakabe ve ark. 2015). Böylece bu alt ve üst iplikten bağlanan ZF proteinleri arasında kalan bölgede (ki burası hedef bölge olarak seçilmiştir) *FokI* çift iplik



Şekil 1. ZFN'nin DNA'yı kesmesi: İki ZFN, DNA'nın alt ve üst ipliklerine yapışarak *FokI* kesim domaininin dimerize olmasını ve DNA'yı her iki iplikçğinden kesmesini sağlar. Kesim bölgesi iki ZFN'nin tanıma bölgeleri arasında kalan 6 baz çiftinden oluşan bölgedir.

Figure 1. DNA cleavage by ZFNs: Binding of two ZFNs to lower and upper strands of DNA at target region results in dimerization of *FokI* and cutting DNA in both strands. Restriction site is a 6-bp spacer sequence between recognition sites of two ZFNs.

kesiği oluşturabilir. İleride bahsedilecek TALEN sisteminde de kesim işlemi *FokI* tarafından gerçekleştirilmekle olup, ZFN ve TALEN sistemleri arasındaki fark DNA'yı tanıyan kısımlarının (binding domainlerin) yapısal farklılığıdır (Samanta ve ark. 2016).

FokI'in DNA'da oluşturduğu çift iplik kesiklerinin hücrenin tamir yollarını uyarması sonucunda NHEJ ve HR yoluyla tamir edilirler. NHEJ ile gerçekleşen tamir ile gen knock-outları oluşurken, HR mekanizması yoluyla da genoma parça entegrasyonu (gene targeting) gerçekleştirilebilir (Shukla ve ark. 2009; De Pater ve ark. 2009; Schneider ve ark. 2016).

ZFN sisteminin çalışabilmesi için alt ve üst ZFN proteinlerinin dimerize olması gerekliliği spesifikite açısından bir avantajdır. İki farklı amino asit dizisinin DNA'ya alttan ve üstten bağlanıp kesim yapması anlamına gelen bu durum, çok kompleks bir genomda bile yanlış bağlanma olmadan tek bir hedef bölgenin modifiye edilebilmesine imkan sağlamaktadır (Carroll 2011; Gaj ve ark. 2013).

ZFN sistemi kullanılarak yapılan ilk başarılı çalışmada *Drosophila melanogaster*'in somatik eşey hücrelerinde mutagenез gerçekleştirilmiştir (Carroll 2011). Bu çalışmayı takiben ZFN sistemi ile *C. elegans*, zebra balığı ve insan hücrelerinin yanı sıra *Arabidopsis*, tütün, mısır ve soya fasulyesini de içeren birçok bitkide etkili ve sonraki jenerasyonlara aktarılabilen mutagenез yapılmıştır (Miller ve ark. 2007; Ramalingam ve ark. 2011; Kumar

ve ark. 2015). Hedeflenmiş mutagenезin oranı organizmadan organizmaya değişmektedir (Carroll 2011).

Townsend ve ark. (2009) tütünde yaptıkları çalışmada asetohidroksiasit sentaz (*SuRA* and *SuRB*) genlerini ZFN sistemini kullanarak başarıyla hedeflemiştir. Bu genlerde mutasyon oluşması sonucu bitkiler imidazolinol (IMI) ve sulfonylurea (SU) temelli herbisitlere karşı dirençli hale getirilmiştir. Yine, Shukla ve ark. (2009) ZFN'ler yardımıyla mısır da IPK1 lokusuna bir herbisit tolerans geni aktarmışlar ve T1 jenerasyonunda hem herbisite dayanıklılık hem de IPK1 geninin mutasyona uğraması nedeniyle inositol fosfat profilinde farklılıklar bulunan bitkiler elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Spesifik DNA sekanslarını tanıyan ZF dizileri oluşturmak için birden fazla metot bulunmaktadır. Oligomerized Pool ENGINEERING (OPEN) genetik seleksiyonla ZF dizisinin inşası için kullanılan kombinasyonel seleksiyon tabanlı bir metottur (Townsend ve ark. 2009; Voytas 2013; Osakabe ve ark. 2015). ZFN oluşturmak için daha basit bir platform ise Context-Dependent Assembly (CoDA) olarak bilinen metottur (Sander ve ark. 2011). CoDA önceden seçilmiş iki finger ünitesini kullanır ve basit tekniklerle, hızlıca ZF dizisinin birleştirilmesine imkân tanır. İsteğe göre ZFN'leri dizayn etmeyi sağlayan başka metotlar ve ticari kitler de mevcuttur (Sigma-Aldrich, <http://www.sigmaaldrich.com/life-science/zinc-finger-nuclease-technology/custom-zfn.html>).

ZFN dizaynını kolaylaştıran metotlar çoğalsa da genomda istenilen her sekansın hedeflenememesi tüm ZFN tabanlı metotlar için hala sınırlayıcı bir faktördür (Osakabe ve ark. 2015). Ayrıca zincir fingerlar bağlanmaları tercih edilenler dışında başka üçlü nükleotidlere de bağlanabilmektedirler (hedef dışı bağlanma). Bu sebeple genomda hedef dışı yerlerde meydana gelen kesim sayısı hücrenin tamir edebilme kapasitesini aştığında, hücre içinde oluşan toksisite hücre veya organizmanın ölümüne neden olmaktadır (Szczeppek ve ark. 2007; Urnov ve ark. 2010). Gerek dizaynlarının zor olması gerekse hedef-dışı etki nedeniyle toksisite oluşturması, ZFN'leri dizi spesifik nükleazlar içinde en az tercih edilen teknik haline getirmiştir (Petolino 2015).

TALEN'ler (Transcription Activator Like Effector Nucleases)

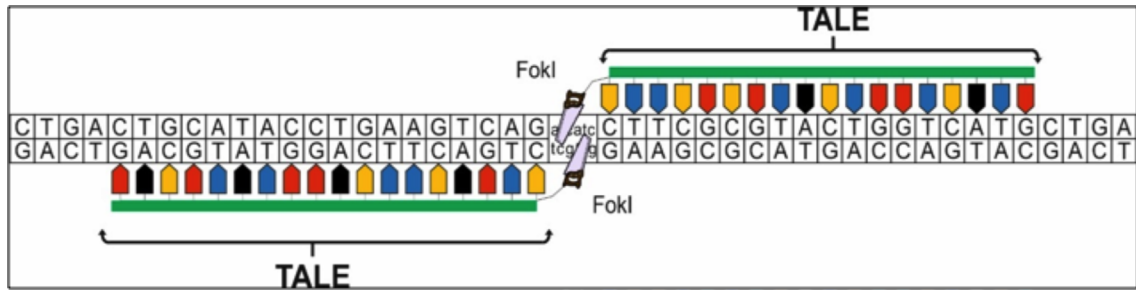
Dizi spesifik nükleaz ailesinin ikinci üyesi olan TALEN sistemi ZFN sistemine bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Joung ve ark. 2013). TALEN sistemi de ZFN sistemi gibi bir DNA bağlanma domaini ve *FokI* DNA kesim domaininden oluşmaktadır (Budhagatapalli ve ark. 2015). TALEN sisteminde DNA'ya bağlanmayı sağlayan TAL efektörleri ilk olarak bir bitki patojeni olan *Xanthomonas* bakterisinin türlerinde keşfedilmişlerdir (Boch ve ark. 2009; Moscou ve ark. 2009). Enfeksiyon sırasında *Xanthomonas* türüne ait bakteriler transkripsiyon aktivatör benzeri (Transcription Activator-Like = TAL) efektörleri (seçici olarak DNA/proteinlere bağlanan ve onların biyolojik aktivitelerini düzenleyen küçük moleküller) bitki hücresine göndermekte ve bu efektörler spesifik bitki geni promotorlarına bağlanarak bu genleri aktive etmektedirler.

Xanthomonas türleri bu yolla bitkilerde hastalık yapmaktadırlar (Scholze ve ark. 2011; Voytas 2013).

Bitki patojeninde doğal olarak bulunan TALE (Transcription Activator-Like Effector) proteinlerinin genom modifikasyonunda kullanılabileceği ilk defa bitki genomik DNA'sının manipülasyonu ile gösterilmiştir. Böylece TALE proteinlerinin DNA bağlanma mekanizmasının anlaşılmasında ilk adımlar atılmıştır (Cermak ve ark. 2011; Miller ve ark. 2011).

Genom modifikasyonu aracı olarak kullanılan TALEN'ler, her biri farklı bir nükleotidi tanıyıp bağlanan TALE protein dizisi ve *FokI* endonükleazının birleştirilmesiyle oluşturulmuştur (Pattanayak ve ark. 2014). TALE proteinleri çeşitli kopya sayılarında her biri 33-35 amino asitten oluşan tekrarlar içerirler. Her tekrarın 12. ve 13. pozisyonunda "repeat variable diresidue (RVDs)" olarak adlandırılan ikili aminoasit, hedef DNA sekansı ile baz eşleşmesini sağlar (Kumar ve ark., 2015). En yaygın RVD'ler, yani aminoasitler, NI, NG, NN ve HD'dir. Bunlar sırasıyla adenin, timin, guanin ya da sitozine bağlanırlar (Voytas 2013).

DNA'nın istenen bölgesinde kesim yapmak için alt ve üst ipliklerden karşılıklı DNA ipliklerine bağlanan bir çift TALEN gereklidir. Alt ve üst DNA ya bağlanan TALEN'ler dimerize olmadan (birbirleriyle temas kurmadan) TALEN' in nükleaz aktivitesi gerçekleşemez. Yani tek bir TALEN kendi başına kesim etkinliğine sahip değildir. Karşılıklı olarak bağlanan iki TALEN yapısı arasında 14–18 bp kadar mesafe olmalıdır. Bu dimerize yapı oluştuğunda *FokI* endonükleazları hedeflenen DNA sekansında çift iplik kesikleri oluşturur (Şekil 2).



Şekil 2. TALEN'lerin DNA'yı kesmesi: TALEN'ler genomda arzu edilen hedef bölgeyi kesmek için alt ve üst ipliklere bağlanacak şekilde tasarlanırlar. TALE'lerin alt ve üst ipliklere bağlanması sonucu dimerize olan *FokI*, DNA'yı iki bağlanma bölgesi arasında kalan spacer (12-20 bp) bölgesinden keser. Dört farklı RVD dört nükleotidden birini tanıyabilir.

Figure 2. DNA cleavage by TALENs: TALENs are designed as to bind upper and lower DNA strands to cut the DNA in target region. Binding of TALENs to both strands results in dimerization of *FokI* and a double stranded break in the spacer region (12-20 bp). Four different RVD recognizes one of each nucleotides.

DNA'nın istenen bölgesinde kesim yapmak için alt ve üst ipliklerden karşılıklı DNA ipliklerine bağlanan bir çift TALEN gereklidir. Alt ve üst DNA ya bağlanan TALEN'ler dimerize olmadan (birbirleriyle temas kurmadan) TALEN' in nükleaz aktivitesi gerçekleşemez. Yani tek bir TALEN kendi başına kesim etkinliğine sahip değildir. Karşılıklı olarak bağlanan iki TALEN yapısı arasında 14–18 bp kadar mesafe olmalıdır. Bu dimerize yapı oluştuğunda *FokI* endonükleazları hedeflenen DNA sekansında çift iplik kesikleri oluşturur (Şekil 2).

Her biri farklı bir bazı tanıyan RVD'lerden oluşturulmuş TAL efektör proteinleri, hedeflenecek DNA dizisine göre yeniden oluşturulabilirler (Reyon ve ark. 2012). İsteğe göre tasarlanan TAL efektörlerinin inşası kolay değildir. TALE proteinlerindeki tekrarların sekansı birbirine çok benzer olduğundan PCR stratejisi kullanarak RVD'leri sıralı bir biçimde birleştirmek neredeyse imkânsızdır. Birçok grup TAL efektör tekrarlarını kodlayan kasetlerin birleştirilmesi için ligasyon temelli birleştirme metodları önermiştir. Bunlar arasında en popüler olanı Golden Gate Assembly metodudur (Cermak ve ark. 2011). Bu yaklaşımda TAL efektörü (TALE) kodlayan farklı RVD sekansları tek reaksiyonla birleştirilebilir (Voytas 2013). TALEN sisteminde kullanıcının belirlediği hemen hemen her sekans hedeflenebilir (Gaj ve ark. 2013; Joung ve ark. 2013).

Her ne kadar TALEN sisteminin spesifikliği oldukça yüksek olsa da TALEN kullanılarak genom düzenlemede hedef-dışı mutasyonların olabileceği rapor edilmiştir (Clasen ve ark. 2016). DNA'ya bağlanacak TALE sekanslarının belirlenmesinde hedef sekansa olan spesifisiteyi sağlamak ve aynı zamanda hedef-dışı sekanslara bağlanmayı önlemek için bazı web temelli programlar geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları TALE-NT (<https://tale-nt.cac.cornell.edu/node/add/talen>) ve E-TALEN (<http://www.e-talen.org/E-TALEN/index.html>)'dir.

TALEN sistemi DNA üzerinde istenen bölgeye bağlanıp çift iplik kesimi oluşturduğunda bu kesimin NHEJ ya da HR tamiri ile mayada, bitkilerde, nematodlarda, zebra balığında, farelerde, insan somatik hücrelerinde ve pluripotent kök hücrelerde endojen genlerin değiştirilebileceği gösterilmiştir (Reyon ve ark. 2012; Char ve ark. 2015).

Ekonomik öneme sahip çeşitli bitkilerde hastalıklara dayanıklılık kazandırılarak verimin

artırılması için TALEN teknolojisinin kullanımı bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur. Wang ve ark. (2014) poliploid bir genoma sahip olan buğdayda eş zamanlı olarak MLO (Mildew Locus O) genini her üç allelde de mutasyon oluşturmak suretiyle susturmuş ve bu sayede mildiyö hastalığına karşı bir dayanıklılık geliştirmiştir. Li ve ark. (2012) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise bakteriyel küf duyarlılık geninin promotörü hedeflenmiş ve patojene dirençli ve aynı zamanda TALEN T-DNA'sını içermeyen dolayısıyla transgenik olmayan çeltikler elde edilmiştir.

TALEN'ler verim artışı yanında tarım ürünlerinde kalitenin artırılmasında ve pazar payının yükseltilmesinde de kullanılabilir. Soya fasulyesi çoklu doymamış yağ asitlerince çok zengindir ve bu yağ asitleri soya yağının raf ömrünü uzatmak ve oksidatif stabiliteyi geliştirmek için hidrojenlenir. Hidrojenlenme sırasında oluşan trans yağ asitleri ise insan sağlığı açısından sakıncalıdır. Haun ve ark. (2014) TALEN'lerden yararlanarak tekli doymamış yağların çoklu doymamış yağlara çevrilmesinde görevli iki yağ asidi desaturaz geninde (*FAD2-1A* ve *FAD2-1B*) mutasyon oluşturarak çoklu doymamış yağları az olan soya fasulyesi hatları elde etmişlerdir. Yine, çeltikte TALEN teknolojisi kullanılarak *OsBADH2* geninin knock-out edilmesiyle piyasa değeri kokusuz pirinçlere kıyasla daha yüksek olan kokulu pirinç üretilmiştir (Shan ve ark. 2015).

Fitat tek mideli canlılar tarafından sindirilemediği için vücuttan atılan ve bu nedenle toprakta fosfor kirlenmesine sebep olan bir bileşiktir. Ayrıca bunu tüketen at gibi tek mideli canlılar sindirim sistemlerinde fitaz (phytase) aktivitesi olmadığı ya da çok az olduğundan bu hayvanlar fitatı sindiremeyip fosfordan yararlanamazlar (Dionisio ve ark. 2011). Wendt ve ark. (2013) TALEN sistemini kullanarak Gramineae familyasından olan arpada fitat miktarını başarılı bir şekilde azaltmışlardır. Çalışmada fitat geninin promotöründe bulunan regülatör diziler hedeflenmiş ve bu dizilerde delesyon oluşturularak söz konusu regülatör dizilerin fitat geninin ekspresyonunu değiştirmeye ve bu mutasyonun tane gelişimine nasıl yansıtacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

Çeltik ve *Brachypodium*'da TALEN'lerden yararlanılarak gen modifikasyonları gerçekleştirilmiştir. Shan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada özellikle tahıllar ve monokotiledon

bitkiler için bir model organizma olan *Brachypodium*'da ve çeltikte birden çok gende TALEN sayesinde hedeflenmiş mutagenезin ve gen knock-out (susturmalarının) başarılı bir şekilde yapılabileceğini göstermişlerdir. Lor ve ark. (2014) ise domatestе giberellin yolağının negatif regülatörü olan Della proteinini kodlayan *Procera* genini (domatestе bu genden bir tane vardır) TALEN sistemi ile hedeflemiş ve sonuçta *Procera* mutanıtı homozigot hatlar elde etmişlerdir. Dellanın fonksiyonunu kaybetmesi nedeniyle bitkilerin giberellic aside tepkileri artmış ve uzun boylu, gövdesi ince domates hatları elde edilmiştir.

TALEN'lerin tarımsal değeri yüksek olan mısır bitkisinde etkin bir şekilde çalıştığını ise Char ve ark. (2015) ortaya koymuştur. Mısırdа *glossy2 (gl2)* lokusunu TALEN sistemi ile hedefleyen araştırmacılar T1 jenerasyonunda TALEN T-DNA'sı içermeyen bitkiler elde etmişlerdir. Glossy lokusunda mutasyon oluşturulduğunda bu, fidelerin yapraklarında epikutiküler mumsu tabakanın azalması şeklinde fenotipe kolayca yansımaktadır.

Soğuk depoda bekletilen patateslerde şekerler indirgenmekte ve indirgenen şekerlerin serbest amino asitler ile reaksiyona girmesiyle kahverengi, tadı acı ve yüksek akrilamid (sinir sistemini etkileyen bir toksin) seviyesine sahip patatesler oluşmaktadır ki bu hem sağlık açısından hem de ticari açıdan arzu edilmeyen bir durumdur. Clasen ve ark. (2016) TALEN sistemini kullanarak soğuk depoda bekletilen patateslerde oluşan bu problemin önüne geçmeyi başarmış, yaptıkları çalışmayla şekeri indirgeyen proteini kodlayan *Vlnv* genini knock-out ederek tespit edilemeyecek derecede indirgenmiş şeker içeren transgensiz patates hatları oluşturmuşlardır.

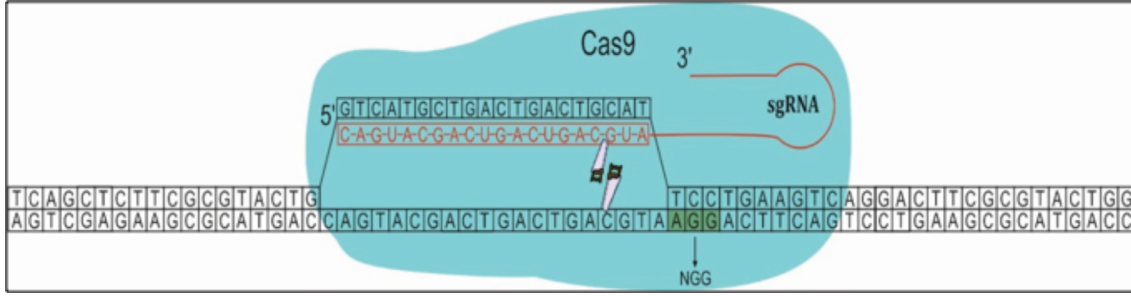
Nükleaz domaini olmayan TALE'ler gen ifadesinin düzenlenmesinde kullanılmaktadır. TALE'ler yardımıyla genlerin ekspresyonunu güçlendirmek, azaltılmak ya da tamamen durdurulabilmek mümkün olmaktadır. Bu amaç için kesim domaini TALEN vektörüne eklenmemekte, uzaklaştırılmakta veya inaktive edilmektedir. Bunu takiben TALE dizisi, transkripsiyonel aktivatörler ya da represörler ile birleştirilip oluşan füzyon protein, promotor ve çevresine bağlanacak şekilde düzenlendiğinde ilgili genin ekspresyonu kontrol altına alınabilmektedir (Baltes ve ark. 2015).

TALEN teknolojisi CRISPR'ların maliyet ve kolay elde edilebilme gibi avantajlarına rağmen, hedef lokustaki yüksek spesifisitesi nedeniyle (Char ve ark. 2016) yine de birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir. Farklı TALEN yapılarının geliştirilmesi ve başka bakteri türlerinden doğal TALE proteinlerinin elde edilerek TALEN'lerin etkinliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar halen devam etmektedir (Lee ve ark. 2016).

CRISPR'lar (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)

Kullanıma başlanmasıyla genom mühendisliği çalışmalarını oldukça hızlandırarak bitki biyoteknolojisinde çığır açan CRISPR'ların çalışma prensibi RNA aracılı nükleazlara dayanır (Bortesi ve ark. 2015). En yaygın kullanılan sistem, *Streptococcus pyogenes*'de keşfedilen CRISPR/Cas9 sistemidir (Rani ve ark. 2016; Nejat ve ark. 2016). CRISPR sistemi bakteri ve arkelerin kendi genomlarını korumaya yönelik bağışıklık sistemlerinin bir parçasıdır. Bu sistem yabancı DNA'yı sekansına bağlı olarak keserek, bakteri ve arkeleri istilacı nükleik asitlerden (virüsler gibi) korur (Jinek ve ark. 2012; Hwang ve ark. 2013).

Mikroorganizmalardaki orijinal CRISPR sisteminde Cas9 proteinine rehberlik eden crRNA ve tracrRNA olmak üzere iki CRISPR RNA'sı bulunur. Genom düzenlemede kullanılan yeniden programlanmış CRISPR sisteminde ise crRNA'nın 3' bölgesi ile tracrRNA'nın 5' ucunun birleştirilmesiyle meydana getirilen sgRNA (single guide RNA) olarak adlandırılan tek bir RNA söz konusudur (Bortesi ve ark., 2015). Bu sayede CRISPR teknolojisinden yararlanmak için Cas9 olarak adlandırılan DNA endonükleaz ve genomda hangi bölge hedeflenecekse ona göre dizayn edilen 20 nükleotidlik bir RNA dizisi yeterli olmaktadır. Sistemin bu iki elemanının DNA'daki hedef bölgeye bağlanıp bir protein (Cas 9) – RNA (SgRNA) – DNA (genomik DNA) kompleksi oluşturmasıyla hedef bölgede çift iplik kesikleri meydana gelir (Fichtner ve ark. 2014; Schaeffer ve ark. 2015). Hedef bölgenin tanınması ve Cas9/sgRNA kompleksinin DNA üzerinde kesim yapabilmesi için tek ön koşul hedef bölgenin 3' ucunda PAM ismi ile adlandırılmış bir NGG sekansının bulunmasının gerekliliğidir (Gasiunas ve ark. 2012; Mahfouz ve ark. 2014). CRISPR sisteminin çalışma mekanizması Şekil 3' de gösterilmiştir.



Şekil 3. CRISPR sistemiyle DNA'nın kesilmesi: Cas9 proteini (mavi renkli), sgRNA (single guide RNA) yardımıyla genomdaki hedef DNA sekansına yönlendirilir. sgRNA'nın yaklaşık 20 nükleotidlik kısmı genomdaki hedef DNA sekansı ile komplementerdir. Cas9/sgRNA kompleksinin hedef DNA'ya bağlanması sonucunda Cas9, DNA'yı hedef bölgeden keser. Hedeflenen DNA bölgesinin devamında PAM sekansın (yeşil renkli) (NGG) bulunması DNA'nın Cas9 tarafından kesmesi için gerekmektedir.

Figure 3. DNA cleavage by CRISPRs: Cas9 protein is (in blue) directed to target DNA region by sgRNA (single is guide RNA). Approximately 20 nucleotides of sgRNA are complementary to target DNA sequence. Binding of Cas9/sgRNA complex to target DNA region results in a double stranded break. Presence of PAM sequence (in green) (NGG) at the target region is required for Cas9 to cleave DNA.

2013 yılının başlarında Cas9 sisteminin insan hücre kültürlerinin genom modifikasyonu için kullanılabileceği gösterilmesiyle CRISPR sisteminin diğer ökaryot organizmalarda kullanılabileceği de anlaşılmıştır (Schiml ve ark. 2016). Aynı yılın Ağustos ayında ise CRISPR sisteminin bitkilerde kullanılabileceğini rapor eden 3 makale yayımlanmıştır (Bortesi ve ark. 2015; Schiml ve ark. 2016). Bu farklı gruplar *Arabidopsis thaliana*, *Nicotiana benthamiana*, çeltik ve buğday protoplastı kullanılarak Cas9 proteinin bitki genomunda aktif bir şekilde kesim yaptığını ortaya koymuşlardır (Bortesi ve ark. 2015; Samanta ve ark. 2016).

Bugüne kadar birçok bitkinin genomu CRISPR teknolojisi kullanılarak modifiye edilmiştir. Modifiye edilen bitki türleri arasında çeltik (Jiang ve ark. 2013; Zhang ve ark. 2014; Sun ve ark. 2016) buğday, (Zhang ve ark. 2016c), mısır (Svitashev ve ark. 2016), sorgum (Jiang ve ark. 2013), domates (Cermak ve ark., 2015; Pan ve ark., 2016;), patates (Wang ve ark., 2015; Butler ve ark., 2015), hıyar (Chandrasekaran ve ark. 2016), asma (Wang ve ark. 2016; Ren ve ark. 2016; Malnoy ve ark. 2016), elma (Nishitani ve ark. 2016; Malnoy ve ark. 2016), şeker portakalı (Jia ve ark. 2014), limon (Jia ve ark. 2016), kavak (Fan ve ark. 2015) soya fasulyesi (Michno ve ark. 2015), ketencik (Jiang ve ark. 2016), yonca (Michno ve ark. 2015) ve tütün (Nekrasov ve ark. 2013; Jiang ve ark. 2013) gibi önemli tarım ürünleri mevcuttur.

Zhou ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada CRISPR sistemiyle çeltik bitkisinde büyük delesyonlar oluşturulabileceğini gösterirken aynı yıl Schiml ve ark. (2014) CRISPR

teknolojisinin bitki genomuna HR yoluyla bir direnç kaseti eklenebileceğini bildirmiştir. Tüm bu çalışmalar CRISPR sisteminin mutagenizasyon etkinliği, kesim özgüllüğü, kromozomal delesyonlar oluşturma ya da gen ekleme potansiyeli gibi özelliklerini içeren karşılaştırmalı veriler sağlamıştır (Bortesi ve ark. 2015).

CRISPR'larla yapılan başka çalışmada ise yine çeltikte asetolaktaz sentaz enzimini kodlayan ALS geni homolog rekombinasyon yoluyla hedeflenmiştir. Asetolaktat sentaz enziminin klorsulfuron ve Bispyribac-Sodyum (BS) gibi herbisitlerin hedefi olmasından dolayı, bu gende yapılan değişikliklerle herbisite dirençli çeltik bitkileri elde edilmiştir (Sun ve ark. 2016). Jia ve ark. (2014) ise CRISPR sisteminin turuncgillerde de etkili bir genom düzenleme aracı olduğunu şeker portakalında *CsPDS* geninde hedef-dışı etki olmadan mutagenizasyon oluşturarak kanıtlamışlardır.

Mikroalgler ileri jenerasyon biyoyakıt üretiminde hammadde olarak kullanılabilirler. Yapılan çalışmalar *Chlamydomonas reinhardtii* genomunda CRISPR aracılığıyla sitotoksititeye yol açmadan knock-in ve knock-out yoluyla mutasyonlar yapılabileceğini ortaya koymuştur (Jiang ve ark. 2014; Shin ve ark. 2016).

CRISPR'dan temel biyoloji çalışmalarında da yararlanılmaktadır. Haşhaşta CRISPR teknolojisi ile metabolik yolların manipüle edilebileceği gösterilmiştir (Alagöz ve ark. 2016). Sugano ve ark. (2014) ise kara bitkilerinin evrimi ile ilgili çalışmalarda model olarak kullanılan damarsız bir bitki türü olan *Marchantia polymorpha* L.'da auxin response

factor 1 (ARF1) geninde CRISPR sistemiyle mutagenез yapılabileceğini göstermiştir. Yine, damarsız bitkilerden *Physcomitrella patens* de CRISPR'lar kullanılarak endojen genlerin tek tek veya çoklu şekilde %100'e yakın bir etkinlikle susturabileceği gösterilmiştir (Collonier ve ark. 2016; Lopez-Obando ve ark. 2016).

CRISPR yoluyla ürünlerin kalitelerinin artırılmasına yönelik çalışmalar da mevcuttur. Ito ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada CRISPR kullanarak domateste *RIN* geninde başarıyla mutasyonlar oluşturmuşlardır. Meyve olgunlaşması ile ilgili olan *RIN* genin susturulması domateste raf ömrünü uzatmıştır.

Hedef-dışı etki genom düzenleme çalışmalarının başlıca sorunudur (Zhang ve ark. 2016b; Zhang ve ark. 2016c). Bu durum genom modifikasyon araçlarının (her ne kadar genomda belli bir bölgeye göre tasarlanmış olsa da) genomda yanlış yere bağlanıp kesim yapması ve istenmeyen diğer mutasyonları da oluşturmasıdır. Bu yanlış kesimin nedeni çoğunlukla genomda hedeflenen dizinin sekansına benzeyen başka dizi veya dizilerin bulunmasıdır. Genomda böyle yanlış eşleşme ve akabinde yanlış kesim oluşturabilecek dizilerin varlığı çeşitli bilgisayar programları yardımıyla önceden tahmin edilebilmektedir (Zhang ve ark. 2016b; Zhang ve ark. 2016c). Bu programların kullanılabilmesindeki en önemli kısıt DNA'sı kesilmek istenen bitki türünün genomunun sekanslanmış olmasının gerekliliğidir.

Üzerinde çalışılan organizmanın tam genom dizisi biliniyorsa BLAST uygulaması ile olası non-spesifik dizilerin genomda varlığı ve sıklığı belirlenebilir (Jia ve ark. 2014; Nejat ve ark. 2016). Bu sıklığı belirlemek için bilim insanları tarafından değişik algoritmalar geliştirilerek web tabanlı bilgisayar programları oluşturulmuştur. CRISPR için en yaygın olarak kullanılan programlardan ikisi CRISPR-P (<http://cbi.hzau.edu.cn/cgi-bin/CRISPR>) ve CRISPR-DESIGN'dir (<http://crispr.mit.edu/>).

Hedef-dışı etkinin rapor edildiği ve CRISPR sisteminin spesifikliğini sorgulayan raporlar olduğu gibi hedef-dışı etkinin görülmediği çalışmalarda rapor edilmiştir (Ceasar ve ark. 2016; Pan ve ark. 2016). Oluşan hedef-dışı aktivite organizmadan organizmaya değişmektedir (Pan ve ark. 2016). CRISPR sisteminin çalışma mekanizmasından kaynaklanan hedef-dışı aktiviteyi azaltmak için birçok farklı yol önerilmiştir. Yirmi nükleotidden

kısa sgRNA kullanmak, her biri tek iplik kesici oluşturan ikili Cas9 nickase kullanmak bu yollara örnek olarak verilebilir (Lawrenson ve ark. 2015; Paul ve ark. 2016; Rani ve ark. 2016).

CRISPR sisteminin en önemli avantajlarından biri, tek bir sgRNA ile homolog genlerin eş zamanlı susturulabilmesidir (Endo ve ark. 2015; Zhang ve ark. 2016b). Diğer yandan, çoklu sgRNA'lar içeren Cas9/sgRNA ekspresyon vektörlerinin kullanılmasıyla bir gen ailesi üyelerinin görev aldıkları yollardaki fonksiyonları incelenebilir (Xing ve ark. 2014; Zhang ve ark. 2016b; Zhang ve ark. 2016d).

Cas9 ve sgRNA'nın hücre içerisine protein ve RNA olarak yollanabilmesi sayesinde GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma)'lardaki endişenin temel nedenlerinden biri olan, organizmalar arası gen aktarımı ve bunun getireceği muhtemel sorunların önüne geçilebileceği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Woo ve ark. (2015) CRISPR sistemiyle *Arabidopsis*, tütün, marul ve çeltikte yaptıkları çalışmada Cas9 proteini ve sgRNA'yı direkt olarak PEG (polietilen glikol) varlığında bitki protoplastlarına göndermiş ve %46'ya varan oranlarda hedeflenmiş mutagenез yapılabileceğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Cas9-sgRNA ribonükleoprotein kompleksini biolistik yolla mısır embriyolarına gönderen Svitashv ve ark. (2016), bu embriyolardan rejenera olan bitkilerde hedeflenen mutasyonlar gözlemlemiştir. Her iki çalışmayla da istenen modifikasyonu içeren ama yabancı DNA'sız ve markörsüz bitkilerin elde edilebileceği gösterilmiştir. İlerideki bölümlerde de bahsedileceği üzere bu şekilde gerçekleştirilen transformasyonda genoma entegre olabilecek rekombinant bir DNA kullanılmadığı için elde edilmiş bitkiler GDO yönetmeliğinden muaf tutulabilir.

Daha kesin ve etkili genom düzenleme için CRISPR teknolojisinin optimizasyonuna yönelik çalışmalar devam etmekte olup, CRISPR sistemi kullanılarak yapılan genom mühendisliği çalışmaları her gün bir yenisi eklenmektedir.

ZFN, TALEN ve CRISPR Sistemlerinin Karşılaştırılması

CRISPR ile kıyaslandığında, ZFN ve TALEN'leri dizayn etmek ve hazırlamak hem zor hem zaman alıcıdır (Fichtner ve ark. 2014). Özellikle ZFN konstraktlarının manipüle edilmelerinin zor ve pahalı olması (Schiml ve

ark. 2016) bitkiler dâhil birçok organizmada kullanımını kısıtlamıştır. TALEN'lerin oluşturulması ZFN'lere kıyasla kolay olmakla birlikte, yine de deneyim istemektedir (Ma ve ark. 2016).

CRISPR vektörlerinin hazırlanmasının kolaylığı yanında, Cas9 nükleazın kesim yapabilmesi için dimerize olmasına ihtiyaç olmaması bu sistemin önemli avantajları arasında yer almaktadır. Cas9 hedef DNA'yı ona rehberlik eden sgRNA ile hedef dizi arasındaki Watson-Crick baz eşleşmesine göre tanımaktadır (Ding ve ark. 2016). Bu sayede ZFN ve TALEN'lerde olduğu gibi iki ayrı yapının hazırlanmasına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Maliyetlerine bakıldığında ZFN ve TALEN sistemleri CRISPR sistemine göre daha pahalıdır (Ceasar ve ark. 2016). Protein dizaynının ve sentezinin zorluğu ZFN ve TALEN'lerin rutin olarak kullanılmalarını engellemiştir. Oysa CRISPR da farklı bir hedef için sadece 20 nükleotidlik bir sgRNA modifiye edilmesi yeterli olup, yoğun bir iş gücü gerektirmemektedir (Samanta ve ark. 2016). Hedef-dışı etki oranı en düşük olan teknoloji TALEN'dir. Fakat ZFN ve CRISPR sistemlerinin de hedef spesifiteleri artırılabilir (Kumar ve ark. 2014; Fichtner ve ark. 2014).

CRISPR teknolojisinin avantajları ve uygulama alanları maddeler halinde aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

a) CRISPR ile birden fazla sgRNA kullanılarak eş zamanlı olarak genomda birden fazla gen hedeflenebilir (multiplex genome engineering). (Cong ve ark. 2013; Wang ve ark. 2015a Schaeffer ve ark. 2016; Weeks ve ark. 2016; Zhang ve ark. 2016d).

b) CRISPR sistemiyle organizmanın genomunda delesyonlar oluşturulabilir (Zhou ve ark. 2014; Jia ve ark. 2014).

c) CRISPR sistemiyle bitki genomunda istenen bir bölgeye HDR (Homology Directed Recombination) yoluyla DNA fragmanı eklemek mümkün olmakla birlikte (Schiml ve ark. 2014), bunun başarılı olduğu çalışma sayısı çok azdır (Ma ve ark. 2016). Rapor edilen yayınlarda daha çok bitkinin kendi genomunda bulunan bir genin tahrip edilerek susturulmasına çalışılmıştır.

d) Organizmanın genomunda CRISPR sistemiyle daha ilk jenerasyonda, herhangi bir değişikliğe uğramadan sonraki jenerasyonlara aktarılabilen biallelik sağlanabilir, heterozigot ve homozigot mutasyonlar oluşturulabilir

(Zhang ve ark. 2016c). Bu durum özellikle üreme döngüsü uzun olan odunsu bitkilerde ilk jenerasyonda fenotipik mutasyon elde etmeyi mümkün kılar (Ma ve ark. 2016).

e) CRISPR sistemi bitkilerde verim, yapı, besin maddesi kullanımı, hastalıklara direnç ve stres koşullarına adaptasyon gibi özelliklerin genetik ıslahında kullanılabilir. Buğdayda TALEN'lerle de gösterildiği gibi TaMLO homologlarının (A, B ve D genomlarında) eş zamanlı knock-out edilmesi ile mildiyö hastalığına dirençli buğday üretilmiştir (Ma ve ark. 2016; Schaeffer ve ark. 2016).

f) CRISPR teknolojisi bitkilerde metabolik ve gelişimsel yollarda görevli genlerin anlaşılması için de kullanılabilir. Örneğin, fotosentezin iki anahtar proteini olan magnezyum şelat subunit I (CHLI) genleri, *CHLI1* (At4g18480) ve *CHLI2* (At5g45930) eş zamanlı olarak susturulmak üzere hedeflenmiş ve sonuçta albino bitkiler elde edilmiştir. Böylelikle enzimlerin klorofil biyosentezindeki rolleri anlaşılmasının önü açılmıştır (Mao ve ark. 2013; Weeks ve ark. 2016).

g) CRISPR sistemi bitkilerde metabolik yolları manipüle etmek için kullanılabileceği gibi bu sistemle gen ekspresyonu da kontrol edilebilir (Qi ve ark. 2013; Alagöz ve ark. 2016).

h) CRISPR sistemi DNA metilasyonuna duyarsız olduğu için epigenetik regülasyon altındaki genomik bölgeler de düzenlenebilir (Lowder ve ark. 2015).

Yeni Nesil Genom Düzenleme Araçları ile Elde Edilen Bitkilerin Doğaya Salınımı ve Tüketimi ile İlgili Düzenlemeler

ZFN, TALEN ve CRISPR ile elde edilen bitkilerin GDO olarak sayılıp sayılmayacağı, dolayısıyla bu tekniklerle elde edilen ticari varyetelerin doğaya salınımı ve tüketiminde GDO'lara uygulanan denetimlerin uygulanıp uygulanmayacağı dünyadaki pek çok düzenleme kuruluşunun gündemini yoğun olarak işgal eden bir sorudur. Bu sorunun çözüme ulaştırılması yönünde ülkeler farklı yaklaşımlar benimsemekle birlikte düzenlemelerde temel olarak iki yaklaşım ön plana çıkmaktadır (Voytas ve Gao 2014; Araki ve Ishii 2015; Wolt ve ark. 2016).

İlk yaklaşımda yeni varyetelerin elde edilmesinde hangi tekniklerin kullanıldığı göz önünde bulundurulmaktadır. Bu yaklaşıma göre eğer yeni varyetelerin elde edilmesinde bitkiye nükleik asitler transfer edilmişse ya da

rekombinant DNA teknolojileri kullanılmışsa bu yolla elde edilen bitkiler için düzenleme mekanizması devreye sokulmaktadır. Bu düzenlemelerin (mevzuatın) uygulanmasında FAO gibi uluslararası kuruluşlar tarafından hazırlanmış olan ya da Cartagena Biyogüvenlik Protokolü gibi anlaşmalarda yer alan tanımlamalar ve yönetmelikler esas alınmaktadır. Uygulanan tekniğe göre düzenlemeleri temel alan bu yaklaşım Avrupa Birliği, Arjantin, Brezilya ve başka birkaç ülke tarafından daha benimsenmiştir (Voytas ve Gao 2014; Wolt ve ark. 2016).

İkinci yaklaşımda ise uygulanan teknikten çok ortaya çıkan ürünün sahip olduğu risklere yani, meydana getirilen yeni özelliğin potansiyel riskine ve bu özelliğin insan sağlığına ve doğaya zarar verip vermeyeceğine odaklanılmıştır. ABD ve Kanada ürün temelli bu ikinci yaklaşımı benimsemiştir ve düzenlemelerini bu çerçevede yapmaktadır (Voytas ve Gao 2014; Wolt ve ark. 2016).

Bu noktada NHEJ ile elde edilmiş bitki varyeteleri ile ilgili sorunların çözümü nispeten daha kolay gözükmektedir. Çünkü yeni nesil genom düzenleme teknikleri ile DNA'da oluşturulan mutasyonlar doğal olarak oluşan ya da kimyasallar ve X ya da gama ışınlarıyla oluşturulan mutasyonlardan herhangi bir şekilde farklılık arz etmemektedir. Ayrıca bu yolla gerçekleştirilen mutasyonlar daha kontrollü olmakta, ıslah da daha az zaman almaktadır (Araki ve Ishii 2015). Dahası NHEJ ile oluşturulan modifikasyonlar ZFN, TALEN ve CRISPR'ların hücrede geçici olarak (transiently) ifade edilmesiyle oluşturulabileceği için bitki genomuna herhangi bir DNA'nın entegrasyonuna ihtiyaç da duymamaktadır. Vektörler hücreye aktarılıp ZFN, TALEN veya CRISPR'lar sitoplazmada ifade edildikten sonra bu vektörler hücre içinde parçalanmakta ve genoma entegre olmadan kaybolmaktadırlar (1). Vektörler genoma entegre olsalar bile çoğunlukla modifikasyonun yapıldığı lokusta bağlantılı olmayan bir lokusa entegre olmakta ve segregasyon neticesinde ZFN, TALEN ve CRISPR genlerini içermeyen fakat genomlarında halen modifikasyon yapılan bölgeyi taşıyan bitkiler elde edilebilmektedir (2). Hedef lokusta gerçekleştirilen bu mutasyonlar ZFN, TALEN ve CRISPR'ların viral vektörler içerisinde geçici olarak ifade edilmesiyle (3) ya da bunların hücre içine mRNA ya da protein olarak aktarılmasıyla da oluşturulabilir (4). Protein olarak aktarıma

olanağı ilk yaklaşımdaki nükleik asit olarak aktarıma yaklaşımdaki kısıtlamayı baypas ettiği için özellikle ilgi çekici bir teknik olarak öne çıkmaktadır. Proteinler nükleik asitler gibi sonraki nesillere aktarılmayacağından ZFN, TALEN ve CRISPR'ların protein olarak aktarılması hâlihazırda kullanılan standart mutajenlerin kullanımından çok farklı değildir (Voytas ve Gao 2014). Çoğu ülkedeki düzenleme kuruluşları (Kanada gibi istisnalar hariç) basit nokta mutasyonlarını ve mutagenezle elde edilen bitkilerin GDO'larla aynı kategoride değerlendirilmemesi gerektiğini düşünmektedirler (Wolt ve ark. 2016).

Bitkilerde HR yoluyla meydana getirilecek düzenlemelere bakış açısı NHEJ'den farklılık arz etmektedir. HR ile yapılacak düzenlemelerde genomdaki hedef lokusta tek bir nükleotidlik bir değişiklik yapılacak olsa bile kalıp (template) olarak nükleik asitlerin hücre içine aktarılması gerekecektir ki bu birinci kategoride yer alan kullanılan teknik temelli düzenleme kurallarını devreye sokacaktır. Bazı bilim insanları başka bir varyetede aynı sekansa sahip ortolog bir genin kullanılması ya da yabancı çeşitlerdeki hastalık genlerinde tanımlanan birkaç nükleotidlik değişikliklerin HR yoluyla aktarılması ve hassas varyetelerin dayanıklı hale getirilmesi gibi uygulamalarda bu bitkilerin GDO'lar için uygulananlardan farklı düzenleme mekanizmalarına tabi tutulmalarının gerekliliğine dikkat çekmektedirler (Voytas ve Gao 2014; Araki ve Ishii 2015; Wolt ve ark. 2016).

ZFN, TALEN ve CRISPR ile elde edilen bitkilere yeni kurallar uygulanması yönünde kararlar Arjantin, Avustralya, Avrupa Birliği Yeni Zelanda'da ya alınmış ya da alınması düşünülmektedir (Araki ve Ishii 2015). ABD Tarım Bakanlığı (USDA) ZFN'ler yoluyla NHEJ uyarılarak yapılan değişikliklerinin kendileri tarafından denetlenmesine gerek olmadığını, TALEN ve CRISPR'ların yakın gelecekte bitkilere yeni özellikler kullanımında artan bir şekilde kullanılacağını yönünde görüş belirtmiştir. USDA bu konuda FDA (Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi) ile geniş çerçevesi çalışmalar yürütmektedir. ABD'de GDO'lara uygulanan, yıllık masrafı 35 milyon doları bulan, süresi 5,5 yıla kadar sürebilen izin işlemlerinin yeni nesil genom düzenleme teknikleriyle elde edilecek bitkiler söz konusu olduğunda daha kısa ve az masraflı olacak olması nedeniyle ABD'deki tarımsal biyoteknoloji şirketlerinin yeni nesil genom düzenleme tekniklerini hızlıca

benimseyecekleri öngörülmektedir (Voytas ve Gao 2014; Wolt ve ark. 2016).

AB ise sınırları içerisinde GDO'ların ekimine izin vermemenin yanı sıra yeni nesil genom düzenleme teknikleriyle elde edilen bitkilerin üretilmesine de temkinli yaklaşmaktadır. Avrupalı bilim insanları bu durumun Avrupa'yı ıslah ve tarımsal üretim konusunda dezavantajlı bir noktaya getirebileceği konusunda görüş belirtmekte ve yeni nesil genom düzenleme teknikleriyle elde edilen bitkiler için mevcut düzenlemelerin değiştirilmesi gerektiğine dikkat çekmektedirler (Heap 2013; Hartung ve Schiemann 2014).

Türkiye'de yeni genom düzenleme teknikleriyle elde edilen bitki varyeteleri için özel bir mevzuat henüz mevcut değildir. ZFN, TALEN ve CRISPR ile elde edilen bitkilerin üretimi, salınımı ve kullanımı tıpkı GDO'larda olduğu gibi 13 Ağustos 2010 tarihli Resmi Gazete de yayınlanan "Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik" ile düzenlenmektedir. Bu haliyle Türkiye'deki uygulama, ilk yaklaşım şeklindeki düzenlemeyle ve dolayısıyla AB ile paralellik arz etmektedir.

Sonuç

İklim değişikliği, tatlı su kaynaklarının ve tarım yapılabilir alanların azalması gibi olumsuzluklara rağmen dünya nüfusu her geçen gün katlanarak artmaya devam etmektedir. 1980'ler itibariyle yeşil devrimin sonuna geldiği, gen aktarımı yoluyla bitkiler ve hayvanlarda verim artışını hedefleyen biyoteknoloji devriminin de sınırlarının zorlandığı günümüzde, mevcut ıslah yöntemleriyle artan dünya nüfusunu beslemeye yetecek kadar tarımsal ürünün elde edilmesi oldukça güçleşmiştir. Yanı sıra, gen aktarılarak yapılan iyileştirmeler sonucunda elde edilen ürünlerin tüketimi ile ilgili olarak toplumun endişeleri de tam olarak giderilememiştir.

Üçüncü devrim olarak niteleyebileceğimiz, yeni nesil genom düzenleme tekniklerinin bitki ıslahında kullanımı, klasik ıslah yöntemleri ve hâlihazırda kullanılan biyoteknolojik yöntemlere göre daha hızlı, ucuz ve güvenli bir alternatif sunmaktadır. Bu yöntemler, verim ve kalitenin artırılması, hastalıklara, zararlılara ve abiyotik streslere dayanım sağlamak için genomda yapılmak istenilen düzenlemelere herhangi bir gen aktarımına gerek kalmaksızın imkân vermektedir. Nükleotid seviyesinde yapılabilecek bu genetik değişiklikler

sayesinde, seleksiyon, geri-melezleme gibi yoğun emek gerektiren işlemler için gereken zaman ve paradan da büyük ölçüde tasarruf sağlanabilecektir.

Yeni nesil genom düzenleme tekniklerinin kısa bir geçmişe sahip oldukları düşünüldüğünde, yüksek bir geliştirilme kapasitesine ve ıslah alanında da oldukça geniş bir yenilik potansiyeline sahip oldukları aşikârdır. Bu tekniklerle elde edilen bitkilerden elde edilen ürünlerin, genetiği değiştirilmiş organizmalardan (GDO) farkının anlaşılıp güvenilirliklerinin onaylanmasıyla, toplum tarafından kabul göreceği, herhangi bir endişeye meydan vermeyecek şekilde tüketimlerinin önünün açılacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Şekillerin çizilmesindeki yardımlarından dolayı Durmuş ÇETİN'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alagoz Y., Gurkok T., Zhang BH. and Unver T., 2016. Manipulating the Biosynthesis of Bioactive Compound Alkaloids for Next-Generation Metabolic Engineering in Opium Poppy Using CRISPR-Cas 9 Genome Editing Technology, *Scientific Reports* 6, Article number: 30910 (DOI:10.1038/srep30910)
- Araki M. and Ishii T., 2015. Towards social acceptance of plant breeding by genome editing. *Trends in Plant Science*, 20(3):145-149
- Baltes N.J. and Voytas DF., 2015. Enabling plant synthetic biology through genome engineering. *Trends in Biotechnology*, 33(2):120-131
- Belhaj K., Chaparro-Garcia A., Kamoun S., Patron NJ. and Nekrasov V., 2015. Editing plant genomes with CRISPR/Cas9. *Current Opinion in Biotechnology*, 32:76-84
- Boch J., Scholze H., Schornack S., Landgraf A., Hahn S., Kay S., Lahaye T., Nickstadt A. and Bonas U., 2009. Breaking the Code of DNA Binding Specificity of TAL-Type III Effectors. *Science*, 326(5959):1509-1912
- Bortesi L. and Fischer R., 2015. The CRISPR/Cas9 system for plant genome editing and beyond. *Biotechnology Advances*, 33(1):41-52
- Budhagatapalli N., Rutten T., Gurushidze M., Kumlehn J. and Hensel G., 2015. Targeted Modification of Gene Function Exploiting Homology-Directed Repair of TALEN-Mediated Double-Strand Breaks in Barley. *G3-Genes Genomes Genetics*, 5(9):1857-1863

- Butler N.M., Atkins P.A., Voytas D.F. and Douches D.S., 2015. Generation and Inheritance of Targeted Mutations in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Using the CRISPR/Cas System. *Plos One* 10(12): e0144591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144591>
- Carroll D., 2011. Efficient Genome Engineering with Zinc-finger Nucleases. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, 188(4):773-782
- Cesar S.A., Rajan V., Prykhodzhiy S.V., Berman J.N. and Ignacimuthu S., 2016. Insert, remove or replace: A highly advanced genome editing system using CRISPR/Cas9. *Biochimica Et Biophysica Acta-Molecular Cell Research*, 1863(9):2333-2344
- Cermak T., Baltes N.J., Cegan R., Zhang Y. and Voytas D.F., 2015. High-frequency, precise modification of the tomato genome, *Genome Biology* 16:232 (DOI:10.1186/s13059-015-0796-9)
- Cermak T., Doyle E.L., Christian M., Wang L., Zhang Y., Schmidt C., Baller J.A., Somia N.V., Bogdanov A.J. and Voytas D.F., 2011. Efficient design and assembly of custom TALEN and other TAL effector-based constructs for DNA targeting. *Nucleic Acids Research*, 39(17):7879 (DOI:10.1093/nar/gkr739)
- Chandrasekaran J., Brumin M., Wolf D., Leibman D., Klap C., Pearlsman M., Sherman A., Arazi T. and Gal-On A., 2016. Development of broad virus resistance in non transgenic cucumber using CRISPR/Cas9 technology. *Molecular plant pathology*, 17.7 (2016): 1140-1153
- Char S.N., Unger-Wallace E., Frame B., Briggs S.A., Main M., Spalding M.H., Vollbrecht E., Wang K. and Yang B., 2015. Heritable site-specific mutagenesis using TALENs in maize. *Plant Biotechnology Journal*, 13(7):1002-1010
- Clasen B.M., Stoddard T.J., Luo S., Demorest Z.L., Li J., Cedrone F., Tibebu R., Davison S., Ray E.E., Daulhac A., Coffman A., Yabandith A., Retterath A., Haun W., Baltes N.J., Mathis L., Voytas D.F. and Zhang F., 2016. Improving cold storage and processing traits in potato through targeted gene knockout. *Plant Biotechnology Journal*, 14(1):169-176
- Collonnier C., Epert A., Mara K., Maclot F., Maclot F., Guyon-Debast A., Charlot F., Charles White C., Schaefer D.G. and Nogué F., 2016. CRISPR-Cas9-mediated efficient directed mutagenesis and RAD51-dependent and RAD51-independent gene targeting in the moss *Physcomitrella patens*. *Plant Biotechnology Journal* 15(1):122-131. (DOI: 10.1111/pbi.12596)
- Cong L., Ran FA., Cox D., Lin S.L., Barretto R., Habib N., Hsu P.D., Wu X., Jiang W., Marraffini L.A. and Zhang F., 2013. Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems. *Science*, 339(6121):819-823 (DOI: 10.1126/science.1231143)
- De Pater S., Neuteboom L.W., Pinas J.E., Hooykaas P.J.J and van der Zaai B.J., 2009. ZFN-induced mutagenesis and gene-targeting in *Arabidopsis* through *Agrobacterium-mediated* floral dip transformation. *Plant Biotechnology Journal*, 7(8):821-835 (DOI: 10.1111/j.1467-7652.2009.00446.x.)
- Ding Y.D., Li H., Chen L.L. and Xie K.B., 2016. Recent Advances in Genome Editing Using CRISPR/Cas9. *Frontiers in Plant Science*, 7:703
- Dionisio G., Madsen C.K., Holm P.B., Welinder K.G., Jørgensen M., Stoger E., Arcalis E. and Brinch-Pedersen H., 2011. Cloning and Characterization of Purple Acid Phosphatase Phytases from Wheat, Barley, Maize, and Rice. *Plant Physiology*, 156(3):1087-100 (DOI: 10.1104/pp.110.164756)
- Endo M., Mikami M. and Toki S., 2015. Multigene Knockout Utilizing Off-Target Mutations of the CRISPR/Cas9 System in Rice. *Plant and Cell Physiology*, 56(1):41-47
- Fan D., Liu T.T., Li C.F., Jiao B., Li S., Hou Y.S. and Luo K., 2015. Efficient CRISPR/Cas9-mediated Targeted Mutagenesis in *Populus* in the First Generation. *Scientific Reports*, 5:12217 (DOI: 10.1038/srep12217)
- Fichtner F., Castellanos R.U. and Ulker B., 2014. Precision genetic modifications: a new era in molecular biology and crop improvement. *Planta*, 239(4):921-39
- Gaj T., Gersbach C.A. and Barbas C.F., 2013. ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based methods for genome engineering. *Trends in Biotechnology*, 31(7):397-405
- Gasiunas G., Barrangou R., Horvath P. and Siksnys V., 2012. Cas9-crRNA ribonucleoprotein complex mediates specific DNA cleavage for adaptive immunity in bacteria. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(39):E2579-E86
- Hartung F. and Schiemann J., 2014. Precise plant breeding using new genome editing techniques: opportunities, safety and regulation in the EU. *Plant Journal*, 78(5):742-52
- Haun W., Coffman A., Clasen B.M., Demorest Z.L., Lowy A., Ray E., Retterath A., Stoddard T., Juillerat A., Cedrone F., Mathis L., Voytas

- D.F. and Zhang F., 2014 Improved soybean oil quality by targeted mutagenesis of the fatty acid desaturase 2 gene family. *Plant Biotechnology Journal*, 12(7):934-940 (DOI: 10.1111/pbi.12201)
- Heap B., 2013 Europe should rethink its stance on GM crops. *Nature*. 498(7455):409 (DOI:10.1038/498409a.)
- Huang S., Weigel D., Beachy RN. and Li J., 2016. A proposed regulatory framework for genome-edited crops. *Nature Genetics*, 48(2):109-111
- Hwang W.Y., Fu Y.F., Reyon D., Maeder M.L., Tsai S.Q., Sander J.D., Peterson R.T., Yeh J-R J. and Joung J.K., 2013. Efficient genome editing in zebrafish using a CRISPR-Cas system. *Nature Biotechnology*, 31(3):227-229 (DOI:10.1038/nbt.2501)
- Ito Y., Nishizawa-Yokoi A., Endo M., Mikami M. and Toki S. 2015. CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of the RIN locus that regulates tomato fruit ripening. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 467(1):76-82
- Jia H.G. and Wang N., 2014. Targeted Genome Editing of Sweet Orange Using Cas9/sgRNA. *Plos One*, 9(4): e93806 (DOI:10.1371/journal.pone.0093806)
- Jia H., Zhang Y., Orbović V., Xu J., White F.F., Jones J.B. and Wang N., 2016. Genome editing of the disease susceptibility gene CsLOB1 in citrus confers resistance to citrus canker. *Plant Biotechnology Journal*, DOI: 10.1111/pbi.12677
- Jiang W.Z., Brueggeman A.J., Horken K.M., Plucinak T.M. and Weeks D.P., 2014. Successful Transient Expression of Cas9 and Single Guide RNA Genes in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Eukaryotic Cell*, 13(11):1465-1469
- Jiang W.Z., Zhou H.B., Bi H.H., Fromm M., Yang B. and Weeks D.P. 2013. Demonstration of CRISPR/Cas9/sgRNA-mediated targeted gene modification in *Arabidopsis*, tobacco, sorghum and rice. *Nucleic Acids Research*, 41(20): e188. (DOI: 0.1093/nar/gkt780)
- Jiang W.Z., Henry I.M., Lynagh P.G., Comai L., Cahoon E.B. and Weeks D.P., 2016. Significant enhancement of fatty acid composition in seeds of the allohexaploid, *Camelina sativa*, using CRISPR/Cas9 gene editing. *Plant Biotechnology Journal*, 15: 648–657. (DOI:10.1111/pbi.12663)
- Jinek M., Chylinski K., Fonfara I., Hauer M., Doudna J.A. and Charpentier E., 2012. A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity. *Science*, 337(6096):816-821
- Joung J.K. and Sander J.D., 2013. INNOVATION TALENs: a widely applicable technology for targeted genome editing. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 14(1):49-55
- Kumar V. and Jain M., 2015. The CRISPR-Cas system for plant genome editing: advances and opportunities. *Journal of Experimental Botany*, 66(1):47-57
- Lawrenson T., Shorinola O., Stacey N., Li C.D., Ostergaard L., Patron N., Uauy C. and Harwood W., 2015. Induction of targeted, heritable mutations in barley and *Brassica oleracea* using RNA-guided Cas9 nuclease. *Genome Biology*, 16(1):258 (DOI 10.1186/s13059-015-0826-7)
- Lee H.B., Sundberg B.N., Sigafos A.N. and Clark K.J., 2016. Genome Engineering with TALE and CRISPR Systems in Neuroscience. *Frontiers in Genetics*, 7 (DOI: 10.3389/fgene.2016.00047)
- Li T., Liu B., Spalding M.H., Weeks D.P. and Yang B., 2012. High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice. *Nature Biotechnology*, 30(5):390-392
- Lopez-Obando M., Hoffmann B., Géry C., Guyon Debast A., Téoulé E, Rameau C, Bonhomme S, and Nogué F., 2016. Simple and Efficient Targeting of Multiple Genes Through CRISPR-Cas9 in *Physcomitrella patens*. *G3: Genes Genomes Genetics*, 6(11): 3647-3653 (DOI: 10.1534/g3.116.033266)
- Lor V.S., Starker C.G., Voytas D.F., Weiss D. and Olszewski N.E., 2014. Targeted Mutagenesis of the Tomato PROCERA Gene Using Transcription Activator-Like Effector Nucleases. *Plant Physiology*, 166(3):1288-1291
- Lowder L.G., Zhang D.W., Baltés N.J., Paul J.W., Tang X., Zheng X.L., Voytas D.F., Hsieh T.-F., Zhang Y. and Qi Y., 2015. A CRISPR/Cas9 Toolbox for Multiplexed Plant Genome Editing and Transcriptional Regulation. *Plant Physiology*, 169(2):971-985 (DOI: 10.1104/pp.15.00636)
- Ma X.L., Zhu Q.L., Chen Y.L. and Liu Y.G., 2016. CRISPR/Cas9 Platforms for Genome Editing in Plants: Developments and Applications. *Molecular Plant* 9(7):961-74
- Mahfouz M.M., Piatek A. and Stewart C.N., 2014. Genome engineering via TALENs and CRISPR/Cas9 systems: challenges and perspectives. *Plant Biotechnology Journal*, 12(8):1006-1014
- Malnoy M., Viola R., Jung M.H., Koo O.J., Kim S., Kim J.S., Velasco R. and Kanchiswamy C.N., 2016. DNA-free genetically edited

- grapevine and apple protoplast using CRISPR/Cas9 Ribonucleoproteins. *Frontiers in Plant Science*, 7:1904 (DOI=10.3389/fpls.2016.01904)
- Mao YF., Zhang H., Xu NF., Zhang BT., Gou F. and Zhu JK., 2013. Application of the CRISPR/Cas System for Efficient Genome Engineering in Plants. *Molecular Plant*, 6(6):2008-2011
- Michno J.M., Wang X.B., Liu J.Q., Curtin S.J., Kono T.J.Y. and Stupar R.M., 2015. CRISPR/Cas mutagenesis of soybean and *Medicago truncatula* using a new web-tool and a modified Cas9 enzyme. *GM Crops & Food-Biotechnology in Agriculture and the Food Chain*, 6(4):243-52
- Miller J.C., Holmes M.C., Wang J.B., Guschin D.Y., Lee Y.L., Rupniewski I., Beausejour C.M., Waite A.J., Wang N.S., Kim K.A., Philip D., Gregory P.D., Pabo C.O. and Rebar E.J., 2007. An improved zinc-finger nuclease architecture for highly specific genome editing. *Nature Biotechnology* 25(7):778-85 (DOI:10.1038/nbt1319)
- Miller J.C., Tan S., Qiao G., Barlow K.A. and Wang J., 2011. A TALE nuclease architecture for efficient genome editing. *Nature biotechnology*, 1:29(2):143-148.
- Moscou M.J. and Bogdanove A.J., 2009. A Simple Cipher Governs DNA Recognition by TAL Effectors. *Science*, 326(5959):1501
- Nejat N., Rookes J., Mantri N.L. and Cahill D.M., 2016. Plant-pathogen interactions: toward development of next-generation disease-resistant plants. *Critical reviews in biotechnology*, 37(2):229-237. (DOI: 10.3109/07388551)
- Nekrasov V., Staskawicz B., Weigel D., Jones J.D.G. and Kamoun S., 2013. Targeted mutagenesis in the model plant *Nicotiana benthamiana* using Cas9 RNA-guided endonuclease. *Nature Biotechnology*, 31(8):691-693
- Nishitani C., Hirai N., Komori S., Wada M., Okada K., Osakabe K. Yamamoto T. and Osakabe Y., 2016. Efficient Genome Editing in Apple Using a CRISPR/Cas9 system. *Scientific Reports* 6, Article number: 31481 (DOI: 10.1038/srep31481)
- Osakabe Y. and Osakabe K., 2015. Genome Editing with Engineered Nucleases in Plants. *Plant and Cell Physiology*, 56(3):389-400
- Pan C., Ye L., Qin L., Liu X., He Y.J., Wang J., Chen L. and Lua G., 2016. CRISPR/Cas9-mediated efficient and heritable targeted mutagenesis in tomato plants in the first and later generations. *Scientific Reports* 6:24765 (DOI: 10.1038/srep24765)
- Pattanayak V., Guilinger J.P. and Liu D.R., 2014. Determining the Specificities of TALENs, Cas9, and Other Genome-Editing Enzymes. Use of CRISPR/Cas9, ZFNs, and TALENs in Generating Site-Specific Genome Alterations. *Methods in Enzymology*, 546:47-78
- Paul J.W. and Qi Y.P., 2016. CRISPR/Cas9 for plant genome editing: accomplishments, problems and prospects. *Plant Cell Reports*, 35(7):1417-1427
- Petolino J.F., 2015 Genome editing in plants via designed zinc finger nucleases. *In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 51(1):1-8 (DOI: 10.1016/j.cell.2013.02.022).
- Qi L.S., Larson M.H., Gilbert L.A., Doudna J.A., Weissman J.S., Arkin A.P. and Lim W.A., 2013. Repurposing CRISPR as an RNA-Guided Platform for Sequence-Specific Control of Gene Expression. *Cell*, 152(5):1173-1183 (DOI: 10.1016/j.cell.2013.02.022).
- Ramalingam S., Kandavelou K., Rajenderan R. and Chandrasegaran S. 2011. Creating Designed Zinc-Finger Nucleases with Minimal Cytotoxicity. *Journal of Molecular Biology*, 405(3):630-41
- Rani R., Yadav P., Barbadikar K.M., Baliyan N., Malhotra E.V., Singh B.K., Kumar A. and Singh D., 2016. CRISPR/Cas9: a promising way to exploit genetic variation in plants. *Biotechnology Letters*, 38(12):1991-2006 (DOI: 10.1007/s10529-016-2195-z)
- Ray A. and Langer M., 2002. Homologous recombination: ends as the means. *Trends in Plant Science*, 7(10):435-40
- Ren C., Liu X.J., Zhang Z., Wang Y., Duan W., Li S.H. and Liang Z., 2016. CRISPR/Cas9-mediated efficient targeted mutagenesis in Chardonnay (*Vitis vinifera* L.). *Scientific Reports* 6:32289 (DOI: 10.1038/srep32289).
- Reyon D., Tsai S.Q., Khayter C., Foden J.A., Sander J.D. and Joung J.K., 2012. FLASH assembly of TALENs for high-throughput genome editing. *Nature Biotechnology*, 30(5):460-465
- Samanta MK., Dey A. and Gayen S., 2016. CRISPR/Cas9: an advanced tool for editing plant genomes. *Transgenic Research*, 25(5):561-73
- Sander J.D., Dahlborg E.J., Goodwin M.J., Cade L., Zhang F., Cifuentes D., Curtin S.J., Blackburn J.S., Thibodeau-Beganny S., Qi Y., Pierick C.J., Hoffman E., Maeder M.L., Khayter C., Reyon D., Dobbs D., Langenau D.M., Stupar R.M., Giraldez A.J., Voytas D.F., Peterson R.T., Yeh J.R. and Joung

- J.K., 2011. Selection-free zinc-finger-nuclease engineering by context-dependent assembly (CoDA). *Nature Methods*, 8(1):67-69 (DOI: 10.1038/nmeth.1542)
- Schaeffer S.M. and Nakata P.A., 2015. CRISPR/Cas9-mediated genome editing and gene replacement in plants: Transitioning from lab to field. *Plant Science*, 240:130-42
- Schaeffer S.M. and Nakata P.A., 2016. The expanding footprint of CRISPR/Cas9 in the plant sciences. *Plant Cell Reports*, 35(7):1451-68
- Schiml S., Fauser F. and Puchta H., 2014. The CRISPR/Cas system can be used as nuclease for in planta gene targeting and as paired nickases for directed mutagenesis in *Arabidopsis* resulting in heritable progeny. *Plant Journal*, 80(6):1139-1150 (DOI: 10.1111/tpj.12704)
- Schiml S. and Puchta H., 2016. Revolutionizing plant biology: multiple ways of genome engineering by CRISPR/Cas. *Plant Methods*, 12:8 (DOI: 10.1186/s13007-016-0103-0)
- Schneider K., Schiermeyer A., Dolls A., Koch N., Herwartz D., Kirchhoff J., Rainer F., Sean M. R., Zehui C., David R.C., Lakshmi S.D., Michael A.W., Steven W.R., Helga S. and Stefan S., 2016. Targeted gene exchange in plant cells mediated by a zinc finger nuclease double cut. *Plant Biotechnology Journal*, 14(4):1151-1160 (DOI: 10.1111/pbi.12483)
- Scholze H. and Boch J., 2011. TAL effectors are remote controls for gene activation. *Current Opinion in Microbiology*, 14(1):47-53
- Shan Q., Wang Y., Chen K., Liang Z., Li J., Zhang Y., Zhang K., Liu J., Voytas D.F., Zheng X., Zhang Y. and Gao C., 2013. Rapid and Efficient Gene Modification in Rice and *Brachypodium* Using TALENs. *Molecular Plant*, 6(4):1365-1368
- Shan Q.W., Zhang Y., Chen K.L., Zhang K. and Gao C.X., 2015. Creation of fragrant rice by targeted knockout of the *OsBADH2* gene using TALEN technology. *Plant Biotechnology Journal*, 13(6):791-800 (DOI: 10.1111/pbi.12312)
- Shen H., Strunks G.D., Klemann B.J., Hooykaas P.J. and de Pater S., 2016. CRISPR/Cas9-Induced Double Strand Break Repair in *Arabidopsis* Non-homologous End-Joining Mutants. *G3: Genes Genomes Genetics*, 7(1):193-202
- Shin S.E., Lim J.M., Koh H.G., Kim E.K., Kang N.K., Jeon S., Kwon S., Shin W.S., Lee B., Hwangbo K., Kim J., Ye S.H., Yun J.Y., Seo H., Oh H.M., Kim K.J., Kim J.S., Jeong W.J., Chang Y.K. and Jeong B.R., 2016. CRISPR/Cas9-induced knockout and knock-in mutations in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Scientific Reports* 6:27810. (DOI: 10.1038/srep27810)
- Shukla V.K., Doyon Y., Miller J.C., DeKolver R.C., Moehle E.A., Worden S.E., Mitchell J.C., Arnold N.L., Gopalan S, Meng X, Choi V.M., Rock J.M., Wu Y.Y., Katibah G.E., Zhifang G., McCaskill D., Simpson M.A., Blakeslee B., Greenwalt S.A., Butler H.J., Hinkley S.J., Zhang L., Rebar E.J., Gregory P.D. and Urnov F.D., 2009. Precise genome modification in the crop species *Zea mays* using zinc-finger nucleases. *Nature*, 459(7245):437-441 (DOI: 10.1038/nature07992).
- Sonoda E., Hohegger H., Saberi A., Taniguchi Y. and Takeda S., 2006. Differential usage of non-homologous end-joining and homologous recombination in double strand break repair. *DNA Repair*, 5(9-10):1021-1029
- Sugano S.S., Shirakawa M., Takagi J., Matsuda Y., Shimada T., Hara-Nishimura I. and Kohchi T., 2014. CRISPR/Cas9-Mediated Targeted Mutagenesis in the Liverwort *Marchantia polymorpha* L. *Plant and Cell Physiology*, 55(3):475-481
- Sun Y.W., Zhang X., Wu C.Y., He Y.B., Ma Y., Hou H., Guo X., Du W., Zhao Y. and Xia L., 2016. Engineering Herbicide-Resistant Rice Plants through CRISPR/Cas9-Mediated Homologous Recombination of Acetolactate Synthase. *Molecular Plant*, 9(4):628-631 (DOI: 10.1016/j.molp.2016.01.001)
- Svitashev S., Schwartz C., Lenderts B., Young J.K. and Cigan A.M., 2016. Genome editing in maize directed by CRISPR-Cas9 ribonucleoprotein complexes. *Nature Communications*, 7, Article number: 13274 (DOI: 10.1038/ncomms13274)
- Szczepek M., Brondani V., Buchel J., Serrano L., Segal D.J. and Cathomen T., 2007. Structure-based redesign of the dimerization interface reduces the toxicity of zinc-finger nucleases. *Nature Biotechnology*, 25(7):786-93
- Takata M., Sasaki M.S., Sonoda E., Morrison C., Hashimoto M., Utsumi H., Yamaguchi-Iwai Y., Shinohara A. and Takeda S., 1998. Homologous recombination and non-homologous end-joining pathways of DNA double-strand break repair have overlapping roles in the maintenance of chromosomal integrity in vertebrate cells. *Embo. Journal*, 17(18):5497-5508 (DOI: 10.1093/emboj/17.18.5497)

- Townsend J.A., Wright D.A., Winfrey R.J., Fu F.L., Maeder M.L., Joung J.K. and Voytas D.F., 2009. High-frequency modification of plant genes using engineered zinc-finger nucleases. *Nature*, 459(7245):442-445 (DOI: 10.1038/nature07845)
- Urnov F.D., Rebar E.J., Holmes M.C., Zhang H.S. and Gregory P.D., 2010. Genome editing with engineered zinc finger nucleases. *Nature Reviews Genetics*, 11(9):636-46
- Voytas D.F., 2013. Plant Genome Engineering with Sequence-Specific Nucleases. *Annual Review of Plant Biology*, 64: 327-50
- Voytas D.F. and Gao C.X., 2014. Precision Genome Engineering and Agriculture: Opportunities and Regulatory Challenges. *Plos Biology*, 12(6): e100187 (DOI: 10.1371/journal.pbio.1001877)
- Wah D.A., Bitinaite J., Schildkraut I. and Aggarwal A.K., 1998. Structure of *FokI* has implications for DNA cleavage. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(18):10564-10569
- Wang C., Shen L., Fu Y.P., Yan C.J. and Wang K.J., 2015a. A Simple CRISPR/Cas9 System for Multiplex Genome Editing in Rice. *Journal of Genetics and Genomics*, 42(12):703-706
- Wang S.H., Zhang S.B., Wang W.X., Xiong X.Y., Meng F.R. and Cui X., 2015b. Efficient targeted mutagenesis in potato by the CRISPR/Cas9 system. *Plant Cell Reports*, 34(9):1473-1476
- Wang Y.P., Cheng X., Shan Q.W., Zhang Y., Liu J.X., Gao C.X. and Qiu J.L., 2014. Simultaneous editing of three homoeoalleles in hexaploid bread wheat confers heritable resistance to powdery mildew. *Nature Biotechnology*, 32(9):947-951
- Wang Y., Liu X.J., Ren C., Zhong G.Y., Yang L., Li S.H. and Liang Z., 2016. Identification of genomic sites for CRISPR/Cas9-based genome editing in the *Vitis vinifera* genome. *BMC Plant Biology*, 16:96 (DOI: 10.1186/s12870-016-0787-3)
- Weeks D.P., Spalding M.H. and Yang B., 2016. Use of designer nucleases for targeted gene and genome editing in plants. *Plant Biotechnology Journal* 14(2):483-495
- Wendt T., Holm P.B., Starker C.G., Christian M., Voytas D.F., Brinch-Pedersen H. and Holme I.B., 2013. TAL effector nucleases induce mutations at a pre-selected location in the genome of primary barley transformants. *Plant Molecular Biology* 83(3):279-285 (DOI: 10.1007/s11103-013-0078-4)
- Wolt J.D., Wang K. and Yang B., 2016. The Regulatory Status of Genome-edited Crops. *Plant Biotechnology Journal* 14(2):510-518
- Woo J.W., Kim J., Kwon S., Corvalán C., Cho S.W., Kim H., Kim S.G., Kim S.T., Choe S. and Kim J.S., 2015. DNA-free genome editing in plants with preassembled CRISPR-Cas9 ribonucleoproteins. *Nature Biotechnology*, 33(11):1162-1164. (DOI: 10.1038/nbt.3389)
- Wu J., Kandavelou K. and Chandrasegaran S., 2007. Custom-designed zinc finger nucleases: What is next? *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64(22):2933-2944
- Xing H.L., Dong L., Wang Z.P., Zhang H.Y., Han C.Y., Liu B, Wang X.C. and Chen QJ., 2014. A CRISPR/Cas9 toolkit for multiplex genome editing in plants. *BMC Plant Biology*, 14.1 (2014): 327(DOI: 10.1186/s12870-014-0327-y)
- Zhang B., Yang X., Yang C.P, Li M.Y. and Guo Y.L., 2016a. Exploiting the CRISPR/Cas9 System for Targeted Genome Mutagenesis in *Petunia*. *Scientific Reports* 6 Article number: 20315 (DOI: 10.1038/srep20315)
- Zhang D.D., Li Z.X. and Li J.F., 2016b. Targeted Gene Manipulation in Plants Using the CRISPR/Cas Technology. *Journal of Genetics and Genomics*, 43(5):251-62
- Zhang H., Zhang J.S., Wei P.L., Zhang B.T., Gou F., Feng Z.Y., Mao Y., Yang L., Zhang H., Xu N. and Zhu J.K., 2014. The CRISPR/Cas9 system produces specific and homozygous targeted gene editing in rice in one generation. *Plant Biotechnology Journal*, 12(6):797-807 (DOI: 10.1111/pbi.12200)
- Zhang Y., Liang Z., Zong Y., Wang YP., Liu JX., Chen K.L., Chen, Qiu J.L. and Gao C., 2016c. Efficient and transgene-free genome editing in wheat through transient expression of CRISPR/Cas9 DNA or RNA. *Nature Communications*, 7 Article number: 12617 (DOI: 10.1038/ncomms12617)
- Zhang Z.J., Mao Y.F., Ha S., Liu W.S., Botella J.R. and Zhu J.K., 2016d. A multiplex CRISPR/Cas9 platform for fast and efficient editing of multiple genes in *Arabidopsis*. *Plant Cell Reports* 35(7):1519-1533
- Zhou H.B., Liu B., Weeks D.P., Spalding M.H. and Yang B., 2014. Large chromosomal deletions and heritable small genetic changes induced by CRISPR/Cas9 in rice. *Nucleic Acids Research* 42(17):10903-10914

Makarnalık Buğdayda Kalite Islahı Çalışmaları

*Aliye PEHLİVAN¹ Saim ÜNVER İKİNCİKARAKAYA²

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): aliye.pehlivan@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 02.05.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 06.06.2017

Öz

Dünya ve ülkemiz tarımında çok önemli bir yere sahip olan makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.), makarna ve bulgur sanayisinin hammaddesini oluşturmaktadır. Ülkemiz endüstriyel üretiminde önemli bir yeri olan bu ürünler ihracatımızda da önemli bir paya sahiptir. Dış pazarda etkili olabilmek için, kaliteli üretim yaparak rekabet gücümüzü artırmamız ve hammadde olarak kaliteli makarnalık buğday üretimi gerekmektedir. Kaliteli makarnalık buğday üretimi için yetiştirme tekniklerinin iyileştirilmesi ve verimin artırılmasına paralel olarak farklı ekolojilerde kararlı (stabil) kalite özelliklerine sahip yeni çeşitlerin ıslahına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde özel sektör tohumluk üretici kuruluşları, Ziraat Fakülteleri ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı araştırma enstitüleri verim ve kalitesi yüksek yeni makarnalık buğday çeşitlerinin geliştirilmesi için ıslah çalışmaları yapmaktadırlar. Islah çalışmalarında makarna sanayinin istediği kalite özelliklerine (protein miktar ve kalitesi ve irmik rengi yüksek) sahip çeşitlerinin geliştirilmesi için ıslah materyalinin kalite yönüyle değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu derlemede ülkemizdeki makarnalık buğday üretimi, çeşitleri, ve makarnalık buğday ıslah çalışmalarında, ıslah kademelerine göre kalitenin değerlendirilmesi hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, makarnalık buğday, çeşit geliştirme, kalite ıslahı

Quality Breeding Studies in Durum Wheat

Abstract

Durum wheat (*Triticum durum* Desf.), has an important role in agriculture of Türkiye and world and it is the raw material of pasta and bulgur products. These products have an important role in both Turkey's industry and export. To be competitive on the world market, high quality durum wheat is needed as a raw material and end product should be in high quality. In order to produce high quality durum wheat, not only cultivation practices and grain yield should be improved but also there is need to breed new varieties which have both high and stable quality in different ecologies. In Türkiye durum wheat breeding studies are conducted by private breeding companies, agricultural faculties and research institutes belong to the General Directorate of Agricultural Research and Policies to develop new cultivars with high yield and quality. It is very important to evaluate breeding material in terms of quality parameters (high in protein quantity/quality and semolina colour) which expected by macaroni industry. In this review, it is aimed to give information about quality evaluation in different stages of durum wheat breeding and durum wheat cultivars in Türkiye.

Keywords: Türkiye, durum wheat, cultivar development, quality breeding

Giriş

Türkiye genelinde gıda tüketimine bakıldığında, tahıl ve tahıl ürünlerinin tüketimi ilk sırada yer almaktadır. Tahılların başında gelen buğday genellikle ekmek, makarna, bulgur, irmik, erişte, kuskus ve diğer unlu mamuller şeklinde tüketilmektedir. Makarnalık buğday ise ülkemizde çoğunlukla

makarna ve bulgur üretiminde az miktarlarda da olsa ekmek, irmik (makarna üretimi hariç), baklava ve kadayıf yapımında un paçalarında kullanılmaktadır. Makarna ve bulgur sanayi ülkemizde iç tüketimi karşılanmakta olup ihracatta önemli bir gelir sağlamaktadır. Türkiye Dünyanın en büyük makarnalık buğday üreticisi

ülkelerinden biridir. Makarnalık buğdayın gen merkezlerinden biri olan Türkiye, ekolojik açıdan kaliteli makarnalık buğday yetiştirilmesine oldukça uygun bir ülkedir (Bozkurt 2012).

Son yıllarda Dünyada buğdayın makarna şeklinde tüketimi, ekmek şeklinde tüketimine oranla artmaktadır. Makarnanın uzun süre muhafaza edilebilmesi, çeşitliliği, kolayca hazırlanması, lezzeti, besleyici ve ekonomik bir gıda maddesi olması tüketiminin artmasını etkilemektedir. (Anonim 2010).

Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre makarnanın mutlaka durum buğdayından irmik ve su karışımından yapılması gerekmektedir. Makarna sanayinin temel hammaddesi makarnalık buğdaydan elde edilen irmiktir (Anonim 2002). Fakat Afrika ülkelerine yapılan makarna ihracatında rekabeti artırmak amacıyla ihraç edilecek makarnalarda istenirse %30'a kadar ekmeçlik buğday unu kullanılabilmesine izin verilmiştir (Anonim 2016c). İç tüketimde ise Türk gıda kodeksine göre makarnaya ekmeçlik buğday kullanılması yasaktır. Bulgur hem makarnalık hem ekmeçlik buğdaydan üretilebilmektedir. Türk Gıda Kodeksine göre bulgur (TS 2974'e uygun) buğdayların (*Triticum durum*, *T. aestivum*, *T. monococcum*, *T. dicoccon*) tekniğine uygun olarak temizlenmesi, pişirilmesi/haşlanması, kurutulması ve istendiğinde kabuğunun ayrılarak kırılması ile elde edilen mamul olarak tanımlanmıştır (Anonim 2009a).

Buğday veriminin artırılmasında tarım tekniğindeki gelişmelerin kullanılmasının yanı sıra yüksek verim potansiyeline sahip çeşitlerin ıslah edilmesi büyük önem taşımaktadır. Yeni geliştirilecek çeşitler de verim ve kalite kayıplarının önlenmesi ya da en az düzeye

indirilmesi bakımından bölge de görülen önemli stres faktörlerine karşı dayanıklı ya da toleranslı olmaları gereklidir. Günümüzde hastalıklarla mücadele de ekonomik ve pratik mücadele yollarından birisi de dayanıklı çeşit geliştirilerek bu çeşitlerin üretimde yer almasının sağlanmasıdır (Yazar ve ark. 2013).

Islah çalışmaları ile daha kaliteli, yüksek verimli, hastalıklara ve zararlılara dayanıklı ve yetiştirildiği çevrenin koşullarına uyumlu çeşitler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Değişen tüketici tercihleri doğrultusunda farklı kalite özelliklerine sahip buğdaya olan gereksinim her geçen gün daha da artmaktadır (Erkul 2006).

Makarnalık buğdaylarda kalite, genetik yapı, yetiştirildiği yıldaki ekolojik şartlar, yetiştirme tekniği ve bilhassa kullanılan azotlu gübre miktarı ile yakından ilişkilidir. Bazı yıllarda uygun olmayan iklim koşulları kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Oysa ülkemizin bazı yerleri ekolojik şartlar bakımından dünyadaki birçok ülkeye göre kaliteli makarnalık buğday üretimine çok elverişlidir. Bunun için makarnalık buğday çeşit geliştirmek için ıslah çalışmalarının yapılması kadar çeşitlerin hangi ekolojide yetiştirilirse daha kaliteli ve verimli olduklarının belirlenmesi ve çeşide özgü yetiştirme tekniklerinin (ekim normu, sıklığı, zamanı ve gübreleme vb.) belirlenmesi çok önemlidir.

Makarnalık Buğday Üretimi

Dünya makarnalık buğday üretimi 2016-2017 üretim yılında 40.7 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve Türkiye 3.6 milyon ton üretim ile Kanada (7.8 milyon ton) ve İtalya (5.0 milyon ton)'dan sonra Dünya'da 3. ülke olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünya makarnalık buğday üretimi ve başlıca üretici ülkeler (Milyon Ton)

Table 1. World durum wheat production and major producer countries (Million Tons)

Ülkeler	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17*
AB (28)	8.2	10.1	8.7	9.2	8.2	8.2	8.1	7.6	8.5	9.5
Kanada	3.7	5.5	5.4	3.0	4.2	4.6	6.5	5.2	5.4	7.8
İtalya	3.9	5.1	3.6	4.1	3.9	4.2	3.9	3.9	4.2	5.0
Türkiye**	2.7	2.8	3.7	3.5	3.9	3.3	4.1	3.3	4.1	3.6
ABD	2.0	2.2	2.9	2.8	1.3	2.2	1.6	1.5	2.3	2.8
Meksika	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	2.1	2.3	2.3	2.3	2.5
Kazakistan	3.0	2.5	2.6	1.7	3.0	1.4	2.0	2.0	2.1	2.1
Fransa	2.0	2.1	2.1	2.5	2.1	2.4	1.8	1.5	1.8	1.6
İspanya	1.2	1.2	1.4	0.9	0.9	0.4	0.9	0.8	0.9	1.0
Dünya	34.8	38.5	41.4	35.4	37.6	35.7	38.8	34.5	39.1	40.7

Kaynak: IGC, TMO 2016 Hububat raporu Source: IGC TMO 2016 Cereal report's

Not: AB verileri; 2006/07'den 2012/13'e kadar AB (27), 2013/14 döneminden itibaren AB (28) içindir.

Note: EU data; The EU (27) from 2006/07 to 2012/13 is within the EU (28) from 2013/14.

Çizelge 2. 2016 Yılı Türkiye bölgelere göre buğday üretimi (Bin Ton)
Table 2. Wheat production in Türkiye's regions in 2016 (Thousand Tons)

Bölge Adı	Ekmeklik Buğday		Makarnalık Buğday	
	Miktar	%	Miktar	%
Marmara Bölgesi	2.935	17.3	1	0.0
Ege Bölgesi	1.087	6.4	468	12.9
İç Anadolu Bölgesi	5.683	33.5	1.397	38.7
Akdeniz Bölgesi	1.807	10.6	323	8.9
Doğu Anadolu Bölgesi	1.148	6.8	27	0.7
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2.425	14.3	1.294	35.8
Karadeniz Bölgesi	1.895	11.1	110	3.0
Toplam	16.980	100	3.620	100

Kaynak: TMO 2016 Hububat raporu Source: IGC TMO 2016 Cereal report's

Makarnalık buğday üretiminin bölgeler bazında dağılımı, Çizelge 2'de incelendiğinde İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin üretim miktarlarının yakın değerler olduğu görülmektedir. Önceki yıllarda en yüksek üretim miktarı Güneydoğu Anadolu Bölgesinde olmaktadır. 2016 yılında İç Anadolu bölgesinde üretim artmıştır (Anonim 2016a). İhracatta önemli paya sahip ve üretim kapasitesi fazla olan makarna ve bulgur fabrikalarının büyük çoğunluğunun bu bölgede bulunmasının katkısının olduğu düşünülmektedir. Buna ek olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulanan alanların artışıyla birlikte yatmaya dayanıklı ve yüksek verimli ekmeklik buğdayların yetiştiriciler tarafından daha çok tercih edilmesi ise diğer önemli bir etkidir (Akar 2107).

Makarnalık Buğday Tüketimi

Makarnalık buğday genellikle tüm buğdayların en sertisi olarak düşünülür ve iri taneli, sarı amber renkte ve camsıdır. Bu özellikler makarnalık buğdayın protein miktarı ve gluten kalitesiyle pek çok değişik gıdanın üretimine uygun olmasını sağlar. Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde makarnalık buğdaydan üretilen en yaygın ürün makarna iken Türkiye, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde makarna üretimi yanında bulgur, kuskus, noodle, erişte ve birçok değişik ekmek üretiminde de hammadde olarak kullanılmaktadır (Elias 1995; Liu ve ark. 1996; Troccoli ve ark. 2000).

Makarna kolay hazırlanabilen, besleyici, düşük yağ içerikli, protein kaynağı olan besleyici bir gıdadır. Kuru formda raf ömrünün uzun olması, çok farklı şekillerde tüketilebilmesi (değişik soslar vb.) besleme değerinin yüksek

olması ve düşük fiyatı ile tüketicilere cazip gelmektedir (Elias ve Manthey 2005). Dünya da kişi başı makarna tüketiminde 26 kg. ile İtalya ilk sırada yer almaktadır. İtalya'yı 13 kg ile Venezuela ve 11.9 kg ile Tunus izlemektedir. Türkiye'nin kişi başına makarna tüketimi 1962 yılında 1.2 kg iken, 1978 yılında 3.9, 90'lı yılların başında 4.3 kg'a yükselmiştir. Kişi başına yıllık tüketim artışı devam ederek 2006 yılında 5.8 kg, 2007 yılında 6 kg, 2012 yılında 6.1 kg, 2013 yılında 6,6 kg ve 2014 yılında ise 7,5 kg a çıkmıştır. (Anonim 2017b).

Makarnalık buğdayın ülkemizde en yaygın kullanım şekillerinden biri 4000 yıllık geçmişi olan bulgurdur. Anadolu'da ve Orta Doğu Ülkeleri'nde buğdayın kültüre alındığı dönemden beri üretilmekte olan ve günümüzde de sevilerek tüketilen önemli bir gıda maddesidir (Özboy 1998; Bayram ve Öner 2002). Türkiye'de üretim miktarı ve ekonomik değeri yıllar itibari ile artmaya devam eden bulgur ortalama kişi başına yıllık 12 kg bulgur tüketilmektedir. Doğu bölgelerinde bu değer 23 kg iken batı bölgelerinde 7 kg civarındadır. Bu üretim artışı, bulgurun yurtdışında da tanınması ile birlikte, ihracatta artışa sebep olmaktadır (Bayram 2000, Bayram ve Öner 2002).

Ülkemiz sanayisinde ve ihracatında önemli bir yeri olan makarna ve bulgurun 2005-2014 yılları arasında gerçekleşen üretim miktarları Çizelge 3 incelendiğinde; makarna üretim miktarımız 2005 yılında 580,5 bin ton iken, 2014 yılında 1202.5 bin tona yükselmiştir. Bulgur üretim miktarları ise 83.1 bin tondan 428.2 bin tona çıkmıştır. Bulgur üretimimizde endüstriyel üretime ek olarak ayrıca yaklaşık bu miktar kadar geleneksel üretim de söz konusudur.

Çizelge 3. Türkiye'nin 2005-2014 yılları arasında gerçekleşen makarna ve bulgur üretim miktarları (bin ton)
Table 3. Pasta and bulgur production amounts (in thousand tons) in Türkiye from 2005 to 2014

Yıllar	Makarna Üretimi (bin ton)	Bulgur Üretimi (bin ton)
2005	580.5	83.1
2006	558.5	82.8
2007	571.3	70.5
2008	641.0	91.9
2009	595.2	135.3
2010	732.4	189.0
2011	864.0	222.2
2012	976.6	277.5
2013	1026.4	490.0
2014	1202.5	428.2

(www.tuik.gov.tr, Erişim tarihi (Date of access): 10.11.2016)

Ülkemizin ihraç ettiği ürünlerin arasında makarna ve bulgur önemli bir yer tutmaktadır. Çizelge 4'te 2004-2016 yılları arasında gerçekleşen ihracat miktar ve değerlerini inceleyecek olursak; makarna ihracat miktarı 2004 yılında 126 bin ton iken, bu değer en fazla 2014 yılında 735 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Bulgur ihracat miktarımız ise 2004 yılında 36 bin ton iken, 2016 yılında 179 bin ton olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılından sonra makarna ve bulgur ihracat miktarı, ihracat değeri ve ton fiyatında (\$) bir düşüş olduğu görülmektedir. Ayrıca 2008 yılında dışsatım makarna ve bulgur ton fiyatı en yüksek iken 2016 yılında bu fiyatın neredeyse yarıya düştüğü görülmektedir (Çizelge 4).

Makarnalık buğday ekme yapımında da kullanılmaktadır. Makarnalık buğdayından yapılan ekme, ekmelek buğdaydan yapılanaya göre daha küçük hacimli olmasına rağmen durum buğdayı ekmeği daha sarı renklidir, kendine özgü tat ile kokuya sahiptir ve raf ömrü daha uzundur. Bu özelliklerde bazı tüketiciler için cazip gelmektedir (Atlı ve ark. 2010). Akdeniz bölgesinde ve özellikle güney İtalya'da makarnalık buğday birkaç çeşit ekmelede kullanılmaktadır. Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da, toplam makarnalık buğday tüketiminin yaklaşık yarısı ekmele yapımı için kullanılmaktadır (Boyacıoğlu ve D'appolonia 1994).

Çizelge 4. Türkiye'nin 2004-2016 yılları arasında yaptığı makarna ve bulgur ihracat miktarı ve değeri
Table 4. Pasta and bulgur exports in quantity and value from Türkiye between 2004 and 2016

Yıllar	Makarna			Bulgur		
	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (\$)	Ton (\$)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (\$)	Ton (\$)
2004	125.992	50.252.306	399	36.106	14.399.227	399
2005	164.399	65.500.861	398	68.551	24.193.457	353
2006	191.975	80.269.705	418	56.646	21.468.345	379
2007	177.924	107.786.602	606	73.918	37.609.805	509
2008	175.597	181.915.625	1.036	71.009	56.977.972	802
2009	213.506	149.422.907	700	115.227	63.209.287	549
2010	297.280	185.888.023	625	160.649	80.024.511	498
2011	404.039	285.261.094	706	122.443	70.297.089	574
2012	505.569	357.800.281	708	122.678	69.502.330	567
2013	693.101	493.928.791	713	159.990	97.157.211	607
2014	735.027	506.857.171	690	211.485	122.644.507	580
2015	671.837	417.993.472	622	199.831	101.152.562	506
2016*	629.465	323.630.902	514	178.678	71.412.721	400

(www.tuik.gov.tr Erişim tarihi (Date of access): 10.11.2016) *: 2016 rakamları geçicidir (2016 figures are temporary)

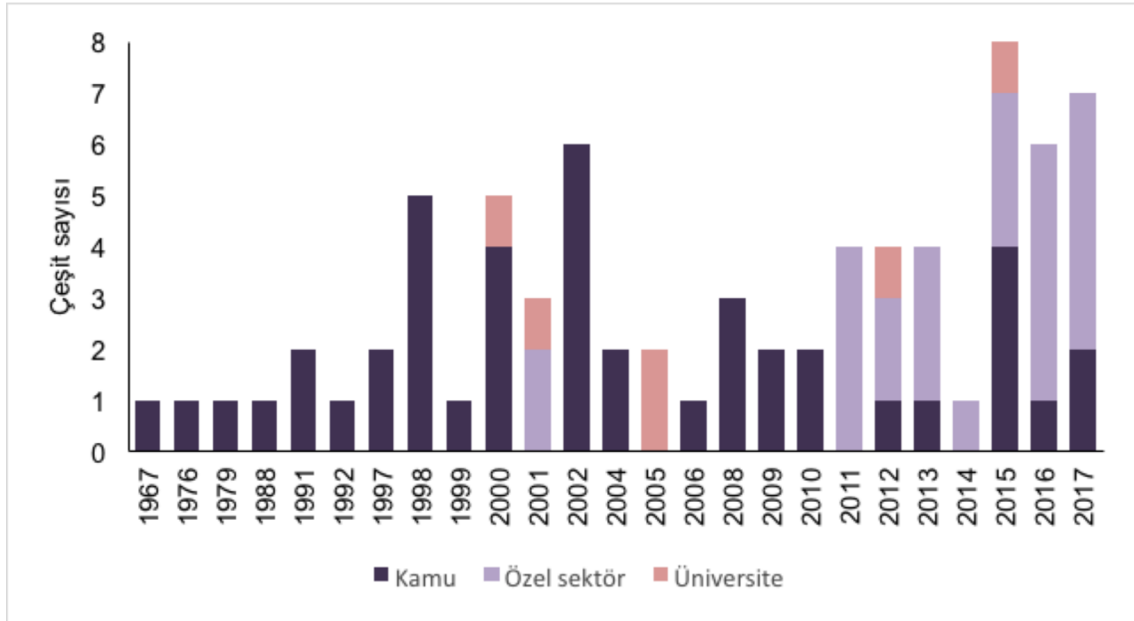
Ülkemizde ise farklı isimlerde üretilen ekmeklerde makarnalık buğday unu kullanılmaktadır. Yapılacak ekmek çeşidine göre makarnalık buğday unu, ekmeklik un veya tam buğday unu ile paçal yapılarak ekmek yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca baklava, kadayıf yapımında ürüne parlak renk verebilmesi, tazeliğini ve gevrekliğini uzun süre koruması ve lezzeti artırması sebebiyle makarnalık buğday unu belli oranlarda ilave edilerek kullanılmaktadır. Marketlerde pasta, börek ve baklavalık olarak satılan bazı özel amaçlı unlarda da belli oranlarda makarnalık buğday unu bulunmaktadır.

Ülkemizdeki Makarnalık Buğday Çeşitleri

Ülkemizde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü (TTSM) çeşitlerin tescil ve tohumlukların kontrol ve sertifikasyonu ile ilgili çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Yeni çeşit adayları ile ilgili tarla ve laboratuvar testlerini (farklılık, yeknesaklık, durulmuşluk ve tarımsal değerleri ölçme) yaparak yurtiçinde veya yurtdışında ıslah edilen yeni bitki çeşitleri ile yurt dışından ithal edilen çeşitlerin tescilini yapmak, yurt içi amaçlı üretimlerde etiket düzenlemek tescil edilen veya üretim izni verilen ve Milli Çeşit Listesinde yayımlanan çeşitlere ait tohumlukların kontrol ve sertifikasyonu ile ilgili çalışmalar bu kurum tarafından gerçekleştirilmektedir (Anonim 2017a).

2017 yılı Milli Çeşitler Listesi'nde 75 adet tescilli makarnalık buğday çeşidi bulunmaktadır. Ayrıca üretim izinli 11 çeşit bulunmaktadır (tescil denemeleri süresince üretim izni verilmektedir). Şekil 1'de Milli Çeşit listesinde yer alan makarnalık buğday çeşitlerinin tescil edildiği yıllara ve çeşitlerin sahibi kurumlara göre dağılımı görülmektedir. Kamu başlığı altında araştırma enstitüleri, üniversiteler başlığı altında Ziraat Fakülteleri ve özel sektör tohumluk üretici kuruluşları çeşit sayıları incelendiğinde son yıllarda özel sektör tarafından tescil ettirilen çeşit sayısının arttığı görülmektedir. Bu artış Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının sertifikalı tohum üretimine ve kullanımına verdiği destekler sayesinde gerçekleşmiştir (Anonim 2017c).

Çizelge 5. incelendiğinde Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı araştırma enstitülerinin 44 üniversitelerin ise 6 makarnalık buğday çeşidini tescil ettirdiği görülmektedir. Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından tescil ettirilen Sena çeşidi ise Milli çeşit listesinde bulunmamaktadır. Milli çeşit listesinde yer alan özel sektör tohumluk üretici kuruluşlarına ait 25 çeşidin büyük çoğunluğu daha önce yurt dışında tescil edilmiş çeşitler olduğu görülmektedir. Yurt dışında çok eski yıllarda tescil edilmiş çeşitlerin ülkemize getirilerek tescil ettirilmesi makarnalık buğday özel sektör tohumluk üretici kuruluşlarında yapılan bir uygulama şekli olmuştur. Örneğin 2000 yılında İtalya'da ıslah edilen bir çeşit 2017 yılında ülkemizde tescil edilmiştir (Anonim 2017c).



Şekil 1. 1967-2017 yılları arasında tescil edilen makarnalık buğday çeşitlerinin sayısı
Figure 1. Number of the wheat varieties registered between 1967 and 2017

Çizelge 5. 2017 TTSM Milli Çeşit Listesindeki makarnalık buğday çeşitlerinin tescil tarihleri ve ait olduğu kuruluşlar

Table 5. Durum wheat varieties listed in the 2017 VRSCC National Variety List registration dates and maintainer of the varieties

	Çeşit Adı	Tescil Tarihi	Başvuru Sahibi
1	Selçuklu-97	06.05.1997	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Konya
2	Meram-2002	02.05.2002	
3	Sham-1	26.04.1991	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Adana
4	Amanos-97	06.05.1997	
5	Fuatbey 2000	28.04.2000	
6	Sarı Başak	12.04.2013	
7	Eker	26.03.2015	
8	Ayzer	26.03.2015	
9	Günberi	13.04.2017	
10	Gediz-75	13.05.1976	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - İzmir
11	Ege 88	26.04.1988	
12	Salihli 92	12.05.1992	
13	Şölen 2002	02.05.2002	
14	Tüten 2002	02.05.2002	
15	GAP	01.04.2004	
16	Turabi	01.04.2004	
17	Alatay	26.03.2015	
18	Yaren	14.04.2016	
19	Akçakale-2000	02.05.2002	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü -Şanlıurfa
20	Gündaş	17.04.2012	
21	Edessa 63	13.04.2017	
22	Altıntoprak 98	12.05.1998	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü - Diyarbakır
23	Sarı çanak 98	12.05.1998	
24	Aydın-93	02.05.2002	
25	Fırat-93	02.05.2002	
26	Artuklu	02.04.2008	
27	Eyyubi	02.04.2008	
28	Şahinbey	02.04.2008	
29	Zühre	30.03.2010	
30	Güney Yıldızı	30.03.2010	
31	Hasanbey	26.03.2015	
32	Kunduru 1149	26.04.1967	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Eskişehir
33	Kümbet 2000	28.04.2000	
34	Yelken 2000	28.04.2000	
35	Dumlupınar	14.04.2006	
36	Kızıltan 91	26.04.1991	
37	Altın 40/98	12.05.1998	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Ankara
38	Ankara 98	12.05.1998	
39	Yılmaz 98	12.05.1998	
40	Çeşit-1252	26.04.1999	
41	Mirzabey 2000	28.04.2000	
42	Eminbey	06.04.2009	
43	İmren	06.04.2009	
44	Tunca 79	15.05.1979	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Edirne
1	Balcalı 2000	28.04.2000	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
2	Pınar-2001	24.04.2001	Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
3	Özberk	30.03.2005	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi
4	Urfa 2005	30.03.2005	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi
5	Soylu	17.04.2012	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi
6	NKÜZiraat	26.03.2015	Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Çizelge 5. devamı
Table 5. continued

	Çeşit Adı	Tescil Tarihi	Başvuru Sahibi
1	Tripudio	14.04.2016	Aksoy Turizm ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti.
2	Trionfo	14.04.2016	
3	Tiziana	13.04.2017	Alfa Toh. Tar. Gıd. İnş. Hay. Paz. San. Tic. Ltd. Şti
4	Zıtka	17.04.2012	
5	Biensur	11.04.2014	Ata Tohumculuk İşl.San. ve Tic.A.Ş.
6	Massimo Meridio	14.04.2016	
7	Burgos	08.04.2011	Fito Tohumculuk Ticaret Ltd. Şti.
8	Uniya	26.03.2015	Marmara Tohum Geliştirme A.Ş.
9	Zolotko	13.04.2017	
10	Casanova	12.04.2013	
11	Pitagora	12.04.2013	Maro Tarım İnş. Tic. Ve San. A.Ş.
12	Perre	26.03.2015	Olgunlar Turizm Tarım Enerji Üretim Tic. Pazrlm. Ltd. Şti.
13	Mimmo	13.04.2017	Pioneer Tohumculuk Dağ ve Paz.Ltd. Şti.
14	Claudio	08.04.2011	
15	Cesare	12.04.2013	Progen Tohum A.Ş.
16	Troubadur	13.04.2017	
17	Ecem	13.04.2017	
18	Svevo	24.04.2001	
19	Zenit	24.04.2001	
20	Levante	08.04.2011	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.
21	Saragolla	08.04.2011	
22	Maestrале	26.03.2015	
23	Bisante	17.04.2012	
24	Nova	14.04.2012	Trakya Tarım ve Vet Tic. Ltd.Şti.
25	Ganos	14.04.2012	

Çizelge 6. 2017 TTSMM *üretim izni makarnalık buğday çeşitlerinin izin tarihleri ve ait olduğu kuruluşlar
Table 6. Permitted durum wheat varieties of listed in the 2017 VRSCC National Variety List permission dates and maintainer of the varieties

	Çeşit Adı	Üretim İzni Tarihi	Başvuru Sahibi
1	Argeles	31.08.2015	Alfa Toh. Tar. Gıd. İnş. Hay. Paz. San. Tic. Ltd. Şti
2	Salgado	26.08.2016	Alfa Toh. Tar. Gıd. İnş. Hay. Paz. San. Tic. Ltd. Şti
3	Reglisse	31.08.2015	Caso Tohum San. Ve Tic. Ltd. Şti
4	Vicktoriya	26.08.2016	Dobruca Tohumculuk San Tic. Ltd. Şti.
5	Mercan	26.08.2016	Hazera Tohumculuk ve Tic. A.Ş.
6	Duronese	26.08.2016	LT Tarım Üretim Paz. Tic. Ltd.Şti.
7	Anzele	26.08.2016	Orhas İç ve Dış Tic. Ltd. Şti.
8	Milandur	31.08.2015	ProGen Tohum A.Ş.
9	Ovidio	26.08.2016	ProGen Tohum A.Ş.
10	Ginseng	26.08.2016	Semila Tohumculuk San ve Tic. Ltd. Şti.
11	Mario	30.09.2016	Syngenta Tarım Sanayi Ve Ticaret A.Ş.

*Üretim izni tescil denemeleri süresince verilmektedir

*The production permit is issued during the registration trials

Makarnalık Buğday Islahı ve Yöntemleri

Bitkilerde; genetik ve sitogenetik esaslardan yararlanarak bitki cins, tür ve çeşitlerinin genetik yapısını üretici ve tüketicinin istekleri doğrultusunda değiştirme ve geliştirme bilim ve sanatı bitki ıslahı olarak tanımlanmaktadır (Ünver 2016).

Makarnalık buğday ıslah çalışmalarının amacı; üretici için verimi yüksek ve hastalıklara dayanıklı, sanayici için son ürüne (makarna, bulgur vb.) ve tüketici için ise tüketim isteğine uygun kalitede çeşit geliştirmektir. Yeni çeşit geliştirme sürecinde görev alan birimlerin (buğday ıslahçıları, hastalıkçıları ve tahıl kalitecileri) başarısı, geliştirdikleri

yeni çeşitlerin üretici, sanayici ve tüketici tarafından benimsenme oranı ile ölçülür. Kalite özelliklerinin çoğu, çeşidin genetik yapısı ile ilgili olmasına karşın, bazıları (protein miktarı gibi) çevre şartlarından etkilendiğinden, çeşit geliştirme programlarında kalıtsal özelliklerin saptanabildiği kalite testlerinin uygulanması ve doğru kalite analizinin seçilebilmesi için de kaliteyi etkileyen faktörlerin bilinmesi gerekir (Ozan 2004).

Makarnalık buğday ıslah çalışmaları ile uzun boylu olan makarnalık buğdaylarda boy kısaltılmış, sap sağlamlığı artırılmış ve yüksek verim potansiyeline sahip makarnalık buğdaylar geliştirilmiştir (Yazar ve Karadoğan 2008).

Makarnalık buğdaylar tetraploid $2n=4x=28$, AABB genomuna sahip bir buğday türüdür. Kalite bakımından taleplerin karşılanabilmesi için kalite ile ilgili genetik çeşitliliğin artırılması ve bunun ıslahta kullanılması gereklidir. Sissons ve Hare (2002) makarnalık buğdayların tetraploid akrabalarının faydalı bir gen kaynağı olabileceğini ve tetraploid buğdayların alt türlerinin (*T. turgidum* var. *durum*, *polonicum*, *persicum*, *turanicum*, *turgidum*) kalitenin belirlenmesinde ana faktörler olan tanede protein içeriği ve kompozisyonu bakımından geniş bir değişim gösterdiğini vurgulamışlardır.

Bitkilerin kalıtımında kalitatif ve kantitatif karakterler rol oynamaktadır. **Kalitatif Karakterler:** Tek genle kontrol edilen, basit kalıtsal karakterlerdir. Bunlar, major genler olarak da bilinir. Kavuz rengi ve tüylülük durumu, kılçıklılık gibi, gözle görülebilen fenotipik ve genotipik özelliklerin eşit olduğu karakterlerdir. Bu karakterler çevre koşullarında ya hiç etkilenmez ya da çok az etkilenir. Açılımlarında baskınlık (dominantlık) hakimdir. **Kantitatif Karakterler:** Çok genle kontrol edilen, çevre koşullarından etkilenen, sayılarak, tartılarak ölçülerek ya da kimyasallarla etkileşmeleri sonucu belirlenebilen özelliklerdir. Kalıtları karmaşıktır ve değişiklikler (modifikasyon) olabilmektedir. Bu nedenle beklenen özellikleri tahmin etmek güçtür ve açılım oranları çok yüksektir (Ünver 2016).

Buğday ıslahı çalışmalarında genellikle üzerinde ağırlıkla durulan karakterler, çok gen tarafından idare edilen ekonomik öneme sahip kantitatif (verim ve kalite gibi) karakterlerdir. Ancak bu karakterler çevre şartlarından oldukça fazla etkilenmektedir (Sissons ve Hare, 2002). Bu nedenle, çevre şartlarından etkilenmeyen seleksiyon kriterlerinin bulunması genetik

ilerlemeyi ve iyileştirmeyi hızlandıracaktır (Bilgin 2001).

Buğday ıslahında birçok yöntemden yararlanılmakta olup, her geçen gün yeni özellikler taşıyan çeşitlerle verim ve kalite artışına katkıda bulunmaktadır. Uygulanan ıslah yöntemleri çeşit getirme (introduksiyon) seleksiyon, mutasyon melezleme ve genetik modifikasyon olarak sıralanmaktadır (Akar 2017).

Çeşit Getirme (İntroduksiyon)

Ekonomik önemi olan bitkilerin bir ülkeden başka bir ülkeye taşınması ve yetiştirilmesi introduksiyon olarak tanımlanır (Ünver 2016). İntroduksiyon materyalinin adaptasyon denemelerinin farklı yetiştirme koşullarında yapılması sonuçta da istenilen başarının elde edilmesi için önemlidir. Ülkemizde yazlık dilim kuşağında yetiştirilen özel sektör tescilli makarnalık buğday çeşitlerinin büyük çoğunluğu diğer ülkelerde ıslah edilmiş olan çeşitler olup doğrudan doğruya üretim amacıyla introduksiyon materyali olarak getirilmişlerdir.

Seleksiyon

Üniform olmayan materyal içerisinde uygun olan bitkilerin seçilmesidir. Genellikle gen kaynağı olan türlerde uygulanan bir yöntem olup karışık populasyon, yerel çeşitler, doğal mutasyona uğramış farklı materyalden amaca uygun bitki ya da bitki gruplarının seçimine dayanan bir ıslah yöntemidir. Teksel (saf hat) seleksiyon, toptan (mass) seleksiyon ve değiştirilmiş toptan seleksiyon şeklinde uygulanabilir (Ünver 2016). Seleksiyon çalışmalarında, çeşit ıslahının uzun yıllar sürmesi başlıca sorun olup, olası salgın bir hastalığa karşı kısa sürede çözüm üretilemez (Şehirli ve Özgen 1988).



Şekil 2. Tarla denemelerinden bir görünüm

Figure 2. A view of the field experiments

Fotoğraf Aliye Pehlivan'a aittir

Photo was taken by Aliye Pehlivan

Mutasyon

Mevcut çeşit veya hattın bir ya da iki özelliği iyileştirilmek istendiğinde mutasyonlar bitki ıslahında kullanılmaktadır. Mutagenler ile genetik materyal üzerinde ne gibi bir değişiklik olacağı kesin olarak önceden bilinmemektedir. Elde edilen bu mutantlarda amaca uygun olarak yeniden seleksiyonların uygulanması gerekmektedir. Ayrıca mutant bitkilerde morfolojik ve fizyolojik birçok aksaklıklar da ortaya çıkabilmekte ve böylece bitkinin gelişmesi yavaşlamaktadır. (Şehirli ve Özgen 1988). Çiftçi ve Şenay (2005) Mutasyon tekniği kullanılarak yapılan bitki ıslahı çalışmalarında mutagen uygulamalarından düşük fizyolojik zarar ve yüksek mutasyon frekansının (populasyonda varyasyonun geniş olması) ortaya çıkmasının istendiğini bildirmişlerdir.

Melezleme

Melezleme iki ya da fazla sayıdaki çeşit, hat ya da türde bulunan ve istenen özellikleri tek bir çeşitte toplamak amacıyla yapılır. Melezleme ile genetik faktörlerin oluşturduğu yeni kombinasyon, anaçlarda bulunmayan yeni ve istenen karakterleri ortaya çıkarabilir. Melezleme ıslahının aşamaları anaçların seçimi, anaçların yetiştirilmesi, kısırletme (kastasyon), toz verme ve yalıtımdır (izolasyon). Melezleme aşamaları Şekil 3'te görülmektedir. Melezlemede kısırletmadaki

zorluklar ve uzun yıllar seçmelerin yapılması önemli sorunlardandır

Islah çalışmalarında geleneksel ıslah tekniklerine yeni bitki biyoteknolojik metotlar da entegre edilmeye başlanmıştır. Islah çalışmalarını kolaylaştırmak ve sonuca daha çabuk ulaşılabilme; ikiye katlanmış (doubled haploid) hatların kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir. Buğdayda homozigot hatların üretiminde anter kültürü gibi özel doku kültürü metotları etkili olabilmektedir. Buğdayda *invitro* androgenesis yoluyla tek bir generasyonla homozigot hatlar geliştirilmektedir. Bu yöntemle ıslahçıların melezlemeden sonra homozigot hatlar elde etmek için harcadıkları süre en az 4-5 yıl azalmakta, bu da ıslahçılara oldukça fazla bir zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca homozigot hatlar tarla denemelerinde daha gerçekçi agronomik performans göstermekte ve daha etkili bir seleksiyon yapılabilmektedir (Salantur ve ark. 2011).

Makarnalık buğday ıslah çalışmalarında ıslahçı melezleme öncesinde melez bahçesindeki materyalinin kalitesine ve özelliklerini bilerek melezleme yapmaktadır. Melezleme sonrasında elde edilen F₁ tohumları 2. yıl ekilir. F₁ 'lerin yetiştirilmeye başlamasıyla yetiştirilme koşullarında (soğuk, kurak, sıcaklık vb.) doğal seleksiyona tabii olmaktadır. 3. yıl ekilen F₂ generasyonunda negatif seleksiyon



Şekil 3. Melezleme aşamaları
Figure 3. Hybridization stages

Fotoğraflar Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü buğday ıslah bölümüne aittir

Photos were taken by wheat breeding department in Field Crops Central Research Institute

yapılmaya başlanır. F₃ ve F₄ generasyonlarında da ıslahçı seleksiyon yapmaya devam eder. F₅'in yetiştirildiği 6. yıl tek başak seçmeleri yapılır çünkü bu aşamada %98 homozigotluğun olduğu kabul edilir. F₆ ve F₇ aşamalarında ön verim denemeleri kurularak hatların hastalık ve kalite yönüyle değerlendirmeleri başlamaktadır (Salantur 2013).

Ön verim denemeleri genelde Augmented deneme deseninde düzenlenir. Denemede mutlaka verim ve kalitesi çok iyi olan standart çeşitler bulunmalıdır. Standart çeşitlerin (kalite, verim ve hastalık) sonuçlarına göre hatlar değerlendirilerek bir sonraki ıslah kademesi olan ileri kademe verim denemelerine alınır. İleri kademe verim denemeleri tekrarlı olarak (tesadüf blokları deneme deseni gibi) gerçekleştirilir. Denemeler 2 - 3 lokasyonda yürütülür.

İleri kademe hatlarının farklı çevrelerde yetiştirilmesi yüksek verim ve kalite özelliklerine sahip çeşitlerin geliştirilmesi için gereklidir. Verim ve kalitenin değişik çevre koşullarındaki değişimi tespit edilerek istenen verim ve kalite özellikleri bakımından stabil olan hatlar çeşit adayları olarak değerlendirilebilir (Yazar ve ark. 2013)

İleri kademe verim denemelerinden iyi olarak seçilen hatlar farklı özelliklere sahip (kurak, soğuk vb) en az 5-6 lokasyonda bölge verim denemeleri kurularak yetiştirilir. Islahçı verim, kalite ve hastalık yönüyle hatları değerlendirerek çok iyi özellik gösteren hattı tescil edilmesi için TTSM'ye başvuruda bulunabilir.

Makarnalık Buğdayda Kalite Islahı

Makarnalık buğday ıslahında makarna sanayinin özellikle üzerinde durduğu kalite kriterleri; fiziksel özellikler yanında, protein miktar ve kalitesi ile irmikte b sarılık değeridir (Atlı ve ark. 2010). Makarnalık buğdayın kalitesinin değerlendirilmesinde TS 2974 buğday standartı ve TMO makarnalık buğday alım baremindeki derecelendirme faktörleri düşünülebilir. Her iki sistemdeki derecelendirme ve gruplama (sınıflama) faktörleri benzer parametrelerdir. Islah çalışmalarındaki kalite analizlerinde temizlenmiş numune kullanıldığından kırık tane vb. derecelendirme kriterleri kalite değerlendirmesinde kullanılmaz. Bu derecelendirme faktörlerinden Hektolitreye ağırlığı, kısmen veya tamamen dönmeli tane oranı (camsı tane oranı), protein oranı ıslah çalışmalarında önemlidir. Süne emgi

zararı kaliteyi olumsuz yönde etkilediğinden denemelerin süne mücadelesinin en uygun şekliyle yapılması çok önemlidir. Hastalık ve zararlılar olabilecek optimum kaliteyi değiştireceği için doğru değerlendirme yapılamaz. Ayrıca denemelerin agronomik uygulamaları zamanında, uygun dozda, homojen ve dikkatli yapılması çok önemlidir. Gübrelemenin homojen yapılmaması hatların protein oranı gibi kalite değerlerinin doğru belirlenememesine neden olabilecektir.

Makarnalık buğday ıslahında kalite değerlendirmesindeki önemli parametreler ile ıslah kademelerine göre bu parametrelerin nasıl yorumlanacağı aşağıda açıklanmaktadır.

Bin Tane Ağırlığı

Bin tane ağırlığı; bin tanenin gram cinsinden ağırlığı olup kurumadde olarak belirtilmektedir (Köksel ve ark. 2000). Genetik özellikler ve çevre koşullarından etkilenen bir kalite kriteridir ve yüksek olması istenir. Bin tane ağırlığı fazla olduğu takdirde endospermin kepeğe oranı da artmakta ve dolayısıyla irmik ya da bulgur verimi yüksek olmaktadır. Tanelerin kırışık ve cılız oluşu bin tane ağırlığını azaltmaktadır. Çevre şartlarının olumsuzluğu sonucu dönmeli, olgunlaşmamış ve buruşuk tane irmik verimini ve irmik partikül iriliğini azaltmaktadır. Atlı ve ark. (1993) yaptığı bir çalışmada 12 makarnalık buğday çeşidinin bin tane ağırlığının 10 farklı bölgede ve 10 yıl sonuçlarının 37.0-42.9 g arasında Şahin ve ark. ise 29.80 - 39.60 g (ortalama 35.68 g. değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Türkiye'de genellikle makarnalık buğdaylarda ise 25-55 g arasında değişmektedir (Köksel ve ark. 2000) Bin tane ağırlığının kalıtım derecesini belirlemek için yapılan çalışmalarda 0.81 (Tsegaye ve ark.2012), 0.41 (Bilgin ve ark. 2010), 0.35 (Akçura 2009) gibi farklı sonuçlar belirlemişlerdir.

Hektolitreye Ağırlığı

Birim hacmin ağırlığı olan hektolitreye ağırlığı makarnalık buğdayının kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın ölçülerden birisidir. Tanenin şekli, boyutu, yoğunluğu, ve homojenliği etkilemektedir (Boyacıoğlu ve Tülbek 2002). Ülkemizde ve birçok ülkenin buğday standartlarında yer alan en önemli derecelendirme faktörüdür. Hektolitreye ağırlığı öğütme kalitesinin bir göstergesidir ve genelde irmik verimi ile hektolitreye ağırlığı arasında pozitif korelasyon vardır (Pomeranz 1998). Hektolitreye ağırlığı kalıtım, yetiştirme tekniği ve

iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Yaptıkları çalışmalarda hektolitreye ağırlığı kalıtım derecesini 0.293 (Bilgin ve ark. 2010), 0.29 (Budak 2000) olarak belirlemişlerdir. Hektolitreye ağırlığının yüksekliği aynı zamanda buğdayın sağlam ve hastalıklı tanelerden arı olduğunu göstermektedir (Atlı ve ark. 2010). Buğday bitkisinde generatif devrenin çok kurak ve sıcak geçmesi tanede yeterli besin maddesi birikiminin gerçekleşmesini önlemekte ve hektolitreye ağırlığının düşmesine neden olmaktadır.

TMO makarnalık buğday 2016 alım bareminde 78 kg/hl ve üzeri 1. grup, 77,9-76,0 2. grup, 75,9-74,0 3. grup ve 73,9 ve alt düşük vasıflı sınıfta fiyatlandırılıp depolanmaktadır (Anonim 2016a).

Camsı Tane Oranı

Camsı tane; dış görünüşünde veya kesitinde unlu leke bulunmayan sıkı ve sert yapılı, camsı görünüşlü taneler olarak tanımlanmaktadır. Camsı, kısmen veya tamamen dönmeli tane oranı makarnalık buğday sınıflandırma ve fiyatlandırmada yaygın kullanılan bir kalite parametresidir. Camsı tane oranı arttıkça irmik verimi ve makarna kalitesi de artmaktadır. İrmik öğütme esnasında genellikle camsı taneden daha iri irmik ve daha az un elde edilmektedir (Aktan ve Atlı, 1993). Camsı tane oranı çeşit özelliği ve yetiştirme koşullarından etkilenen bir kalite parametresidir. Tane dolum döneminde yağışlı, serin ve nemli çevre koşullarında camsı tane oranı azalmaktadır (Kün 1988). Ayrıca topraktan alabilecek azotun miktarı makarnalık buğdaylarda kısmen veya tamamen dönmeli tane oranını etkilemektedir (Melik 2014). Yapılan çalışmalarda kalıtım derecesi 0.23 (Tsegaye ve ark.2012) ve 0.391 (Bilgin ve ark. 2010) oranları belirlenmiştir. TMO makarnalık buğday 2016 alım bareminde kısmen veya tamamen dönmeli tane oranı 0–20 1. grup, 21–35 2. grup ,36–50 3. grup ve 50 üzeri düşük vasıflı grupta fiyatlandırılıp depolanmaktadır (Anonim 2016a).

Atlı ve ark. (1993) 10 farklı bölgede yetiştirilen 12 adet makarnalık buğday çeşidinin 10 yıl kalite analizlerini yapmış ve çalışma sonucunda bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, camsı tane oranı ve protein oranı kalite değerlerine iklim özelliklerinin önemli rol oynadığını belirlemişlerdir.

Protein Miktarı ve Kalitesi

Buğdayda protein miktarı ve kalitesi en önemli kalite parametrelerindedir. Protein oranı çeşidin genetik potansiyeli, agronomik

uygulamalar (gübreleme vb.) ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Atlı 1985). Protein kalitesinin çevresel ve agronomik uygulamalardan fazla etkilenmediği kalıtsal bir özellik olduğu ortaya konmuştur (Borghini ve ark 1997; Miadenow ve ark 2001). Protein oranında yapılan çalışmalarda kalıtım derecesini 0.50 (Tsegaye ve ark.2012), 0.321 (Bilgin ve ark. 2010), 0.399 (Akçura 2009), 0.64 (Budak 2000), Levy ve Feldman (1989) ise 0.29 – 0.53 arasında bulmuşlardır. Gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri büyük oranda genotipe bağlı olarak değişmektedir (Clarke ve ark. 1998).

Protein oranı makarnalık buğday sınıflandırma ve fiyatlandırmada çok önemlidir. TMO'nun 2016 makarnalık buğday alım bareminde, fiyat 1000 lira/ton olarak belirtilmiş ve protein oranlarına göre %7'ye kadar ilave fiyatta artış yapılacağı yer almıştır. Protein oranı 13.5-15 ve üzeri 1. grup, 13.4-12.5 2. grup, 12.4-11.5 3. Grup ve 11.4 ve altı düşük vasıflı olarak gruplandırılmaktadır. Ayrıca makarnalık buğday ticaretinde işlem yapılan borsalar vb.de protein oranı fiyatı etkilemektedir. Lisanslı depoculuk sisteminde de sınıflama elektronik ürün senetleri ve depolama TMO alım baremindeki kriterlere göre yapılmaktadır (Anonim 2016a). Bu durum buğday yetiştiriciliğinde protein miktarına etki eden faktörleri daha önemli bir hale getirmiştir. İslah çalışmalarında ise denemelerde aynı koşullarda yetiştirilen hatların içinde yüksek protein oranına sahip olanların seçilmesi daha önemli olmuştur.

Buğdaylarda protein oranı iklim, toprak ve çeşide bağlı bir faktördür. Buğday bitkisi, protein sentezinde gereksinim duyduğu elementleri havadaki CO₂ ve sudan, azot ve mineralleri topraktan almaktadır. Topraktan alınabilir azot (N) miktarı protein miktarını etkilemektedir. Tane protein oranı bakımından genotipler arasında önemli farkların olduğu farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Budak ve ark. 1997; Atlı 1999). Çeşit özelliğinin dışında, bitkinin farklı dönemlerinde alınan yağış miktarı, yağışın türü ve aylara göre dağılımı, hava sıcaklığı, toprak özellikleri ve kültürel uygulamalar (özellikle gübreleme uygulamalarının) tane protein miktar ve kalitesini etkilemektedir (Çağlayan ve Elgün 1999). Bu sebeplerle hatların gelişme durumları (erkencilik vb.) deneme yılındaki iklim koşulları ve protein oranları birlikte incelenmesi faydalı olacaktır. Ayrıca hatların verimleri protein

oranları incelenirken dikkate alınmalıdır. Denemelerde aynı koşullarda yetiştirilen bazı hatların verimi diğerlerinden çok yüksek olabilmekte ve protein oranı buna bağlı olarak biraz daha düşük olabilmektedir. Bazı denemelerde ise hattın gelişme dönemi çevre koşullarına bağlı olarak verimi ve protein oranı diğerlerinden yüksek olabilmektedir. Toprakta alınabilir azotun bulunması ve buğdayın bunu alabilmesi protein oranı için çok önemlidir.

Makarna kalitesinde en önemli görevi proteinler üstlenmiştir. Çeşitlerin makarna kaliteleri arasındaki farklılığı protein oranı ile protein kalitesi birlikte belirlemektedir. Kaliteli bir makarna üretimi için buğday proteininin %13' ten fazla olması gerekmektedir (Fortini 1988). İrmik öğütme sonucunda tanedeki protein oranı yaklaşık %1 civarında azalmakta kepekle birlikte irmikten uzaklaşmaktadır. İrmikte proteinin %11-13 olması istenir (Özkaya ve Özkaya 1993a).

Makarnalık buğday kalitesinde sadece protein miktarı değil proteinlerin kalitesi de önemlidir. TMO makarnalık buğday alım bareminde protein kalitesine göre grupta bulunmama ile birlikte bazı çeşitler kaliteleri ile tanındığından sektör tarafından özellikle tercih edilerek daha yüksek fiyatlarla işlem görmektedir. Buğday proteinleri, çözümlülüklerine göre albuminler, globulinler, prolaminler (gliadin) ve gluteninler olarak sınıflandırılmaktadır (Sayaslan 2007). Gluten oluşturan proteinler gliadin ve glutenindir. Gluten oluşturmayan globulin ve albumin hem miktarca daha azdır, hem de tuzlu suda çözünemediklerinden makarna pişirme sırasında kaybolabilmektedir (Köksel ve ark. 2000). Gluten proteinlerini oluşturan glutenin ve gliadinlerin kalite üzerine etkileri farklıdır. Glutenin oranı yüksek olan çeşitler üstün pişme kalitesine sahip olmaktadır. Gliadin oranı yüksek olan çeşitlerden elde edilen makarnalar ise pişirildiğinde, istenilen dirilik ve sertlik azalmaktadır (Özkaya ve Özkaya 1993).

Makarnanın pişme kalitesi tüketiciler dolayısıyla makarna üreticileri, üretici ve ıslahçı içinde önemlidir. Makarnanın pişirilmesi sırasında şişen ve jelatinize olan nişasta granüllerinin tutulabilmesi ve makarna yüzeyindeki karbonhidratlar ve proteinlerin pişme suyuna geçmemesi, proteinlerin dağılmayan bir ağ yapısı oluşturma yeteneğine bağlıdır. Protein ağının sağlamlığı protein miktarından etkilendiği gibi protein kalitesinden de etkilenmektedir. Protein kalitesi daha çok

kalıtım etkisi altındadır. Ancak protein oranı yüksek olan makarnalarda polipeptid zincirleri daha fazla olduğundan proteinlerin böyle bir ağ oluşturma şansı daha yüksektir (Wasık 1978). Protein miktar ve kalitesi, makarnanın pişme özellikleri yanında makarnanın ambalajlanması ve taşınması sırasında kırılmaların önlenmesi açısından da önemlidir (Elgün ve Türker 1999).

Makarna sanayinin son yıllarda kullandığı vakumlu ve çok kısa sürede yoğurma yapabilen sistemler kullanıldığından makarnalık buğdayların protein miktar ve kalitesinin yüksek olması gerekmektedir.

Bulgur kalitesi bakımından ise Kaplan Evlice (2016) yaptığı çalışmada iki farklı yıla ait buğday ve bu buğdaylardan laboratuvarında yaptığı bulgur örneklerinde kalite analizlerini yaparak kalite kriterleri arasındaki korelasyonları incelemiştir. Bin tane ağırlığının bulgur verimi üzerine önemli bir etkisi olduğunu belirlemiştir. Protein oranı, SDS sedimentasyon değeri, yaş ve kuru gluten miktarlarının bulgur kalitesini tahmin etmede etkili olduğunu bildirmiştir.

Makarnalık buğday ıslah çalışmalarında ıslah kademesine bağlı olarak analizler yapılarak aşağıdaki parametreler ile protein miktar ve kalitesi değerlendirilmektedir.

- ▶ Beklemeli SDS ve SDS sedimentasyon değeri
- ▶ Glutopik parametreleri
- ▶ Gluten ve glutograf parametreleri
- ▶ Miksograf parametreleri
- ▶ Alveograf parametreleri

SDS (sodyum dodesil sülfat) sedimentasyon analizi, protein miktar ve kalitesinin bir göstergesi olup, yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. SDS sedimentasyon analizinde un tanecikleri büyüdükçe SDS sedimentasyon değeri azalmaktadır (Williams ve ark. 1988). Protein miktarı yetiştirme koşullarından etkilenen bir kalite kriteri olmasına rağmen, protein kalitesi daha çok genetik etkiye bağlıdır. SDS sedimentasyon değeri ile makarna pişme kalitesi ile arasında yüksek bir korelasyon değeri vardır (Dexter ve ark. 1981). Beklemeli SDS sedimentasyon analizi hem süne zararı hem de protein kalitesi hakkında bilgi veren bir analizdir. Standart ve beklemeli SDS-sedimentasyon değerleri arasındaki fark, süne zararından dolayı gluten kalitesinde oluşan bozulmanın tespit edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Köksel ve ark. 2000). Süne emgi zararı yoksa bir hat veya çeşidin

beklemeli SDS sedimentasyon değerinin SDS sedimentasyon değerinden daha yüksek bir değer olması beklenilir. Beklemeli SDS sedimentasyon değeri SDS sedimentasyon değerinden ne kadar yüksekse protein kalitesi de o kadar iyi demektir.

SDS sedimentasyon ve beklemeli SDS sedimentasyon analizleri makarnanın pişme kalitesi hakkında bilgi verdiği ve az miktarda numune ile yapılabildiğinden ıslahın erken kademesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. SDS sedimentasyon kalitim derecesini belirlemek için yapılan çalışmalarda 0.53 (Sarrafı ve ark. 1989), 0.278 (Akçura 2009), 0.53 (Sarrafı ve ark. 1989), 0.57 – 0.68 (Clarke ve ark. 1993) ve 0.744 (Sakin ve ark. 2011) olarak belirlemişlerdir.

Pehlivan ve Ünver İkincikarakaya (2016) makarnalık buğdaylarla (184 hat ve çeşit) yaptığı bir çalışmada tavlama yapılmış ve yapılmadan öğütülmüş buğdayların SDS sedimentasyon ve un renk b değerlerini karşılaştırmıştır. Deneme ortalaması tavlı ve tavlama yapılmadan öğütmede sırasıyla renk b değerinde 17,9 ve 17,1 iken, SDS sedimentasyonda 30.6 ml ve 39.4 ml olarak bulunmuştur. Öğütme yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri ise SDS sedimentasyonda $r=0,94^{**}$ iken, renk b değerinde $r=0,92^{**}$ olarak belirlenmiştir. Tavlama yapılarak ve yapılmadan öğütülerek elde edilen unların SDS sedimentasyon değerleri arasında farklılık -3.5-27 arasında ortalama 8.5 ml olarak belirlenmiştir. Protein kalitesi iyi olan Eminbey çeşidinde 22.3 ml, orta protein kalitesindeki Kızıltan 91 çeşidinde ise 6.7 ml farklılık belirlenmiştir. Tavlama ile taneye verilen rutubet, kabuğa dayanıklılık ve elastikiyet, endosperme de yumuşaklık veren bir faktördür. Tane rutubeti düşük olduğu zaman öğütme yapıldığında (tavlamadan) fazla miktarda kepek tozu oluşur, unda ise aşırı nişasta zedelenmesi meydana gelir ve uygun bir un granülasyonu sağlanamaz (Özkaya ve Özkaya 2005). Bu sebeple öğütme metotlarında belirtildiği gibi mutlaka tavlama yapılmalıdır.

SDS sedimentasyon, gluten, miksograf ve alveograf analizlerini kırmada yapmak yerine unda yapmak tekrarlanabilir sonuçlar alabilmek için gereklidir. Un elde etmek için makarnalık buğday mutlaka tavlanaarak öğütülmelidir.

Brabender GlutoPik cihazı ile kısa sürede ve az miktarda numune ile gluten kalitesi ayırt edilebilmektedir. Bu cihazda un su karışımına yüksek karıştırma kuvveti uygulanarak

agregasyon özellikleri ölçülmektedir. Gluten kalitesinin belirlenmesi için öncelikle gluten ayrılmakta; daha sonra gluten ağı oluşmakta ve devam eden hızlı karıştırma ile oluşan ağ parçalanmaktadır. Maksimum noktaya ulaşma için geçen zaman, pik yüksekliği ve takip eden pikteki düşüş gluten kalite değerlendirmesinde temel bilgilerdir ve oldukça kısa süre içinde ölçülebilmektedir (Anonim 2017d). Cihaz otomatik olarak değerlendirerek elde edilen pikte gluten ağının oluştuğu ve maksimum pikteki direnci ve maksimumun 15 s öncesi ve 15 s sonrasındaki direnci vermektedir. Karaduman ve ark. (2015), GlutoPik parametrelerinin hızlı, kolay ve tekrarlanabilir bir şekilde gluten kalitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda GlutoPik parametrelerinden özellikle gluten maksimum direnci (BEM) ve gluten maksimum dirençten 15 s sonraki direnç (PM) değerleri melez bahçesindeki ebeveynler arasında ayırt edici bulmuşlardır.

Makarna sanayi kaliteli üretim yapabilmek için gluten miktarı (%) ve gluten indeks değeri (%) yüksek olan makarnalık buğdayı hammadde olarak talep etmektedirler. Makarnalık buğday ıslah çalışmalarında protein kalitesinin belirlenmesinde gluten indeks değeri önemli bir parametre olup yüksek olması istenir. Yapılan çalışmalarda yaş gluten miktarında 0.231 (Bilgin ve ark. 2010), gluten indeksinde 0.84 – 0.93 (Clarke ve ark. 2000) kalitim derecesi belirlemişlerdir. Cubadda ve ark. (1992) yaptıkları çalışma sonucunda gluten indeks değerinin %65-80 arasında iyi %80 üzerini çok iyi olarak tanımlamışlardır. Hatların kaliteleri değerlendirilirken gluten miktarı ve özellikle gluten indeks değeri kalite standart çeşidine yakın ve daha yüksek değerlere sahip hatlar seçilerek bir üst ıslah kademelerine alınmalıdır.

Glutograf cihazı ile glutograf parametreleri belirlenmektedir ve Glutograf analizinde gerilme (stretch) glutenin uzamasının, gevşeme (relaxation) ise elastikiyetinin ölçüsüdür. Gluten kuvveti ve kalitesi arttıkça gerilme (stretch (s)) değerinde artış gevşeme (relaxation (BU)) ve gerilme (stretch (BU)) değerinde ise azalma beklenmektedir (Anonymous 2005). Elde edilen stretch (sn) değeri kullanılarak hesaplanan gluten kalite değerinin makarnalık buğday ıslah hatlarında 5'den daha yüksek olması istenmektedir. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Kalite ve Değerlendirme Bölümü'nde bu konu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Aynı yıla ait altı farklı lokasyondan

gelen makarnalık buğday materyali kullanılarak yapılan bir çalışmada, gluten kalite değerleri Çeşit 1252'de 5.2- 6.0, Kızıltan 91'de 3.3- 4.7, Kunduru 1149'da 3.5- 4.4 ve 2009 yılında tescil edilen Eminbey çeşidinde 7.1-8.0 arasında bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda gluten kalite değerinin çeşidin genetik yapısına bağlı olduğu, çevre koşullarından fazla etkilenmediği görülmüştür (Anonim 2007). İleri kademe ıslah hatlarının gluten kalite değerinin belirlenmesi sanayinin istediği yönde protein kalitesi yüksek çeşit geliştirmek için önemlidir.

Özderen (2009) yaptığı çalışmada sağlam ve süne zararı görmüş makarnalık buğdaylarda süneli örneklerin glutograf "stretch (s)" değeri ile yaş ve kuru gluten değerleri sağlam örneklerle göre azaldığını relaxation (BU) değerinin sağlam örneklerle göre arttığını belirlemiştir. Glutograf parametreleri gluten kalitesindeki bozulmayı göstermektedir.

Miksograf durum buğdayı kalitesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bir çalışmada 6 farklı lokasyonda yetiştirilen 8 farklı durum buğdayı çeşidi kullanılmıştır. Yüksek miksogram değerlerine sahip olan hatların pişmiş makarna sertlik değerlerinin de yüksek olduğu saptanmıştır (Dick ve Quick 1983). Şahin ve ark. (2015) makarnalık hat ve çeşitleri ile yaptıkları bir çalışmada SDS sedimentasyon ile miksogram parametreleri arasında pozitif ve önemli korelasyonlar bulmuşlardır. Miksograf grafiğinden elde edilen parametreler (Miksogram gelişme süresi (dk) (MMT), Miksogram pik yüksekliği (%) (MPH), Miksogram sağ pik eğimi (dk/%) (MRS), Miksogram pik genişliği (%) (MPW), Miksogram bant alanı (Nm) (MBE), Miksogram toplam alan (Nm) (MTE)) ile protein kalitesi değerlendirilmiş iki hat ve Eminbey çeşidinin yüksek kaliteye sahip olduğu belirlenmişlerdir. Braaten ve ark. (1962) yaptıkları çalışmada miksogram için 0.56–0.64 kalıtım derecesi belirlemişlerdir. Makarnalık buğday ıslah programlarında son ürün kalitesinin tahmininde Miksograf analizinin çok kullanışlı ve pratik bir test olduğunu bildirmişlerdir. Miksograf analizi süresinin kısa olması, az miktarda örnekle çalışılabilmesi (35 g un) ve miksograf kurvesinin yorumu ile kalitesi yüksek genotiplerin belirlenebilmesi Alveograf analizine göre bu analizi ıslah programları erken generasyonda da daha avantajlı kılmaktadır.

Protein miktarı ve gluten kalitesinin (alveograf W değeri) makarna pişme kalitesini etkileyen en önemli parametreler olduğu öne sürülmüştür. Protein miktarının çevreden önemli

düzeyde etkilenmesine karşın protein kalitesinin (alveograf W değeri) genotipten daha çok etkilendiği bildirilmiştir (D'Egidio ve ark.1990, Mariani ve ark. 1995). Alveograf parametreleri makarna kalitesinin belirlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle kuru gluten miktarı, alveograf enerji değeri (W) ve P/L değerleri ile makarna pişme kalitesi tahmin edilebilmektedir. Kaliteli makarnalık buğdayın alveograf enerji değerinin 250 W 10⁻⁴ joule'ün üzerinde ve P/L oranının ise 0.5-1.5 olması gerekmektedir (Landi 1995).

Alveograf testi; sabit şartlar altında un, tuz ve su ile hazırlanan hamur parçalarının bir süre bekletilip hava ile şişirilmesi ve böylece hamurun uzamaya (şişmeye) karşı gösterdiği direncin ölçüldüğü; direncin bir kurve halinde (alveogram) kaydedilmesinden sonra elde edilen kurvenin alanı (enerji değeri W 10⁻⁴ joule), yüksekliği (P mm), taban uzunluğu (L mm) ve G (kabarma indeksi cm³) hamuru şişirmek için kullanılan hava miktarının kare köküdür (Elgün ve ark. 2001). Hamurun uzama kabiliyeti ve deformasyona karşı direnci hakkında fikir veren bir kriterde P/G değeridir. Bu analiz için kullanılan un miktarının fazla olması sebebiyle ancak ileri ıslah kademelerinde uygulanabilmektedir. Alveograf enerji değeri kalite standartı çeşitten daha yüksek olan hatlar protein miktar ve kalitesi yönüyle tescil için düşünülebileceğini göstermektedir.

Kanada'da yapılan bir çalışmada (10 çeşitle 2 lokasyonda, 3 yıl boyunca) azotlu gübrelemenin protein miktarı ve kalitesi üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme sonucunda azotlu gübrelemenin bütün çevrelerde protein oranını artırmıştır. Tüm gübreleme seviyelerinde SDS, gluten indeksi, alveograf, mixograf gibi değerler çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Bütün uygulamalarda artırılan azot seviyeleri karşısında GI (gluten indeksi) değerleri diğer özelliklere göre daha stabil bulunduğu için, bu parametrenin gluten mukavemetini tahmin etme açısından iyi bir test olduğuna dikkat çekilmiştir (Ames ve ark. 2003).

El-Haremein ve ark. (1996), Suriye'de üç farklı lokasyonda (iyi yağış alan veya sulanan, orta yağışlı ve yarı kurak) 50 makarnalık buğday çeşidi ile 5 yıl süren bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda çevreden en fazla etkilenen karakterin protein oranı olduğunu ve kurak yıllarda protein oranının arttığını, SDS değerinin ise protein oranına göre daha az etkilendiğini, genelde düşük yağışlı yıllarda SDS

değerinin ve sarı renk pigmentinin yükseldiğini, protein oranı ve camsılığın, genotipten daha çok çevreden etkilendiğini açıklamışlardır.

Makarnanın pişme kalitesinde etkili olan spesifik gliadin proteinleri γ -gliadin 42 ve γ -gliadin 45 proteinleridir (Troccoli, 2000, Koyuncu 2009, Yüksel 2009) γ -Gliadin 45 proteini makarnada optimum gluten kuvveti ve yüksek pişme kalitesinin, γ -gliadin 42 proteini ise zayıf gluten ve düşük pişme kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, makarnalık buğdayların gluten kuvvetleri ve makarna pişme kalitelerinde esas belirleyici proteinlerin γ -gliadin 42 ve γ -gliadin 45 proteinleriyle genetik olarak ilişkili olan sırasıyla düşük molekül ağırlıklı LMW-1 ve LMW-2 glutenin proteinleri olduğunu göstermiştir.

İslah programlarında özellikle melez bahçesinde ve erken kademelerde analiz yapılabilecek materyal az olduğundan elektroforez tekniği kullanılarak gliadin elektrogramlarına göre seleksiyon yapılması ve γ -gliadin 45 (LMW-2 glutenin) proteinlerini de içeren hatların seçilmesi protein kalitesi yüksek çeşitlerin geliştirilebilmesine olanak sağlar (Atlı ve ark. 2010).

Renk Değeri (b Sarılık)

Makarna, bulgur ve irmik için tanedeki sarı renk pigmenti miktarı oldukça önemlidir Tüketici tarafından parlak sarı renkte olan makarna tercih edildiği için, makarnalık buğdayda irmik b sarılık değeri yüksek çeşitler makarna sanayi tarafından özellikle istenmektedir (Pehlivan ve ark. 2008). Makarnalık buğdaylarda sarı renk pigmentleri diğer tahıllardan daha fazla bulunmaktadır. Taneye sarı rengi veren karotenoid grubu pigment miktarı, buğdayın türüne, çeşidine ve yetiştirilme koşullarına göre değişmektedir. Buğdayda bulunan sarı renk maddesi, ksantofil, lütein ve taraksantin pigmentleri tarafından oluşturulmaktadır. Bu renk maddesi karoten olarak ifade edilmekte ve suda doymuş n-bütül alkolde ekstrakte edilen sarı renk maddesini tanımlamaktadır. İrmikteki pigment miktarı 4-8 ppm arasında değişmektedir (Özkaya ve Özkaya 1993b). Yapılan başka bir çalışmada ise makarnalık buğdaylara ait sarı pigment miktarı 3.0 ppm ile 6.9 ppm arasında değişmiş ve bu çeşitler içerdikleri sarı pigment miktarına göre orta kaliteli (3.0-5.0 ppm) ve iyi kaliteli (>5.0 ppm) olarak ikiye ayrılmıştır (Mohammed ve ark. 2012).

Makarnalık buğdayda pigment miktarı

tafininde suda doymuş bütanol ekstarksiyon metodu veya HPLC ve NIR tekniği gibi bazı yöntemler kullanılmaktadır (Reimer 2008). Kimyasal kullanımını gerektirmeyen, hızlı ve pratik bir yöntem olan, Commission Internationale de l'Eclairage (CIE 1976) tarafından geliştirilmiş, CIE L, a, b (CIELAB) veya Hunter Lab ölçüm yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. İslah çalışmalarında un veya irmik renk analizleri genelde spektrofotometre ile Hunter kolorimetre değerlerine göre belirlenmektedir. L değeri örneğin parlaklığı ile ilgili olup 100 olduğunda beyaz, 0 olduğunda siyah, a değeri kırmızı-yeşil, b değeri ise sarı-mavi rengin göstergesidir. +a kırmızılık değeri ve +b sarılık değeri olarak ifade edilmektedir (Kaplan ve Özkaya 2011) Sarı pigment miktarı ile spektrofotometre ile belirlenen değerlerin karşılaştırıldığı iki farklı lokasyonda yapılan bir çalışmada b sarılık değeri ile toplam sarı pigment miktarı arasında pozitif yüksek korelasyon değerleri (0.94** - 0.97**) bulunmuştur (Reimer 2008).

Makarnalık buğdayda L aydınlık ve b sarı renk önemlidir. Manthey (2001) yapmış olduğu çalışma sonucunda L değerine genotip etkisinin %12.6, çevre etkisinin %67.9 ve diğer faktörlerin etkisinin %19.5, b sarılık değerine ise genotip etkisinin %86.6, çevre etkisinin %8.5 ve diğer faktörlerin etkisinin %4.9 olduğunu bildirmiştir. Ayrıca L değerine çevrenin etkisi üstünlük gösterirken, b değerine genotipin etkisinin üstünlük gösterdiğini, irmik renginin yüksek derecede kalıtsal bir özellik olup eklemeli gen etkisi ile kontrol edildiğini belirtmiştir. Yapılan bir başka çalışmada eklemeli gen etkisinde olan pigment miktarına genotip etkisinin %88 ile %95 arasında değiştiği belirlenmiştir (Clarke ve ark. 2006). İrmik rengi lokasyon ve yıllara göre değişmekle birlikte daha çok genetik kalıtımın etkisindedir. Pigment miktarı (irmik rengi) kalıtım derecesini belirlemek için yapılan bazı çalışmalarda; Bilgin ve ark. (2010) 0.894, Mohammed ve ark. (2012), 0.843, Clarke ve ark. (2000) 0.29-0.53 arasında ve Akçura (2009) 0.50 olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle b sarılık değeri ıslah çalışmalarında erken kademede seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır.

Pehlivan ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada makarnalık buğdaylarda tanenin ve irmiğin renk değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen verilere göre; tane ve irmik L, a, b değerleri arasındaki korelasyon oldukça düşük bulunmuştur. Hunter Lab

kolorimetresine göre sarılığı ifade eden b değerleri bakımından tane ile irmik arasında 0.29** korelasyon değeri bulunmuştur. Ayrıca çalışmada yer alan 371 adet makarnalık buğday hattında benzer tane b sarılık değerine sahip hatların irmik b sarılık değerlerinin çok farklı olduğu görülmüştür. Örneğin tane b değeri 18.1 olan iki hattın irmik b değerleri 16.75 ve 23.59 olarak belirlenmiştir. Makarnalık buğday tanesinin rengine gerek gözle gerekse spektrofotometrik olarak bakılarak irmik renginin tahmin edilmesinin çok doğru olmayacağı sonucuna varılmıştır. İrmik rengi, buğday tanesinin irmiğe öğütülmesi ile belirlenmelidir. (Pehlivan ve ark. 2008). Çünkü buğdaya sarı renk veren karotenoid pigmentleri tane içerisindeki muhtelif kısımlarda farklı oranlarda bulunmaktadır (Borelli ve ark. 1999).

Yüksek orandaki sarı pigmentler makarna ve bulgurun renginin parlak sarı olmasını sağlamaktadır. Ancak yüksek düzeyde

lipoksigenaz enzimi (LOX-2 ve LOX-3 isoenzimleri) olduğunda makarna yapma sırasında irmiğin sarı pigmentleri oksidasyona uğramakta ve arzu edilen renkte makarna elde edilemeyebilmektedir. Makarnalık buğday ıslahında, LOX aktivitesi tayininin rutin olarak yapılması çok yaygın değildir (Atlı ve ark. 2010).

Makarnanın pişme kalitesi en önemli özelliklerden biridir. Islah çalışmalarında makarna yapımı ve pişirme özelliklerinin değerlendirilmesi laboratuvar olanaklarına göre yapılabilmektedir. Suya geçen madde miktarı (pişme kaybı), hacim artışı, su absorpsiyonu, toplam organik madde (TOM) tayini analizleri ve kuru ve pişmiş makarnada tekstür analizleri de yapılmaktadır. Protein miktar ve kalitesi çok iyi olan hat ve çeşitlerin pişme özellikleri de iyi olmaktadır (Atlı ve ark. 2010).

Makarnalık buğday ıslah çalışmalarında kalite analizlerinde pek çok yöntem kullanılmaktadır. Çizelge 7. İncelendiğinde

Çizelge 7. Makarnalık buğday kalite analizlerinde kullanılan yöntemler

Table 7. Methods used in quality analysis of durum wheat

Analiz Adı	Metot	Analiz Adı	Metot
Rutubet Miktarı		Rutubet Miktarı	AACCI Standart Metot No: 44-15A, TS 1135
Bin Tane Ağırlığı	SKCS (Single Kernel Characterization System) AACC Metot No:55-31	Bin Tane Ağırlığı	Köksel vd. (2000)
Tane Boyutu		SDS sedimentasyon analizi	Williams vd. (1988) (modifiye), ICC Standart No:151, AACCI Standart Metot No: 56-70
Sertlik Değeri		Beklemeli SDS sedimentasyon analizi	Williams vd. (1988) (modifiye)
Hektolitreye Ağırlığı	TS ISO 7971-3, Vasiljevic ve Banasik (1980)	Camsı Tane Oranı	ICC Standart No:129, Özkaya ve Özkaya (2005), TS 2974
Renk Değeri (L, a, b) (un, irmik ve makarna)	Kolorimetrik olarak (ASTM E 1164),	Beta Karoten Miktarı	AACCI Standart Metot No: 14-50
Protein Miktarı (Dumas)	AACCI Standart Metot No::46-30	Protein Miktarı (NIR-NIT)	AACCI Standart Metot No: 39-10
Un Öğütme	AACCI Standart Metot No:26-50, 26-21 ve 26-31	İrmik Öğütme	AACC Metot No:26-41
Yaş Gluten ve Gluten İndeksi	AACCI Standart Metot No: 38-12A ICC Standart No:158	Kuru Gluten	AACCI Standart Metot No: 38-12A, Özkaya ve Özkaya, 2005
Glutograf Parametreleri	Anonymous, 2005	Glutopik analizi	Melnyk vd. (2011)
Miksograf analizi	AACCI Standart Metot No: 54-40	Alveograf Özellikleri	AACCI Standart Metot No:54-50
Makarna Yapımı	D'Egidio et al. 1982	Makarna pişirilmesi ve duyuusal değerlendirme	D'Egidio et al., 1982
Toplam Organik Madde Tayini	D'Egidio et al., 1982, Köksel vd., 2000'	Suya Geçen Madde Miktarı (pişme kaybı)	TS 1620, Köksel vd., 2000
Hacim Artışı Tayini	Köksel vd., 2000	Su absorpsiyonu	Köksel vd., 2000
Makarnada Tekstür Analizi	AACC Metot No: 16-50	Makarnada Ekmeklik Buğday Tespiti	Biopharm Durotest S Kiti Metodu

büyük çoğunluğu uluslararası standart metotlar olduğu bir kısmının ise bazı araştırmacılar tarafından modifiye edilmiş metotlardır.

Makarnalık buğday ıslah kademelerinden gelen numune miktarları farklı olduğundan kalite değerlendirilmesi için yapılacak analizler ıslah kademesine göre değişmektedir. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü makarnalık buğday ıslah programında kalite analizleri ön verim denemesinde (F_6 veya F_7) başlamaktadır. Bu aşamadan önce taneye zarar vermeden near infrared transmittance (NIT) cihazları ile protein oranını ve bin tane ağırlığının elle sayılması analizleri yapılabilir. Ayrıca ıslah materyalinde melez bahçesi, gözlem bahçesi gibi aşamalarda bu analizlerin yanısıra elektroforez (gliadin ve gluteninde) yapılabilir. ıslah çalışmalarında makarna kalitesini olumlu etkileyen proteinlerden en önemlileri olan Gli-B1 lokusunda bulunan γ -gliadin 45 ve bu lokusla çok sıkı bağlantılı olan Glu-B3 lokusu tarafından kodlanan LMW-2 glutenine sahip hatların seçilmesi kaliteli çeşit geliştirebilmek için önemlidir.

Bu denemede kalite analizi için kullanılacak numune miktarı az olduğundan aşağıdaki analizlerle kalite belirlenir.

- ▶ Bin tane ağırlığı (g)
- ▶ Camsı tane oranı (%)
- ▶ Protein oranı (%)
- ▶ SDS sedimentasyon değeri (ml) (un)
- ▶ Un rengi (L,a,b)
- ▶ Elektroforez çalışmaları (γ -gliadin 45)

Erken kademe materyalinde analiz için ayrılacak numune miktarı az fakat numune sayısı çok (500-800 adet) olduğundan ve kısa sürede analizlerin sonuçlandırılarak tarlaya ekim için hatların seçilmesi gereklidir. Bu kademe analizler unda yapılabilir. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü makarnalık buğday ıslah programında yapılan bir çalışma sonucunda Un SDS sedimentasyon değeri ile irmik (0.8 mm elek açıklığında) SDS sedimentasyon değeri arasında 0.93 korelasyon, un b sarılık değeri ile irmik b sarılık değeri arasında 0.94 korelasyon değeri bulunmuştur. Kalite sonuçları yıl ve çevreye göre değiştiğinden minimum kalite değerleri göz önüne alınmakla birlikte değerlendirme her zaman ön verim denemesinde yer alan kalite standart çeşidinin sonuçları ile karşılaştırılarak yapılır. Erken kademe kalite

değerlendirilmesinde SDS sedimentasyon değerinin yüksek olması istenir bu değer protein miktar ve kalitesini göstermektedir. Analizin yapıldığı materyal analiz sonucunu etkilemektedir. Kıрма, öğütülmüş irmikte (0.8 mm elek açıklığı) veya unda yapılmaktadır. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Kalite Değerlendirme ve Gıda bölümünde yapılan ön denemelerden elde edilen bulgulara göre; irmikte parçacık (partikül) iriliği homojen olmadığı için tekrarlanabilir sonuçlar almanın zor olduğu, ayrıca kaliteli iri parçacık içeren irmiklerin düşük kaliteli unu irmiklerden daha düşük sonuçlar verebildiği bu sebeple analiz irmikte yapılacaksa mutlaka ikinci bir öğütme (0.8 mm elek açıklığı) yapılması gerektiği ve unda tekrarlanabilir sonuçlar alındığı görülmüştür. Hasat sonrasında erken kademe materyalinin analizleri hemen yapılmalı kalite bakımından değerlendirilmelidir. ıslahçı ekim öncesinde bu kalite değerlendirmesini de dikkate alarak seleksiyon yapmakta ve seçtiği hatları bir ileri ıslah kademesine aktarmaktadır.

İleri kademe verim denemelerinde 2-3 farklı lokasyonda yetiştirilen kalite analizlerinin sonuçları değerlendirilerek standart hatlardan iyi özellik gösteren hatlar bölge verim denemelerine önerilir. İleri kademe verim denemelerinde ve bölge verim denemelerinde farklı lokasyonlarda (lokasyon sayısının fazla olması istenir) yetiştirilen hatlar ile birlikte yetiştirilen standart çeşitlerde aşağıda belirtilen kalite analizleri yapılır.

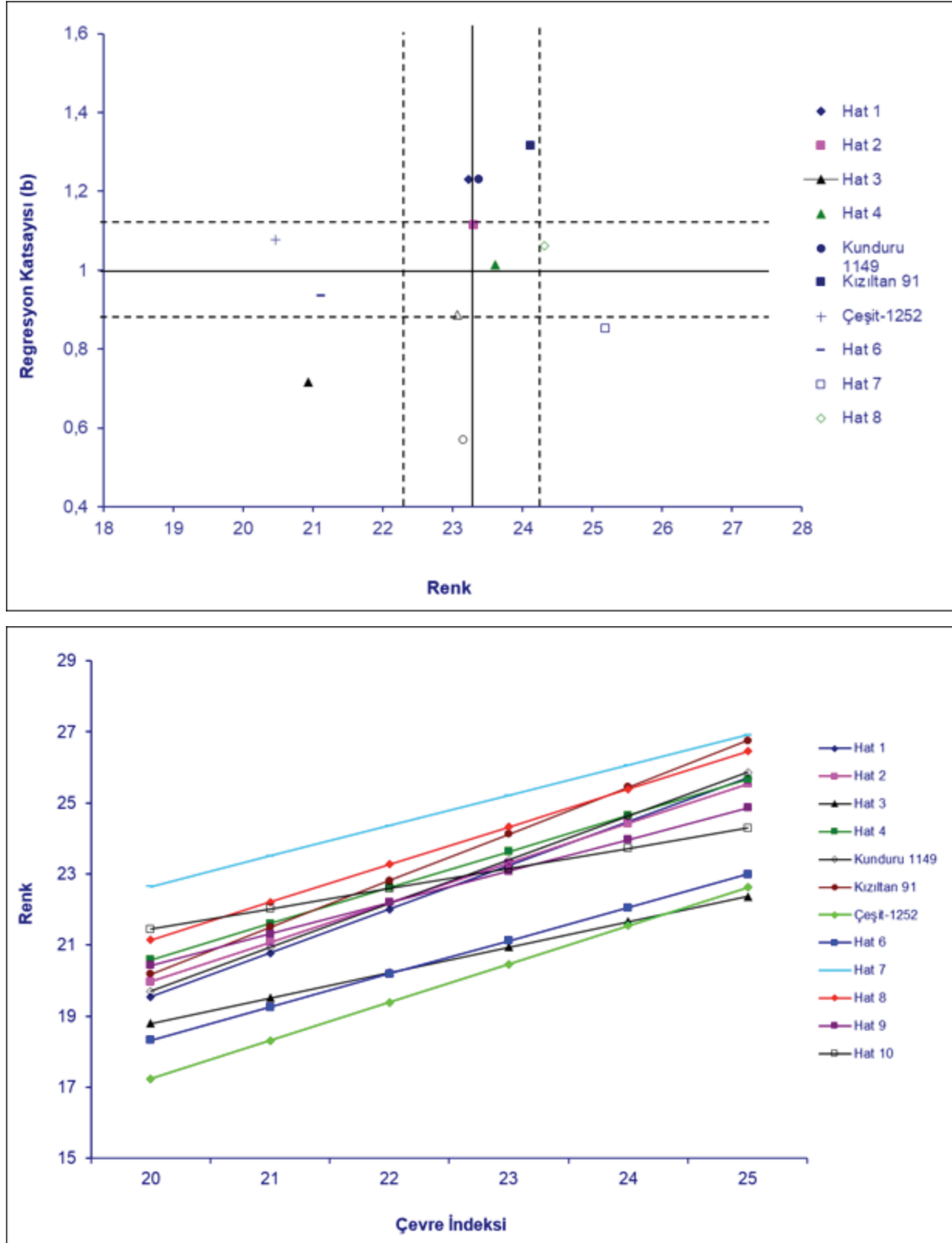
- ▶ Hektolitre ağırlığı (kg/hl)
- ▶ 1000 tane ağırlığı (g)
- ▶ Camsı tane oranı (%)
- ▶ Protein oranı (%)
- ▶ SDS sedimentasyon değeri (ml)
- ▶ İrmik verimi (%)
- ▶ İrmik rengi (L, a, b)
- ▶ Yaş ve kuru gluten miktarı (%)
- ▶ Gluten İndeksi (%)
- ▶ Glutograf parametreleri
- ▶ Miksograf parametreleri

Ayrıca laboratuvarında gerekli cihazlar varsa makarna yapımı ve makarna kalite analizleri; yapışkanlık, sertlik, kümeleşme, toplam organik madde (TOM) ve tekstür analizleri yapılarak kalite değerlendirilir.

Kalite sonuçları farklı istatistik analizleri ile değerlendirilmektedir. Varyans analizi sonucuna göre konunun önemli çıkması durumuna bağlı olarak önemlilik testlerinde farklı grupların belirlenmesinde farklı istatistik paket programları kullanılmaktadır. Değerlendirmelerde her zaman denemelerdeki

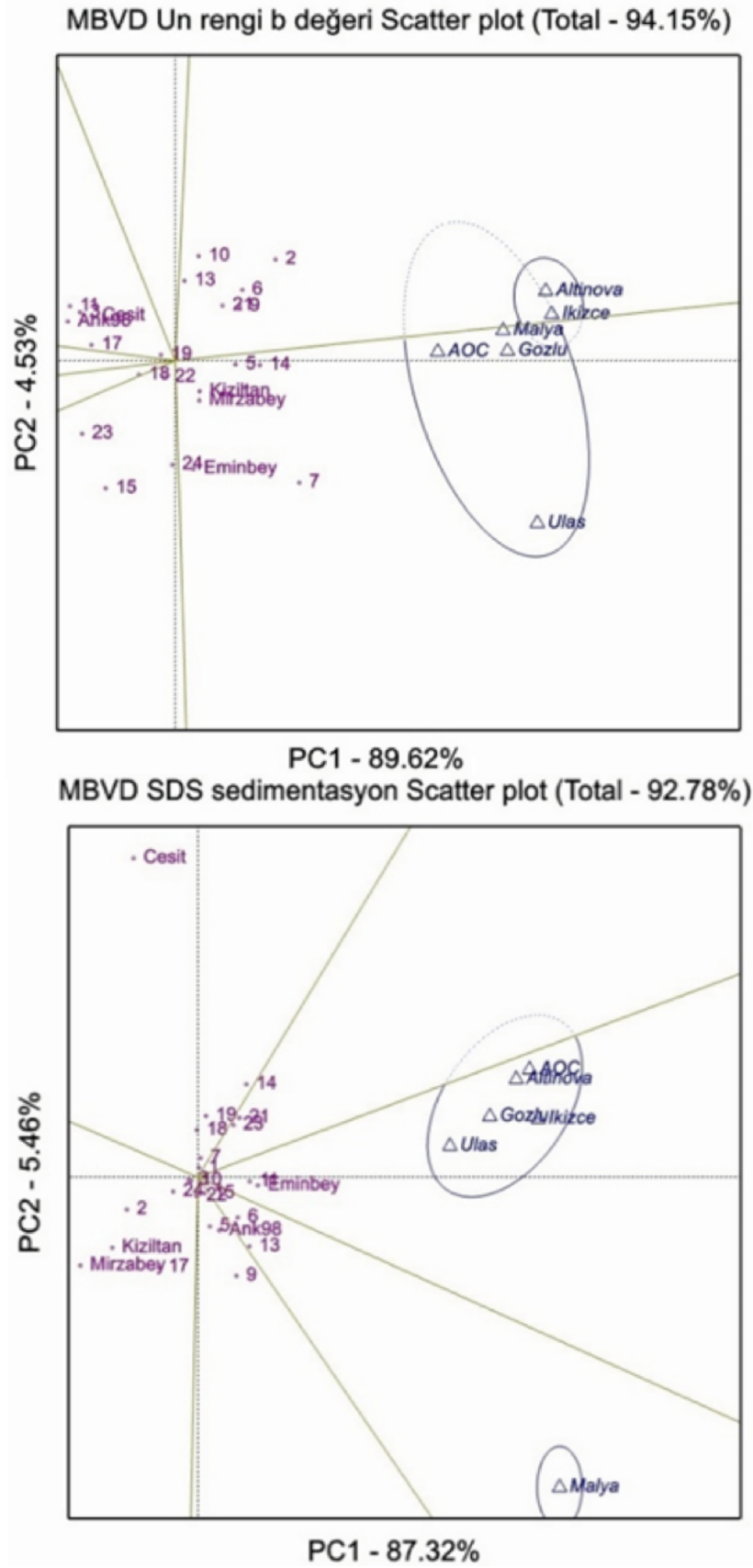
kalite standardı olan çeşidin değerlerinden daha yüksek veya yakın olan hatlar seçilmelidir.

Hatların kalite analiz sonuçlarının standart sapmaları hesaplanarak bir değerlendirme yapılabilir. Hatların kalite ve standart sapma değerleri, standart çeşit ve hatlar ile birlikte yorumlanmalıdır. Ayrıca kalite özellikleri



Şekil 4. İrmik rengi analizi stabilite grafiği (2007 Bölge Verim Denemesi)

Figure 4. Stability graphic of semolina colour analysis (Region yield trial 2007)



Şekil 5. Bazı önemli kalite parametrelerinin Biplot grafikleri (2015 TARM bölge verim denemesi)
Figure 5. Biplot graphs of some important quality parameters (Region yield trial of TARM 2015)

değişik çevre koşullarındaki değişiminin tespit edilerek istenen kalite özellikleri bakımından stabil olan hatlar çeşit adayı olarak değerlendirilebilir. TTSM Teknik Talimatlar Serin İklim Tahılları Buğday talimatında çok yıllık verilerin uygunluğuna (her yıl en az 3 lokasyon) ve varyans analiz sonuçlarına göre stabilite analizi yapıldığı belirtilmektedir (Anonim 2017a). Stabilite analizleri Genotip Çevre interaksyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu tüm veri setlerinde uygulanabilir. Bu veri setleri (genotip x yıl, genotip x lokasyon, genotip x yıl x lokasyon) verilerini içerebilir. Kalite değerleri yıl ve yetiştirme koşullarına göre değiştiğinde tescil başvurusu öncesinde İleri İslah kademelerinden gelen hatların farklı lokasyonlardaki (en az 6) önemli kalite kriterleri yönüyle istatistiksel metotlar kullanılarak stabilite analizi ile değerlendirme yapılması faydalı olacaktır. Hazırlanan stabilite grafikleri kalitenin yorumlanmasında kullanılabilir. Örneğin Şekil 4'te bir Bölge Verim Denemesinin ırmik rengi stabilite grafikleri görülmektedir. Grafikler incelendiğinde Hat 7 ve Hat 8'in en iyi ırmik rengi standartı Kızıltan 91 çeşidinden daha iyi değerler verdiği ve stabil olduğu görülmektedir.

Kalitenin değerlendirilmesinde GGE Biplot metodu kullanılabilir. İstatistiksel programlarla hazırlanabilen bu GGE biplot yöntemi iki yönlü verilerin olduğu tüm veri setinde kullanılabilir. Genotip ve genotip x çevre interaksyonunun olduğu karakterlerde GGE biplot kullanımı son yıllarda artmıştır (Yan ve ark. 2000). GGE biplot metodu, bitki ıslahçıları ve agronomistlerinin beklentilerini karşılamaktadır. Verim denemelerinden sonra bir üst ıslah kademesi olan İleri kademe verim denemelerinin (İKMVD) lokasyon sayısı stabilite analizi için yeterli olmayıp bu metotla değerlendirilebilir. Ayrıca bölge verim denemeleri, ortak bölge verim denemeleri, tescil denemeleri ve özel sektör tohumluk üretici kuruluşlarının denemeleri birden fazla yılda veya pek çok lokasyonda yapılmaktadır. Biplot metodu ile hazırlanan grafikler ile lokasyonların, yılların hepsi bir kalite karakteri yönüyle değerlendirilebilmektedir. Biplot grafikleri ile aynı zamanda incelenen kalite parametresi yönüyle hatların ve standart çeşitlerin stabil olup olmadığı, hangi lokasyonların benzer kalite değerleri verdiği ve hangi hattın hangi lokasyonda iyi değer verdiği de görülebilir.

Örnek olması amacıyla Şekil 5'teki (Anonim 2015) Biplot grafikleri incelendiğinde,

en uzun vektöre sahip olan lokasyonların genotiplerin en iyi değerlendirildiği lokasyonlar olduğu söylenebilir. Her iki grafikte en uzun vektör uzunluğuna sahip olan lokasyon Malya Lokasyonudur. SDS sedimentasyon değerinde Malya lokasyonunun farklı özellik gösterdiği ve denemelerde mutlaka bulunması gerektiği söylenebilir. İrmik renginde ise Altinova ve İkizce aynı diğerleri ayrı büyük çevrede yer almıştır. Gözlü lokasyonunun bu deneme yılında kalite değerlendirmesine katkısının az olduğunu söylenebilir. Lokasyonlar aynı büyük (mega) çevre içinde o kalite parametresi yönüyle benzer özellik göstermiş demektir. Yıllar da göz önüne alınarak denemelerde benzer özellik gösteren ve merkez noktaya uzaklığı değerlendirilerek lokasyonların azaltılması yerlerine yeni lokasyonlar eklenmesi hatların kalite özelliklerinin stabilite durumunun belirlenmesinde daha yararlı olacaktır.

GGE biplot grafiğindeki (Şekil 5.) parametrelerde yüksek değerler daha iyi kaliteyi belirttiğinden Y ekseninden sağ tarafa bulunan hatların standart çeşitlere göre konumuna göre yorum yapılabilir. Hattın X eksenine yakın olması ise o parametrede stabil özellik gösterdiğini ifade etmektedir. Örneğin SDS sedimentasyon biplot grafiğinde Eminbey çeşidinin en iyi ve stabil olduğunu 11 numaralı hattın ise en yakın hat olduğu görülmektedir. b sarılık un rengi biplot grafiğinde ise 7,2,6,14 ve 5 numaralı hatların denemedeki en iyi renk standartı olan Kızıltan 91 çeşidinden daha iyi değer gösterdiği görülmektedir fakat 5 ve 14 numaralı hatları iyi ve stabil olduğu görülmektedir. Genel değerlendirildiğinde 14 numaralı hat çeşit adayı olabilir şeklinde yorumlanabilir. Önemli kalite parametrelerinin hepsi için Biplot grafikleri hazırlanarak bu şekilde değerlendirilmeler yapılabilir.

Sonuç

Ülkemiz makarnalık buğdayın gen merkezidir ve ekolojik açıdan kaliteli makarnalık buğday yetiştirilmesine uygundur. Makarnalık buğdaylarda kalite, çeşidin genetik yapısı, yetiştirildiği yıldaki ekolojik şartlar, yetiştirme tekniği ve bilhassa kullanılan azotlu gübre miktarı ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle yetiştirilen bölgeye uyumlu kaliteli çeşitlerin sertifikalı tohumlukları kullanılarak uygun yetiştirme tekniklerine göre üretilmesi, kaliteli ve standart ürün için önemlidir.

TMO ve Lisanslı depoculuk makarnalık buğday sınıflandırma sisteminde fiziksel

özellikler ve protein oranı dikkate alınmakta henüz çeşitlerin irmik renginin ve protein kalitesinin yüksek olması gruplamada bir etkisi bulunmamaktadır. Sınıflamanın bu kriterleri de göz önüne alınarak düzenlenmesi kaliteli üretimi teşvik edecektir.

Makarnalık buğday ıslah çalışmaları ile daha kaliteli, yüksek verimli, hastalıklara ve zararlılara dayanıklı ve yetiştirildiği çevrenin koşullarına uyumlu çeşitler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Islah çalışmalarında kalite değerlendirmesi yapılırken ıslah kademesinden gelen numune miktarına bağlı olarak kalite analizleri yapılmaktadır. Analizlerin sonuçları farklı şekillerde değerlendirilmekle birlikte farklı yıl ve yerlerde kalite parametreleri bakımından stabil özellik gösteren ve denemelerdeki kalite standardı olan çeşidin değerlerinden daha yüksek veya aynı olan hatlar çeşit adayları olarak seçilmelidir. Makarna Makarnalık buğday ıslahında sanayinin istediği fiziksel özellikler yanında özellikle protein miktar ve kalitesi ile birlikte irmik b sarılık değeri yüksek kaliteli çeşitlerin geliştirilmesi gereklidir.

Kaynaklar

- Akar T., 2017. Sözlü görüşme Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya
- Akçura M., 2009. Genetic variability and interrelationship among grain yield and some quality traits in Turkish winter durum wheat landraces. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33(6): 547-556
- Aktan B. ve Atlı A., 1993. Makarnalık buğdaylarda camsılık oranının kaliteye etkisi üzerinde bir araştırma, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2(3): 1-13
- Ames, N. P., Clarke, J. M., Dexter, J. E., Woods, S. M., Selles, F. Selles and Marchylo, B., 2003. Effect of nitrogen fertilizer on protein quality and gluten strength parameters in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) cultivars of variable gluten strength. Cereal Chem., 80(2): 203-211
- Anonim, 2002. Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği. Tebliğ No: 2002/20
- Anonim, 2009a. Türk Gıda Kodeksi Bulgur Tebliği. Tebliğ No: 2009/24
- Anonymous, 2005. Instruction Manual Glutograph-E, Brabender measurement and control systems, Brabender GmbH&Co.KG. Kulturstr. 51-55. 47055 Duisburg. Germany
- Anonim, 2007. Kuru Makarnalık Ortak Bölge Verim Denemeleri Sonuçları. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü 2007 Yılı Serin İklim Tahılları Grup Değerlendirme Toplantısı, Antalya
- Anonim, 2010. Türkiye Makarna Sektörü Makarna Sanayicileri Derneği Makarna Sektörü 2010 <http://www.makarna.org.tr/TR/IcerikDetay.aspx?ID=29> (Erişim tarihi: 17.04.2013)
- Anonim, 2015. Ülkesel Serin İklim Tahılları Kışık Dilim Makarnalık Buğday Kalite Araştırmaları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara
- Anonim, 2016a Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/alim/2016/2016%20D%C3%B6nemi%20Hububat%20Al%C4%B1m%20Baremi.pdf> (Erişim tarihi: 17.04.2017)
- Anonim, 2016b Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü Hububat Raporu <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/hububataraporu2016.pdf> (Erişim tarihi: 17.04.2017)
- Anonim, 2016c. Ekonomi Bakanlığı Tarım Ürünlerine İlişkin Dahilde İşleme Rejimi Genelgesi (İhracat: 2016/1) http://www.ekonomi.gov.tr/portal/faces/home/ihracat/mevzuat/ihrMevzuatDir?_afLooP=1248816932628868&_afRWindowId=3spvmirvh_62#!%40%40%3F_afrWindowId%3D3spvmirvh_62%26_afrLoop%3D1248816932628868%26_afrWindowMode%3D0%26_aadf.ctrlstate%3D3spvmirvh_116 (Erişim tarihi: 02.05.2017)
- Anonim, 2017a. <http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=55> (Erişim tarihi: 29.04.2017)
- Anonim, 2017b Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği <http://www.makarna.org.tr/d/makarna-sektoru/makarna-tuketimi/42/> (Erişim tarihi: 17.04.2017)
- Anonim 2017c Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Müdürlüğü TTSM 2017 Milli Çeşit Listesi <http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85> (Erişim tarihi: 05.05.2017)
- Anonim, 2017d. www. Brabender.com. <http://www.brabender.com/english/food/news/news/datensaetze/brabender-glutopk-quickpeak-values-for-gluten-testing.html>. (Erişim tarihi: 17.04.2017)
- Atlı A., 1985. İç Anadolu'da yetiştirilen bazı ekmeçlik buğday çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine çevre ve çeşidin etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

- Atlı, A., Koçak, N. ve Aktan, M. 1993. Ülkemiz çevre koşullarının kaliteli makarnalık buğday yetiştirmeye uygunluk yönünden değerlendirilmesi. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu, 30 Kasım-3 Aralık, 345-351, Ankara
- Atlı A., 1999. Buğday ve ürünleri kalitesi. Orta Anadolu'da Tahıl Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, Konya, s. 498-506
- Atlı A., B. Aktan, T. Şanal, A. Kaplan Evlice, S. Ünsal, E. Dönmez, M. Köten, A. Pehlivan ve T. Özderen 2010. Makarnalık buğdayın kalite özellikleri ve kalite değerlendirme. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Konferansı, 7-18 Mayıs 2010, Şanlıurfa, s. 91-109
- Bayram, M. ve Öner, M.D. 2002. The new old wheat: convenience and nutrition driving demand for bulgur. World Grain, November, pp. 51-53
- Bilgin O., 2001. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarında genetik uzaklıklar, verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi (Basılmamış), Tekirdağ
- Bilgin O., K.Z. Korkut, İ. Baser, O. Dağlıoğlu, İ. Öztürk, T. Kahraman ve A. Balkan, 2010. Variation and heritability for semolina characteristics and grain yield and their relations in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). World J. Agric. Sci., 6(3):301-308
- Borelli GM, Troccoli A, Di Fonzo N. and Fares C., 1999. Durum wheat lipoxygenase activity and other quality parameters that affect pasta color, Cereal Chem., 76(3):335-340.
- Borghil B., Corbellini M., Minoia C., Palumbo M., Di Fonzo N. and Perenzin M., 1997. Effects of Mediterranean climate on wheat bread-making quality. European Journal of Agronomy, 6:145-154
- Boyacıoğlu M. H. and D'appolonia B. L., 1994. Characterization and utilization of durum wheat for breadmaking. 1. comparison of chemical, rheological, and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours Cereal Chemistry. 71(1):21-28
- Boyacıoğlu M. H. ve Tülbek M.Ç., 2002. Makarnalık buğday kalitesine bir bakış. Tahıl 2002 Tahıl Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, s:17-24 Gaziantep
- Bozkurt M., 2012. Türkiye dünya durum buğdayı üretiminde üçüncü. Ekmek, Bisküvi ve Makarna Sektörü İhtisas Dergisi Yıl:1 Sayı:1 s:74-75 (Erişim tarihi:26.04.2017) <https://issuu.com/parantez/docs/bbm1>
- Braaten, M.O., Lebsock, K.L. and Sibbitt, L.D., 1962. Intergeneration relations of physical properties of dough and carotenoid pigment content in durum wheat. Crop Sci., 2: 277-281
- Budak H., Karaltın S. ve Budak F., 1997. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L. Em Thell) fiziksel ve kimyasal yöntemlerle kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, Samsun, s. 534-536
- Budak N., 2000. Heritability, correlation and genotype× year interactions of grain yield, test weight and protein content in durum wheats. Turkish Journal of Field Crops, 5(2): 35-40
- Clarke F.R., J.M. Clarke, T.N. McCaig, R.E. Knox and DePauw R.M., 2006. Inheritance of yellow pigment concentration in seven durum wheat crosses. Can. J. Plant Sci., 86:133-141
- Clarke J.M., Howes, N.K., McLeod, J.G. and DePauw, R.M., 1993. Selection for gluten strength in three durum wheat crosses. Crop Sci., 33: 956-958
- Clarke, J.M., Clarke, F.R. and McCaig, T.N., 1998. Heritability of pigment content in three durum wheat crosses. In: Proceedings of the Ninth International Wheat Genetics Symposium, Vol. 2, Saskatoon, 1998, Slinkard, A.E. (ed.). University Extension Press, University of Saskatchewan, Saskatoon, pp. 182-184
- Clarke, J. M., Clarke, F. R., Ames, N. P., McCaig, T. N. and Knox, R. E., 2000. Evaluation of predictors of quality for use in early generation selection. Durum wheat Improvement in the Mediterranean Region: New Challenges. C. Royo, MM Nachit, N. DiFonzo and JL Araus (Eds) International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies, Zaragoza, 439-446
- Cubadda, R., Carcea M. and Pasqui L.A., 1992. Suitability of the gluten index method for assessing gluten strength in durum wheat and semolina. Cereal Foods World 37: 866-869
- Çağlayan M. ve Elgün A., 1999. Değişik çevre şartlarında yetiştirilen ekmeklik buğday hat ve çeşitlerinin bazı teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. Orta Anadolu'da Tahıl Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, Konya, s. 513-518
- Çiftçi C. ve Şenay A., 2005. Makarnalık buğdayda (*Triticum durum* desf.) Gama ışını ve EMS'in farklı dozlarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının M₂ bitkilerindeki etkileri Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 14 (1-2), 41-49. <http://dergipark.gov.tr/tarbitderg/issue/11507/137045>

- D'Egidio M., G., Mariani, B., M., Nardi, S., Novaro, P. and Cubadda, R., 1990, Chemical and technological variables and their relationships: a predictive equation for pasta cooking quality, *Cereal Chemistry* 67, 275-281
- Dexter, J.E., R.R. Matsuo, K.R. Preston and Kilborn R.H., 1981. Comparison of gluten strength, mixing properties, baking quality and spaghetti quality of some Canadian durum and common wheats. *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, 14:108-111
- Dick J.W. and Quick J.S., 1983. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines, *Cereal Chemistry* 60, 315-318
- Elgün A. ve Türker S., 1999. Tahıl ürünleri teknolojisi. Selçuk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ders Notları:4
- Elgün A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Ders Notları. Konya Ticaret Borsası Yayın No: 2, Konya
- El-Haramein, F.J., El-Saleh, A. and Nachit, M.M., 1996. Environmental effect on durum wheat grain quality in Syria. 10th. International Cereal and Bread Congress, June 9-12 1996, Porto Carras, Greece
- Elias E. M., 1995. Durum Wheat Products. Available from: <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a22/95605350.pdf>, *CIHEAM-IAMZ*, 22, 23-31.
- Elias M., E. and Manthey F. A., 2005. End products: present and future uses: *International Wheat Council*, 63-85
- Erkul E. 2006. Sulamalı koşullarda ileri ekmeklik buğday hatlarının tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1):27-32
- Fortini S., 1988. Some specific aspects of durum wheat and pasta cooking quality evaluation in Europe. *Durum Wheat Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemist Inc., St. Paul, M.N.
- Kaplan Evlice A. ve Özkaya H., 2011. Makarnalık buğdayda farklı cihazlarla saptanan renk değerinin kalite yönünden değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(2):33-40
- Kaplan Evlice A., 2016. Bulgurun fonksiyonel özellikleri ve teknolojik kalitesine buğday çeşidi ve üretim yönteminin etkisi. Doktora tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış) Ankara
- Karaduman Y., Akın A., Türkölmez S. ve Tunca Z., 2015. Ekmeklik buğday ıslah programlarında gluten kalitesinin değerlendirilmesi için GlutoPik parametrelerinin kullanılabilirliğinin araştırılması *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (1), 65-74. <http://dergipark.gov.tr/tarbitderg/issue/11532/137342>
- Koyuncu M., 2009. Yerel durum buğday çeşitlerinin makarnalık kalitelerini etkileyen önemli parametreler bakımından taranması (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A. ve Karacan H. D., 2000. Tahıl Laboratuvarı El Kitabı, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın no: 47, s. 106
- Kün E. 1988. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:1032 Ders Kitabı, 299, s. 322, Ankara
- Landi A., 1995. Durum wheat, semolina and pasta quality characteristics for an Italian food company. In: *Durum wheat quality in the Mediterranean Region*, ed. di Fonzo, N., Kaan, F. and Nachit, M. Série A: Séminaires Méditerranéennes, No. 22. Options Méditerranéennes, Zaragoza, España: Instituto Agronomico Mediterraneo de Zaragoza, pp. 33-42
- Levy A.A. and Feldman M., 1989. Location of genes for high grain protein percentage and other quantitative traits in wild wheat *Triticum turgidum* var. *dicocoides*. *Euphytica*, 41: 113-122
- Liu C.Y., K.W. Shepherd and Rathjen A.J., 1996. Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities. *Cereal Chemistry*, 73:155-166
- Manthey F., 2001. Durum Wheat Color. www.ag.ndsu.nodak.edu/plantsci/breeding/durum
- Mariani B.M., D'Egidio, M.G. and Novaro P., 1995. Durum wheat quality evaluation: Influence of genotype and environment, *Cereal Chemistry* 72(2):194-197
- Melik M., 2014. Bazı yerel ve tescilli makarnalık buğday çeşitlerinin verim unsurları, bulgur kalitesi ve randımanının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 97, Hatay
- Miadenow N., Przulj N., Hristov N., Djuric V. and Milovanovic M., 2001. Cultivar-by-environment interactions for wheat quality traits in semiarid conditions. *Cereal Chem.*, 78:363-367

- Mohammed A., B. Geremew and Amsalu A., 2012. Variation and associations of quality parameters in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) genotypes. International Journal of Plant Breeding and Genetics, 6(1):17-31
- Ozan A. N., 2004. Ekmeklik buğdayda kalite ıslahı ve kalite kriterleri. (Yayınlanmadı) Ankara.
- Özboy Ö., 1998. Bulgur üretiminde verim ve kalite belirlemede kullanılabilecek testler ile üretimin nişasta ve protein özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s. 123
- Özkaya B. ve Özkaya H., 1993a. Buğday, irmik ve makarna kalitesini değerlendirme yöntemleri. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu, 30 Kasım- 3 Aralık 1993, 296-306, Ankara
- Özkaya H ve Özkaya B., 1993b. Makarna kalitesinde buğday bileşiminin önemi. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu, s:189-195, Ankara
- Özkaya H ve Özkaya B., 2005. Öğütme Teknolojisi Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 30 s. 268-283 Ankara
- Özderen Ünsal N.T., 2009. Süne (*Eurygaster* spp.) zararının makarnalık buğday ve makarna kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 74, Ankara
- Pehlivan A., A. Kaplan Evlice, T. Şanal, N. Çinkaya, T. Özderen ve Keçeli A., 2008. Makarnalık buğdaylarda (*Triticum durum* Desf) irmik rengi ile tane rengi arasındaki ilişkinin incelemesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, s. 819-823, Konya
- Pehlivan A. ve Ünver İkincikarakaya S., 2016. The comparison of flour milling methods for determination of quality in early stages of durum wheat breeding program 15th International Cereal and Bread Congress April 18-21 İstanbul, Türkiye, pp 301
- Pomeranz Y., 1998. Wheat:Chemistry and Technology AACC, St. Paul, Minnesota,USA
- Sarrafi A., Ecochard, R. and Grignac, P., 1989. Genetic variability for some grain quality characters in tetraploid wheats. Plant Var. Seeds, 2: 163-169
- Salantur A., Yazar S., Dönmez E. ve Akar T., 2011. Kışık ekmeklik buğday F₂ popülasyonlarının anter kültüründe bitki rejenarasyonuna tepkisinin belirlenmesi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 20 (1): 15-21 <http://dergipark.gov.tr/tarbitderg/issue/11501/136998>
- Salantur A., 2013. Sözlü görüşme Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Buğday Islah Bölümü Ankara
- Sakin M.A., Sayaslan A., Duzdemir O. and Yuksel, F., 2011. Quality characteristics of registered cultivars and advanced lines of durum wheats grown in different ecological regions of Turkey. Can. J. Plant Sci., 91, 261-271
- Sayaslan A., 2007. Tahılların kimyasal bileşimi ve kalite, Ders notları
- Sissons M. J. and Hare R. A., 2002. Tetraploid wheat-A resource for genetic improvement of durum wheat quality. Cereal Chem., 79 (1), 78-84
- Şahin M., Göçmen Akçacık A., Aydoğan S., Hamzaoğlu S. ve Türköz M., 2015 Assessment of quality of durum wheat breeding material by means of mixograph parameters Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 3: 1-6 <http://dergipark.gov.tr/bdbad/issue/25864/272657>
- Şahin M., Aydoğan S., Akçacık A. ve Taner S. 2009 Orta Anadolu için geliştirilmiş bazı ekmeklik buğday genotiplerinin alveograf analizi yönünden değerlendirilmesi Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bitkisel Araştırmalar Dergisi.2: 1-9 Konya
- Şehirli S. ve Özgen M., 1988. Bitki ıslahı, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1059, Ders Kitabı: 310, A.Ü. Basımevi, Ankara, s. 261
- Troccoli A., Borrelli, G.M., De-Vita, P., Fares, C. and Di-Fonzo N., 2000, Durum wheat quality: a multidisciplinary concept, Journal of Cereal Science 32: 99-113
- Tsegaye D., Dessalegn T., Dessalegn Y. and Share G., 2012. Genetic variability, correlation and path analysis in durum wheat germplasm (*Triticum durum* Desf) Agricultural Research and Reviews Wudpecker Research Journals Vol. 1(4), pp. 107 – 112 <http://www.wudpeckerresearchjournals.org/ARR>
- Ünver İkincikarakaya S., 2016. Serin iklim tahılları genetik ve sitogenik Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları (Basılmamış) Ankara
- Wasık R. J., 1978. Relationship of protein composition of durum wheat with pasta quality and the effects of processing and cooking on these proteins, Can. Inst. Food Science Technology 11: 129-134
- Williams P., El-Haramein, F. J., Nakkoul, H. and Rihavi, S., 1988. Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. ICARDA, Aleppo, Syria, pp. 145

- Yan W., Hunt L. A., Sheng Q. and Szlavics, Z., 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*, 40(3): 597-605
- Yazar S. ve Karadoğan T., 2008. Bazı makarnalık buğday genotiplerinin orta anadolu bölgesinin taban ve kıraç arazi koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(2): 32-41
- Yazar S., Salantur A., Özdemir B., Alyamaç M. E., Kaplan Evlice, A Pehlivan A., Akan K ve Aydoğan S., 2013. Orta Anadolu bölgesi ekmeçlik buğday ıslah çalışmalarında bazı tarımsal karakterlerin araştırılması Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22 (1): 32-40
- Yüksel F., 2009. Bazı Makarnalık Buğday İleri Islah Hatlarının Kalite Özellikleri ve Stabilité Yetenekleri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı, Tokat

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ YAZIM KURALLARI

1. Dergide, Tarım Bilimleri; Tarla bitkileri (yetiştirme teknikleri, üretimi, fizyolojisi, ıslahı ve genetiği, gıda - gıda bilimi, teknolojisi, muhafazası, güvenliği, bitki koruma, ekonomi), Bitki biyoteknolojisi, Bitki genetik kaynakları ve biyolojik çeşitlilik, Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile ilgili konularda orijinal araştırmalara ve derlemelere yer verilir.
2. Dergi haziran ve aralık aylarında olmak üzere yılda iki sayı olarak yayınlanır.
3. Dergide yayınlanacak eserler Türkçe ve İngilizce olarak yazılabilir.
4. Dergi Yayın Kurulu dergiye gelen makalenin konusu ile ilgili en az iki hakemin görüşünü aldıktan sonra dergide yayınlanıp yayınlanmayacağına karar verir. İki hakem görüşü farklı olduğu takdirde, üçüncü bir hakemin görüşü alınır.
5. Dergide yayınlanacak makalenin daha önce hiçbir yayında yayınlanmamış ve yayın hakkının verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge makale ile gönderilmelidir.
6. Araştırmaya makalesinde Doktora ve Yüksek Lisans tezinin tamamı veya bir kısmı verilecekse başvuru sırasında bu durum mutlaka belirtilmelidir.
7. Sonuçlarının üzerinde 10 yıldan fazla süre geçmiş araştırmalar yayınlanmaz.
8. Dergide yayınlanacak makalelerin bilimsel verilerinden, sonuçlarından ve etik kurallara uygun olup olmadığından yazarlar sorumludur.
9. Yayınlanmasına karar verilen makaleler üzerinde ekleme ve çıkarma yapılamaz.
10. Yayın süreci tamamlanan makaleler geliş tarihi esas alınarak basılır.
11. Yayınlanan makalelere telif ücreti ödenmez. Makaledeki sorumlu yazara basılı dergiden 1 adet gönderilir.
12. Yazar, makalenin ne türde bir (araştırma, derleme vb.) eser olduğunu belirtmelidir.
13. Makale, A4 boyutundaki kâğıdın tek yüzüne, sağ-sol ve alt-üst marjin boşlukları 3 cm olacak şekilde, 10 punto ve Arial yazı karakteri kullanılarak Microsoft Word programında yazılmalıdır. Paragraflar 0.5 cm içeriden başlamalıdır.
14. Makale dispozisyonu Başlık, Yazar(lar), Yazar adres(ler)i, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Keywords, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Teşekkür (gerekli ise) ve Kaynaklardan oluşmaktadır. Bölüm başlıkları koyu (Bold) yazılmalıdır. Derlemeler bunun dışında tutulabilir.
15. Başlık, kısa, makalenin içeriğini tam olarak yansıtacak şekilde Bold ve 13 punto ile ilk harfleri büyük olacak şekilde yazılmalıdır.
16. Yazar(lar) isimleri başlıktan sonra 11 punto ile yazılmalı, unvan kullanılmamalı, yazar adresleri yazar isimlerinin altına 10 punto ile yazılmalı ve sorumlu yazar e-mail adresi belirtilmelidir. Metin 10 punto ve 1 satır aralığı ile yazılmalıdır. Sayfa numarası verilmemelidir.
17. Öz, 250 kelimeyi aşmayacak, çalışmanın amacını ve sonucunu içerecek şekilde 9 punto, düz ve tek sütun olarak hazırlanmalıdır. Anahtar Kelimeler Öz ve Abstract'ın hemen altında, en fazla 5 adet olarak verilmelidir.
18. Öz ve Abstract bölümleri ve bütün bölümler tek sütun halinde hazırlanmalı, şekil ve çizelgeler dahil 15 sayfayı geçmemelidir.
19. Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içerisinde sayfanın alt veya üst bölümüne yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelgelerin eni 15 cm'yi geçmemeli, sayfanın başına veya sonuna yerleştirilmeli ve metin içerisinde ardışık numaralandırılmalıdır. Çizelge içerikleri en az 8 punto olmalı ve ondalıklı rakamlarda nokta "." kullanılmalıdır. Çizelge başlıkları İngilizce ve Türkçe (mutlaka her iki dilde) olarak çizelgenin üstünde, şekil başlıkları ise şeklin altında yer almalı ve en az 9 punto ile normal tümce düzeninde yazılmalıdır. Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri ile ilgili verilen alt bilgiler en az 7 punto ile normal tümce düzeninde İngilizce ve Türkçe (mutlaka her iki dilde) yazılmalıdır. Çizelge ve şekillerin başlıkları, makale dili Türkçe ise Türkçe başlığın hemen altına İngilizce italik olarak, makale dili İngilizce ise İngilizce başlığın hemen altına Türkçe italik olarak yazılmalıdır. Fotoğraflar siyah-beyaz renkte ve en az 300 dpi kalitede olmalıdır. Metin içerisinde yer alan fotoğraflar tek bir sayfada yer almalı ya/yada birbirini takip eden sayfalarda metin atfına en yakın yerde olmalıdır. Metin içerisindeki ölçü birimlerinde uluslararası standart birimler (SI) kullanılmalı, yapılacak diğer kısaltmalarda ulusal ve/veya uluslararası kısaltmalar esas alınmalıdır. Cins ve tür isimleri italik olarak yazılmalıdır.
20. Kaynaklar, Makalede yapılan atıflar ve kaynakların "Kaynaklar" kısmında verilmesinden, yanlış atıf ve kaynak gösteriminden yazar/yazarlar sorumludur. Makale içerisinde yapılan tüm atıflar ve kaynaklar yazarların soyadlarına dikkate alınarak aşağıdaki örneklere uygun olarak alfabetik sıra ile ve makalenin yazıldığı orijinal dilde verilmelidir. Kaynağın sonuna nokta (.) işareti konulmamalıdır. Makale de atıf yapılan dergi /dergilerin isimleri kısaltma yapılmadan tam adı ile yazılmalıdır. Yararlanılan kaynaklar makalenin en sonunda Kaynaklar başlığı altında 9 punto ve çift sütun halinde verilmelidir. Kaynaklar kısmında aslı girişi 1 cm olmalıdır.

Türkçe yazılan makalede yararlanılan kaynaklara ilişkin atıf, metin içinde “Yazarın soyadı yıl” (1 yazar için (Ottekin 2012), 2 yazar için (Ottekin ve Pehlivan 2012), Üç ya da daha fazla yazar için (Ottekin ve ark. 2012) yöntemine göre yapılmalıdır. Yazar/yazarlara atıf yapılacaksa sadece yayının yılı parantez içine alınarak, Ottekin (2012), 2 yazar için Ottekin ve Akan (2012), Üç ya da daha fazla yazar için Ottekin ve ark. (2012) şeklinde verilmelidir. Aynı yazar/yazarlara aynı yıl içinde birden fazla yayını ilişkin atıf metin içinde varsa, yıldan sonra küçük harfler verilmelidir ((Kaya ve Kaya 2012a), (Kaya ve Kaya 2012b)). Aynı yazara ait birden fazla makaleye metin içinde atıf yapılacaksa yıldan sonra noktalı virgül (;) işareti ile ayırt edilmelidir. Örnek: (Ottekin 2002; 2010; 2012). Metin içerisinde aynı bilgi grubuna birden fazla atıf yapılması gerekli ise atıflar arasında noktalı virgül (;) kullanılmalıdır (Ottekin ve Akan 2011; Ottekin ve ark. 2012; Park ve ark. 2012). Atıf sıralaması yıla göre yapılmalı, aynı yılda birden fazla atıf var ise o yıl sıralaması alfabetik olarak yapılmalıdır. İngilizce yazılan makalede ise, yukarıdaki yazım kuralları geçerli olup, “ve” yerine “and”, “ve ark.” yerine ise “et al.” kullanılmalıdır.

Kaynak Listesi

Dergiden alınmış ise;

Ottekin A., 2008. Maltlık arpa hatlarında fenolojik, morfolojik ve tarımsal özelliklerin incelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 16(1-2):31-38

Ünal S. ve Fırıncioğlu H.K., 2010. Korunga hat ve populasyonlarında fenolojik, morfolojik ve tarımsal özelliklerin incelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 8(2):681-701

McNeal F.H., Konzak C.F., Smith E.P., Tate W.S. and Russell T.S., 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. Plant Pathology, 34(4):121-142

Kitaptan alınmış ise;

Düzgüneş O., Kesici T., Kavuncu O. ve Gürbüz F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021, 295 s, Ankara

Park R., 1970. Physical Properties of Plant Materials. Plant and Animal Science Publishers, Sindey

Kitaptan bir bölüm alınmış ise;

Dönmez E., 2008. Buğday Yetiştiriciliği. (Ed: S. Yazar), Seleksiyon ıslahı, TARM Ofset, Ankara, s. 14-45

Yazarı Belirtilmeyen Kurum Yayınlarından alınmış ise :

Anonim, 2006. Tarım İstatistikleri Özeti 1987-2006. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu

İnternette ortamından alınmış ise;

Anonim, 2010. <http://tarlabitkileri.gov.tr> (Erişim tarihi: 19.01.2013)

Tezden alınmış ise;

Akan K., 2011. İncir Kurdu, *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae)'ya Sülfürlü Florit (SO_2F_2)'in Bazı Etkileri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara

Düşünceli F., 1995. Influence of environmental conditions on populations of *Thanatephorus cucumeris* Frank Donk and their control by seed treatments on maize and cotton. PhD Thesis, Oxford University (Unpublished), UK

Kongre/Sempozyum Kitabından alınmış ise;

Çetin L., Düşünceli F. ve Albustan S., 2001. Ankara ili Haymana ve Polatlı ilçeleri buğday hastalılarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi. Bildiriler (I): 3-6 Ekim, Ankara, s. 324-328

Zencirci N. and Hayes P.M., 1990. Effect of scald (*R. secalis*) on yield and yield components of twelve barley (*H. vulgare*) genotypes. Proceedings of the 7th International Congress on Plant Protection, 06–13 May, İzmir, Türkiye, pp. 175–179

Dergi iletişim adresi:

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Şehit Cem Ersever Cad. No: 9-11 06170 Yenimahalle Ankara

E-posta: tarmdergi@gmail.com

TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Yayın Kurulu Başkanlığına

Yayınlanmak üzere sunduğumuz

.....

..... isimli makalenin

.....

..... tarafından hazırlandığını ve orijinal olduğunu; başka

hiçbir dergiye yayınlanmak üzere verilmediğini; daha önce yayınlanmadığını, makalede yer alan bütün yazarlar tarafından görüldüğünü ve sonuçlarının onaylandığını bildirmiş(ler)tir. Makale ile ilgili bütün yayın hakları Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi yayın kuruluna devredilmiştir.

Tarih:

Sorumlu Yazar Adı-Soyadı:

Adresi:

e-mail:

Telefon:



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