

Black Sea Journal of Agriculture





BLACK SEA JOURNAL OF AGRICULTURE
(BSJ AGRI)



Black Sea Journal of Agriculture (BSJ Agri) is a double-blind peer-reviewed, open-access international journal published electronically 4 times (January, April, July and October) in a year since January 2018. It publishes, in English and Turkish, full-length original research articles, innovative papers, conference papers, reviews, mini-reviews, rapid communications or technical note on various aspects of agricultural science like agricultural economics, agricultural engineering, animal science, agronomy, including plant science, theoretical production ecology, horticulture, plant breeding, plant fertilization, plant protect and soil science, aquaculture, biological engineering, including genetic engineering and microbiology, environmental impacts of agriculture and forestry, food science, husbandry, irrigation and water management, land use, waste management etc.

ISSN: 2618 - 6578

Phone: +90 362 408 25 15

Fax: +90 362 408 25 15

Email: bsjagri@blackseapublishers.com

Web site: <http://dergipark.gov.tr/bsagriculture>

Sort of publication: Periodically 4 times (January, April, July and October) in a year

Publication date and place: October 01, 2020 - Samsun, TURKEY

Publishing kind: Electronically

OWNER

Prof. Dr. Hasan ÖNDER

DIRECTOR IN CHARGE

Assoc. Prof. Uğur ŞEN

EDITOR BOARDS

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Hasan ÖNDER

Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Uğur ŞEN

Ondokuz Mayıs University, TURKEY

SECTION EDITORS*

Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ, Ordu University, TURKEY

Prof. Dr. Mehmet KURAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Muharrem ÖZCAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Esmeray Küley BOĞA, Cukurova University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Hasan Gökhan DOĞAN, Kirsehir Ahi Evran University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Kadyrbay CHEKİROV, Kyrgyz Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Assoc. Prof. Dr. Ömer SÖZEN, Kirsehir Ahi Evran University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Şerife Evrim ARICI, Süleyman Demirel University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Ümran ÇİÇEK, Tokat Gaziosmanpasa University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Kemal Çağatay SELVİ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

STATISTIC EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Taner TUNÇ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

ENGLISH EDITOR

Asst. Prof. Dr. Sezen Ocak YETISGIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

TURKISH EDITOR

Prof. Dr. Serkan ŞEN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

EDITORIAL - ADVISORY BOARD*

Prof. Dr. Ahmet BALKAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Alireza TERINEJAD, Azarbaijan Shahid Madani University, IRAN

Prof. Dr. Ercan EFE, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, TURKEY

Prof. Dr. Gheorghe VOICU, Politehnica University of Bucharest, ROMANIA

Prof. Dr. Muhammad KHALID, University of London, UNITED KINGDOM

Prof. Dr. Savaş ATASEVER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Sherein Saeid ABDELGAYED, Cairo University, EGYPT

Prof. Dr. Sorin-Ştefan BIRIŞ, Politehnica University of Bucharest, ROMANIA

Assoc. Prof. Dr. Farhood GOLMOHAMMADI, Islamic Azad University, IRAN

Assoc. Prof. Dr. Mustafa BOĞA, Nigde Ömer Halisdemir University, TURKEY

Dr. Jiban SHRESTHA, Nepal Agricultural Research Council, NEPAL

Dr. Mikó JÓZSEFNÉ JÓNÁS, University of Szeged, HUNGARY

Dr. Valentin VLADUT, National Research and Development Institute, ROMANIA

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title


REVIEWERS OF THE ISSUE*

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN, Kırşehir Ahi Evran University, Turkey
Prof. Dr. Arda YILDIRIM, Tokat Gaziosmanpaşa University, Turkey
Prof. Dr. Canan BÖLÜKBAŞI, Atatürk University, Turkey
Prof. Dr. Fadul ÖNEMLİ, Tekirdağ Namık Kemal University, Turkey
Prof. Dr. Hakan GEREN, Ege University, Turkey
Prof. Dr. Hüseyin Özkan SİVRİTEPE, Konya Gıda ve Tarım University, Turkey
Prof. Dr. Kazım MAVİ, Hatay Mustafa Kemal University, Turkey
Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ, Ordu University, Turkey
Prof. Dr. Orhan DENGİZ, Ondokuz Mayıs University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Arzu KAN, Kırşehir Ahi Evran University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Çağrı Özgür ÖZKAN, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Fatih ÖNER, Ordu University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Felix ACHOJA, Delta State University, Nigeria
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin GÜNGÖR, Düzce University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. İsa COŞKUN, Kırşehir Ahi Evran University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Kadri BOZOKALFA, Ege University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Mustafa BOĞA, Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Mustafa DEMİRKAYA, Kayseri University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR, Necmettin Erbakan University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Rana AKYAZI, Ordu University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Salih KARABÖRKLÜ, Düzce University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Bekir ATAR, Isparta Uygulamalı Bilimler University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Ebru KARNEZ, Çukurova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Fazilet CEKİC, Aksaray University, Turkey
Assist. Prof. Dr. İbrahim SAYGILI, Tokat Gaziosmanpaşa University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Khawar JABRAN, Aydın Adnan Menderes University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Kutalmış TURHAL, Bilecik Şeyh Edebali University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Mehmet Akif BOZ, Yozgat Bozok University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Mehmet KÖTEN, Kilis 7 Aralık University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Özer KURT, Muş Alparslan University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL, Selcuk University, Turkey
Dr. Julius INGWEYE, University of Port Harcourt, Nigeria
Dr. Oya KAÇAR, Uludağ University, Turkey


* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

Table of Contents


Research Article

- 1. EFFECT OF SOLID MATRIX PRIMING WITH SEAWEED EXTRACT ON GERMINATION AND SEEDLING PERFORMANCE OF ONION SEEDS UNDER ABIOTIC STRESS CONDITIONS** 


(Deniz yosunu ile katı matrik priming uygulamasının soğan tohumlarının abiyotik stres koşullarında çimlenme ve fide performansına etkisi)

İbrahim DEMİR, Seid MUHİE, Cihat ÖZDAMAR, Zeynep GÖKDAŞ, Ebrima S. NJİE, Nurcan MEMİŞ.....233-238
- 2. GENOTYPE-ENVIRONMENT INTERACTION AND STABILITY OF TEF [Eragrostis tef (Zucc.) Trotter] VARIETIES IN NORTHEAST ETHIOPIA** 


(Etiyopya'nın kuzeydoğusundaki Tef [Eragrostis tef (zucc.) Trotter] çeşitlerinin genotip-çevre interaksyonu ve stabilitesi)

Fisseha WOREDE.....239-245
- 3. EFFECT OF GRAIN SIZE ON SOME FLOUR QUALITY CHARACTERISTICS OF BREAD WHEAT (TRITICUM AESTIVUM L.) CULTIVARS** 


(Ekmeklik buğdayda (Triticum Aestivum L.) tane iriliğinin unda bazı kalite özelliklere etkisi)

Burhan KARA, Sultan ACUN, Hülya GÜL.....246-252
- 4. ASSESSMENT OF COMMERCIAL SMALLHOLDER EGG PRODUCTION SYSTEMS IN GREATER PORT HARCOURT CITY, NIGERIA** 


(Nijerya Greater Port Harcourt şehrinde ticari küçük yumurta üretim sistemlerinin değerlendirilmesi)

Julius Naligwu INGWEYE.....253-259
- 5. COMBINING MUDPRESS AND INORGANIC FERTILIZER TO INCREASE THE GROWTH, YIELD AND PROFITABILITY OF MUNGBEAN (VIGNA RADIATA L. VAR. PAGASA19) VARIETY** 


(Mungbean (vigna radiata l. var. pagasa19) çeşidinde büyüme, verim ve karlılığı artırmak için mudpress ve inorganik gübre kombinasyonu)

Judy Anne T. PLACIDO, Ulysses CAGASAN.....260-266
- 6. DETERMINATION OF BOTANICAL COMPOSITION, NUTRIENT CONTENT, FEED VALUE AND QUALITY PARAMETERS BETWEEN MAY-AUGUST MONTHS OF NATURAL GRASSLANDS OF ANKARA PROVINCE** 


(Ankara ili doğal meralarında Mayıs-Ağustos ayları arasındaki botanik bileşim, besin içeriği, yem değeri ve kalite parametrelerinin belirlenmesi)

Zehra SARIÇİÇEK.....267-277
- 7. DETERMINATION OF LENTIL YIELD BY AGRO-METEOROLOGICAL METHOD** 

(Agro-meteorolojik yöntemle mercimek veriminin tahmini)

Mustafa BAYDEMİR.....278-285
- 8. SOCIOECONOMIC EFFECT OF HIGH PATHOGENIC AVIAN INFLUENZA ON POULTRY FARMERS IN RIVERS STATE, NIGERIA** 

(Nijerya Rivers eyaletindeki kanatlı yetiştiricileri üzerindeki patojenik avian influenza'nın sosyoekonomik etkisi)

Isaiah Sotonye ORUENE, Onyilofe Sunday ENEJOH.....286-289
- 9. EVALUATION OF WEED STATUS IN RICE PRODUCTION IN TURKEY** 

(Türkiye'de çeltik üretiminde yabancı ot durumunun değerlendirilmesi)

Ayşe YAZLIK, Ali Rıza BÖR, Ezgi EROĞLU.....290-300

10. ORGANIC PRIMING APPLICATIONS IN PEPPER AND TOMATO SEEDS 

(Biber ve domates tohumlarında organik priming uygulamaları)

Isaiah Sotonye ORUENE, Sandra Chinonso NDUKWE.....301-307

11. THE EFFECT OF BROKEN ROASTED CHICKPEA FLOUR AS A BY-PRODUCT IN ROASTED CHICKPEA PRODUCTION ON MUFIN QUALITY 

(Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi)


Çiçek ATAMAN, Hülya GÜL.....308-316

Review Article

12. A SEASONAL THREAT FOR SUGAR BEET (*BETA VULGARIS L.*) PRODUCTION, BEET ARMYWORM [*SPODOPTERA EXIGUA (HÜBNER)*] (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) 

(Şeker pancarı (*beta vulgaris l.*) üretimi için dönemsel bir tehdit; karadrina [*spodoptera exigua (hübner)*] (*lepidoptera: noctuidae*))

Selçuk SUNULU, Ziya DURLUPINAR, Mustafa YILDIRIM, Oğuzhan KARABULUT.....317-323

13. TIGER NUT (*CYPERUS ESCULENTUS*); MORPHOLOGY, PRODUCTS, USES AND HEALTH BENEFITS 

(Kaplan fındığı (*Cyperus esculentus*); morfolojisi, ürünleri, kullanım alanları ve sağlık yararları)

Taha BAZINE, Şahane Funda ARSLANOĞLU.....324-328

14. LEAD TOXICITY AND LEAD TOLERANCE IN PLANTS 

(Bitkilerde kurşun toksisitesi ve kurşun toleransı)

Ali DOĞRU.....329-339

15. REVIEW ON CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND MITIGATION PRACTICES IN ETHIOPIAN AGRICULTURE SECTOR 

(Etiyopya tarım sektöründe iklim değişikliğine uyum ve etkilerini azaltma uygulamalarının incelemesi)

Wudu Abiye ABEBAW.....340-343



Research Article

Volume 3 - Issue 4: 233-238 / October 2020

EFFECT OF SOLID MATRIX PRIMING WITH SEAWEED EXTRACT ON GERMINATION AND SEEDLING PERFORMANCE OF ONION SEEDS UNDER ABIOTIC STRESS CONDITIONS

İbrahim DEMİR¹, Seid MUHİE², Cihat ÖZDAMAR¹, Zeynep GÖKDAŞ¹, Ebrima S. NJİE¹, Nurcan MEMİŞ¹

¹Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 06110, Ankara, Turkey

²Wollo university, College of Agriculture, Department of Plant Science, Dessie, Ethiopia

Received: February 05, 2020; **Accepted:** June 30, 2020; **Published:** October 01, 2020


Abstract


This work was carried out to test the effect of seaweed treatment on germination and seedling emergence in two onion seed lots. Distilled water containing 5% of seaweed was applied through solid matrix priming at a ratio of 2:1:3 Seed: vermiculite: seaweed extract (w: w: w) over two days at 15^o C in the dark. Seeds of seaweed, distilled water treated and dry control were tested at 10 and 15 % PEG (drought), 100 and 150 mM NaCl (salt), and 30 and 35^oC (temperature) stresses, respectively. Seedling emergence, seedling height, fresh weight and dry weight were tested at 30^oC, 10% PEG and 100 mM NaCl. Seaweed treatment enhanced germination and seedling emergence compared not only to the dry control, but also to the distilled water treatment. The difference in germination was up to 18% compared with the dry control and 6% compared with the distilled water treatment. Moreover, seedling height was increased by the seaweed treatment. Results showed that seaweed extract priming may have a potential to enhance the resistance of onion seeds under abiotic stress conditions.


Keywords: Drought, Temperature, Salt stress, Solid matrix priming


***Corresponding author:** Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 06110, Ankara, Turkey


E mail: demir@agri.ankara.edu.tr (İ. DEMİR)


İbrahim DEMİR  <https://orcid.org/0000-0003-4515-0689>

Seid MUHİE  <https://orcid.org/0000-0002-1144-5668>

Cihat ÖZDAMAR  <https://orcid.org/0000-0003-2083-3467>

Zeynep GÖKDAŞ  <https://orcid.org/0000-0003-0788-1771>

Ebrima S. NJİE  <https://orcid.org/0000-0002-7050-7304>

Nurcan MEMİŞ  <https://orcid.org/0000-0002-8767-1186>

Cite as: Demir İ, Muhie S, Özdamar C, Gökdaş Z, Njie ES, Memiş N. 2020. Effect of solid matrix priming with seaweed extract on germination and seedling performance of onion seeds under abiotic stress conditions. BSJ Agri, 3(4): 233-238.

1. Introduction

Modern horticulture is looking for new technologies that would allow for a reduction in the use of chemical inputs without affecting crop yield or farmers' income. Inorganic fertilizers are being replaced by organic forms. The use of natural seaweed as a fertilizer has allowed for the partial replacement of conventional synthetic fertilizer (Zodape et al., 2010). Many commercial seaweed extract products are available for use in horticulture and can be used as liquid extracts applied as foliar spray, soil drench, or in granular/powder form as soil conditioners and manure (Thirumaran et al., 2009). These extracts are marketed as liquid biostimulants because a chemical analysis of seaweeds and their extracts have revealed the presence of a wide variety of plant growth-promoting substances such as auxins, cytokinins and betaines (Khan et al., 2009). These substances can influence shoot and root system development (Stirk et al., 2004). Seaweed extracts also contain macronutrients and micronutrients which can promote the growth of various horticultural crops (Moller and Mith, 1998; Demirkaya 2010; Sivritepe et al., 2015). Other researchers have also reported many beneficial effects of seaweed extracts such as improved germination, root development, leaf quality, plant vigor and resistance to biotic and abiotic stresses (Khan et al., 2009).

The most critical stage in the life of crops is seed germination, which is most influenced by environmental factors. Drought and salinity are key environmental factors that affect seed germination (Llanes et al., 2015). Many horticultural crops such as onions and carrots are seriously affected by abiotic stress. The problem is more serious at the germination and seedling development stages. Furthermore, the problem of abiotic stress on seedling emergence is more pronounced in low quality seeds (Jisha et al., 2012). The seeds of horticultural crops such as onions have low storage potential and lose their viability due to ageing. Onion (*Allium cepa* L.) seeds are naturally less viable and more hygroscopic than seeds of most other common vegetables (Thirusendura and Saraswathy, 2017). Seed viability and vigor decrease with ageing and improper storage conditions, leading to increased lipid peroxidation and decreased activities of several free radical and peroxide scavenging enzymes (Kibinza et al., 2011). Therefore, there must be some mechanism of seed quality enhancement, especially for low quality seeds which have less potential to perform under stress conditions.

Seed priming is a seed quality enhancement mechanism which can improve the germination and seedling performance of crops under both normal and stress conditions (Jisha et al., 2012). Seed priming has been successful in improving the seed vigor of many vegetable crops, leading to rapid and uniform germination and seedling emergence (Saranya et al., 2017; Wu et al., 2019; Sharma et al., 2016). Among the different priming techniques, solid matrix priming is important in repairing

ageing and improving seed quality (Ermiş et al., 2016). The use of seaweed extracts in minimizing the problem of abiotic stress is well understood and recognized (Sharma et al., 2014). Hence, the aim of the present study was to investigate the effect of solid matrix priming with seaweed extracts on the performance of onion seeds and seedlings under different abiotic stress conditions.

2. Material and Method

2.1. Material

Two seed lots (high and low quality) of onions (*Allium cepa* L. cv. Metan) were used in the present study. The germination percentage of these high (Lot 1) and low-quality (Lot 2) seeds was 97.5 and 88.5% respectively. The high-quality seed had a seed moisture content of 11.9%, whereas the seed moisture content of the low-quality seed was 9.6%.

2.2. Preparation of Seaweed Liquid Extract (SW) and Priming

Green seaweed (*Ulva lactuca*), which is also known as sea lettuce, was collected from Marmara Sea in the north west of Turkey. The seaweed extract was prepared using the physical integration method. The particle size was gradually reduced and diluted with water in a ratio of 1:3. No heat, acid or alkaline hydrolysis was used for extraction (Demir et al., 2006). The diluted seaweed was filtered through muslin cloth, and the filtrate was considered as 100% seaweed extract (Demir et al., 2006). The seaweed extract was stored at 5°C for further applications. Balakrishnan et al. (2007) reported that the best seedling performance was observed at 5% concentration. Therefore, 5% concentrations of seaweed extract were used in the present study.

Solid matrix priming was performed at 15°C for two days, at a ratio of 2:1:3 (Seed: vermiculite: seaweed extract (w: w: w) SW). Distilled water (DW) was used instead of seaweed as the same rate. DW and dry seeds (NP) were considered as controls. After treatment, seeds were dried on the laboratory bench until the initial seed moisture content was reached.

2.3. Germination under Abiotic Stresses

Drought stress conditions were simulated using Polyethylene Glycol-6000 (PEG) at different concentrations of 10 and 15%. The osmotic potentials for the 10 and 15% concentrations were 0.30 and 0.51MPa respectively. The primed and control onion seeds (four replicates of 50 seeds) were placed on a filter paper in 9cm Petri dishes containing 3 cm³ of the different concentrations (10 and 15% PEG). The Petri dishes were sealed with stretch film to prevent evaporation and kept according to a completely randomized design in a growth chamber. Germination was carried out at 20°C for 12 days according to the principle of ISTA (2009). Seeds were considered germinated when the radicle emerged by at least 2 mm, and this was expressed as a percentage. In the salt stress experiment, NaCl at 50 and 100mM was used to simulate salinity stress. The germination procedure

was followed as described. Control and treated onion seeds were allowed to germinate at 30 and 35°C for temperature stress.

2.4. Seedling Emergence Tests under Stress

The seedling emergence test was carried out in three replicates of 25 seeds each, under drought, salinity and temperature stress conditions in plastic germination trays (32 x 16 x 6 cm, length x width x depth). Non-primed, distilled water and seaweed treated seeds of two lots were sown at a depth of 2 cm in peat moss and watered with 10% PEG, 100mM NaCl and distilled water and kept at 20±2°C with 80% RH and a light intensity of 72 µmol m-2s-1 for 16 hours a day, for drought and salinity experiments, whereas for temperature stress experiment the trays were kept at 30°C. The appearance of the cotyledon leaves above the peat moss was considered as the emergence criterion. Trays were watered with the appropriate solution during the emergence period.

Twenty-one days after sowing, five seedlings in each replicate were destructively taken, and shoot length (mm/plant), shoot fresh weight (mg/plant) and dry weight (mg/plant) and root fresh weight (mg/plant) were

calculated. Dry weights were calculated after keeping seedlings at 80°C for 24 hours. The seaweed extract (5%) was analyzed by spectrophotometry (plasma, optima 2100DV, Perkin-Elmer, Shelton CT) according to Mertens (2005). Vigor indices were recorded according to Yan (2015) formula as $SVI = GP \times \text{Seedling dry weight}$.

2.5. Statistical Analysis

Data was subjected to analysis of variance (ANOVA) using SPSS v. 20, and Duncan’s Multiple Range Test was applied to compare the differences (5%) among treatment means.

3. Results

Under high temperature stress (35 °C), priming with seaweed extract improved the germination performance by 20% and 31% as compared with the dry control (NP) for first and second onion seed lots respectively. SW also significantly (P<0.05) improved germination under salinity and moisture stress compared to dry control seeds (Table 1). In all cases SW was significantly effective on germination under stress conditions than dry control. When SW was compared to DW treatment the differences (between 1 and 5 %) in favour of SW in all cases but were not significantly higher (P<0.05).

Table 1. The effect of seaweed extract (SW) and distilled water (DW) treatment on germination of onion seeds under abiotic stress (temperature, salt and drought stress) conditions. Dry seeds (NP) was considered as control

Seed lot	Treatment	30°C	35°C	50mM NaCl	100mM NaCl	10% PEG	15% PEG
Lot 1	SW	95 ^a	83 ^a	94 ^a	93 ^a	97 ^a	94 ^a
	DW	93 ^{ab}	78 ^a	94 ^a	92 ^a	94 ^{ab}	93 ^a
	NP	91 ^b	63 ^b	91 ^a	83 ^b	92 ^b	70 ^b
Lot 2	SW	93 ^a	81 ^a	91 ^a	90 ^a	90 ^a	84 ^a
	DW	91 ^a	79 ^{ab}	90 ^a	88 ^a	88 ^a	81 ^a
	NP	85 ^b	50 ^b	85 ^b	81 ^b	80 ^b	64 ^b

Means with different letters in the same criterion are significantly different, P < 0.05.

Lot 1= high quality seeds, Lot 2 = low quality seeds

The performance of onion seedling criteria treated with seaweed extract under temperature stress (30 °C) were better (P<0.05) than the dry control (NP) except one case in lot 1. It improved seedling emergence percentages by 8% for lot 1 and by 10% for lot 2. The highest seedling

height, seedling fresh weight, seedling dry weight and vigor index were recorded from the SW treatment in both lots (Table 2). For example, the vigor index was improved from 231 to 306 for lot 1 and from 190 to 262 for lot 2 (Table 2).

Table 2. The effect of seaweed extract (SW) and distilled water (DW) treatment on emergence and seedling quality of onion seeds under temperature stress (30°C). Dry seeds (NP) was considered as control.

Seed lot	Treatment	Emergence (%)	SH (cm)	SFW (mg/plant)	SDW (mg/plant)	Vigor Index
Lot 1	SW	84 ^a	12.1 ^a	71.6 ^a	3.7 ^a	306 ^a
	DW	78 ^a	11.8 ^{ab}	68.3 ^a	3.4 ^a	282 ^{ab}
	NP	76 ^a	10.8 ^b	57.3 ^b	3.0 ^b	231 ^b
Lot 2	SW	78 ^a	11.6 ^a	62.5 ^a	3.2 ^a	262 ^a
	DW	72 ^a	11.3 ^a	60.8 ^a	3.0 ^{ab}	214 ^a
	NP	68 ^b	7.2 ^b	49.2 ^b	2.5 ^b	190 ^b

Means with different letters in the same criterion are significantly different, P < 0.05.

Lot 1= high quality seeds, Lot 2 = low quality seeds, SH= seedling height; SFW= seedling fresh weight; SDW= seedling dry weight

In a similar way, priming of onion seed lots with seaweed extract greatly improved seedling characteristics under

salinity stress. Seedling emergence was improved from 62 to 74% in lot 1, from 48 to 62 % in lot 2. Differences

between SW and NP were reported as 2 and 5 % which are not significantly different ($P>0.05$). Seedling criteria were higher in SW treated seeds than those of DW in both lots but non-significant ($P>0.05$). Vigor index was found the highest in SW treated ones but not significantly different from those of DW and NP in lot 1. It was significantly different from NP but not DW in lot 2 (Table 3).

Priming of onion seed lots with seaweed extract also stimulated their growth and performance under moisture/drought stress conditions. Seedling emergence

percentages were improved by 18% and 11% for lot 1 and 2 respectively as compared to the dry control (NP). Likewise, SH was improved by 1.4cm and 0.8cm for lot 1 and 2 respectively. Seedling vigor index and the fresh and dry weight of seedlings also significantly ($P<0.05$) improved as compared to the dry control (Table 4). The seaweed extract contained high Ca and S, and a reasonable amount of the other macro and micronutrients (Table 5).

Table 3. The effect of seaweed extract (SW) and distilled water (DW) treatment on seedling quality of onion lots under salinity stress (100mM). Dry seeds (NP) was considered as control

Seed lot	Treatment	Emergence (%)	SH (cm)	SFW (mg/plant)	SDW (mg/plant)	Vigor Index
Lot 1	SW	74 ^a	9.1 ^a	48.2 ^a	2.7 ^a	196 ^a
	DW	72 ^a	8.8 ^a	45.9 ^a	2.5 ^a	181 ^a
	NP	62 ^b	7.9 ^b	40.1 ^b	2.2 ^a	153 ^a
Lot 2	SW	62 ^a	8.9 ^a	44.8 ^a	2.4 ^a	145 ^a
	DW	57 ^a	8.6 ^{ab}	42.8 ^a	2.3 ^a	135 ^a
	NP	48 ^b	7.8 ^b	35.4 ^b	2.0 ^b	97 ^b

Means with different letters in the same criterion are significantly different, $P < 0.05$.

Lot 1= high quality seeds, Lot 2 = low quality seeds, SH= seedling height; SFW= seedling fresh weight; SDW= seedling dry weight

Table 4. The effect of seaweed extract (SW) and distilled water (DW) treatment on seedling quality of onion seed lots under drought stress (10% PEG). Dry seeds (NP) was considered as control

Seed lot	Treatment	Emergence (%)	SH (cm)	SFW (mg/plant)	SDW (mg/plant)	Vigor Index
Lot 1	SW	74 ^a	9.8 ^a	55.3 ^a	3.3 ^a	245 ^a
	DW	70 ^b	9.3 ^a	46.0 ^b	2.8 ^b	187 ^{ab}
	NP	56 ^{ab}	8.4 ^b	42.6 ^b	2.6 ^b	152 ^b
Lot 2	SW	65 ^a	9.5 ^a	46.6 ^a	2.6 ^a	173 ^a
	DW	60 ^a	8.9 ^b	42.3 ^{ab}	2.4 ^{ab}	143 ^b
	NP	54 ^b	8.7 ^b	39.8 ^b	2.2 ^b	138 ^c

Means with different letters in the same criterion are significantly different, $P < 0.05$.

Lot 1= high quality seeds, Lot 2 = low quality seeds, SH= seedling height; SFW= seedling fresh weight; SDW= seedling dry weight

Table 5. Mineral composition (mg/kg) of the seaweed (5%) extract used in the study

Macronutrients					Micronutrients				
P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
0.265	5.373	12.34	4.22	10.19	0.254	0.146	0.117	0.295	0.068

4. Discussion

Results of the present study showed that seaweed extract enhanced seed germination and seedling quality of two onion seed lots under salt, drought and temperature stresses. The difference was significant not only between seaweed extract treated and dry seeds but also with distilled water treated ones in many cases.

Drought, salinity and temperature extremes are major agricultural constraints that prevent crops from performing to their full potential (Llanes et al., 2015; Yan 2015). These abiotic factors affect crops most seriously at the germination and early growth stages. Onion is a vegetable crop which can be affected by extreme abiotic factors (Thirusendura and Saraswathy 2017). In order to minimize the serious problems exerted on crops at an

early stage of growth, a number of mechanisms have been developed. One of the techniques used is priming. Solid matrix priming of onion seeds with seaweed extract in our study showed the best result on onion seed germination, seedling emergence and seedling quality. Many researchers have also demonstrated enhanced seed germination and seedling characteristics with the application of seaweed treatments (Khan et al., 2009; Craigie 2011; Mattner et al., 2013).

The stimulated effect of priming with seaweed (SW) might be attributed to the presence of enzymes, phytohormones, minerals and low molecular weight compounds present in extracts (Stirk and Van Staden 1997). Some reports indicate that polysaccharides and polyphenols may also be effective as biostimulants, and this may enhance resistance to stress conditions (Zhang

et al., 2006; Gonzalez et al., 2013). Cytokinins and cytokinin-like compounds are the most widely reported in seaweed extracts, followed by auxins and auxin-like compounds, and it has been speculated these may be responsible for the plant growth enhancing effects of the extracts (Stirk et al., 2004; Khan et al., 2009). Our analyses of seaweed showed that seaweed extract contains high levels of Ca, Mg, S, Zn and Cu, at 12.3, 4.22, 10.19, 10.146 and 0.116 mg/kg respectively. The high content of sulfur in SW might contribute to the production of enzymes, because S is the precursor of methionine and other amino acids that may initiate faster germination and emergence (Jahan et al., 2015). Again, the positive effect of seaweed might have come directly from mineral nutrients. S, Mg and Ca were observed in relatively higher amounts in seaweed extract than other nutrients. Sulfur (S), along with calcium and magnesium, is one of the three secondary nutrients required by plants for normal, healthy growth. Sulfur-containing compounds play a critical role in the response of plants to abiotic stress factors including drought and salinity (Cao et al., 2014; Jahan et al., 2015). Other minerals such as K, P, Fe, Mn and Cu were also found in seaweed extract (Table 5). Even though it is lack of sodium content, it has an extensive content of solution. Thus, the beneficial effect of seaweed might have also come from these minerals. In general, commercial seaweed extracts are made from brown seaweeds such as *Ascophyllum nodosum* and *Fucus*, *Laminaria*, *Sargassum* and *Turbinaria* spp. (Sharma et al., 2014). In this work, we used green seaweed (*Ulva lactuca*) which was collected from Sea of Marmara during summer season. Seaweed extracts are complex structures with a mixture of components that may vary according to the seaweed source, collection site, season of collection, and extraction procedure. Sharma et al. (2014) reported that there were significant differences in the concentrations of the minerals Fe, I, K, Mg and S among five seaweed species collected from the same region. The same authors found that not only the mineral content but also the IAA content varied between 3 and 47 ng/g among the seaweed species. This can be expected from samples collected at different times of the year, but interestingly, variations in mineral contents and compositional structure were also observed in commercial formulations produced from *A. nodosum* (Shekhar et al., 2012). This conclusion shows that variation in composition is inevitable. Seaweed extract enhanced the formation, length and volume of roots in crop seeds (Kenanoğlu, 2016). Such enhancement in the root system of the plant may be a key point in the resistance to abiotic stresses (Sharma et al., 2014) because a developed root structure may initiate a higher rate of water uptake and tolerance to stressful conditions.

5. Conclusion

In conclusion, priming of seeds with seaweed extracts has

a superior potential to get better germination, emergence and seedling performance in onions. Moreover, the more influential effect of seaweed extract on the seed quality of the lots in relation to distilled water (DW) treatment in abiotic stress environment shows that it has a potential to enhance germination at sub-optimum sowing conditions (i.e early spring).

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Balakrishnan CP, Venkataraman K, Mohan VR, Atiperumalsami T. 2007. Study on the effects of crude seaweed extracts on seedling growth and biochemical parameters in *Cyamopsis tetragonalopa* (L). *Plant Arch*, 7: 563-567.
- Cao MJ., Wang Z, Zhao Q, Mao JL, Speiser A, Wirtz M, Hell R, Zhu JK, Xiang CB. 2014. Sulfate availability affects ABA levels and germination response to ABA and salt stress in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant J*, 77: 604-615.
- Craigie JS. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J Appl Phycol*, 23: 371-393.
- Demir N, Dural B, Yıldırım Y. 2006. Effect of seaweed suspension on seed germination of tomato, pepper and aubergine. *J Biol Sci*, 6:1130-1133.
- Demirkaya M. 2010. Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı uygulamalarının biber ve soğan tohumlarının canlılığı ve gücüne etkileri. *Erciyes Univ J Instit Sci Technol*, 26: 217-224.
- Ermiş S, Kara F, Özden E, Demir I. 2016. Solid matrix priming of cabbage seed lots: Repair of ageing and increasing seed quality. *J Agric Sci*, 22:588-595.
- González A, Castro J, Vera J, Moenne A. 2013. Seaweed oligosaccharides stimulate plant growth by enhancing carbon and nitrogen assimilation, basal metabolism, and cell division. *J Plant Growth Regul* 32:443-448.
- International Seed Testing Association (ISTA) 2009. The germination test. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf, Germany: International Seed Testing Association.
- Jahan S, Iqbal S, Jabeen K, Sadaf S. 2015. Ameliorating influence of sulfur on germination attributes of Canola (*Brassica napus* L.) under chromium stress. *Pak J Bot*, 47:407-411.
- Jisha KC, Vijayakumari K, Puthur JT. 2012. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiol Plant*, 35:1381-1396.
- Kenanoğlu BB. 2016. Tohumların çimlendirilmesinde farklı organik ön çimlendirme (ozmotik koşullandırma) uygulamalarının kullanımı. *J The Instit Nat Applied Sci*, 21: 124-134.
- Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie JS, Norrie J, Prithiviraj B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J Plant Growth Regul* 28:386-399.
- Kibinza S, Bazin J, Bailly C, Farrant JM, Corbineau F, Bouteau HE. 2011. Catalase is a key enzyme in seed recovery from ageing during priming. *Plant Sci*, 181(3): 309-315.
- Llanes A, Andrade A, Masciarelli O, Alemano S, Luna V. 2015. Drought and salinity alter endogenous hormonal profiles at the seed germination phase. *Seed Sci Res*, 26: 1-13.
- Mattner SW, Wite D, Riches DA, Porter IJ, Arioli T. 2013. The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biol Agric Hortic*, 29: 258-270.

- Mertens D. 2005. AOAC official method 922.02. In: Horwitz, W., Latimer, G.W. (Eds.), *Plants Preparation of Laboratory Sample. Official Methods of Analysis*, 18th ed. AOAC-International Suite, Gaithersburg, MD, USA, 3: 1-2.
- Moller M, Smith ML. 1998. The applicability of seaweed suspensions as priming treatments of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds. *Seed Sci Technol*, 26: 425-438.
- Saranya N, Renugadevi J, Raja K, Rajashree V, Hemalatha G. 2017. Seed priming studies for vigour enhancement in onion. *J Pharmacogn Phytochem*, 6: 77-82.
- Sharma HSS, Fleming C, Selby C, Rao JR, Martin T. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J Appl Phycol*, 26: 465-490.
- Sharma N, Shukla YR, Mehta DK. 2016. Seed priming and its consequences on seedling vigour of bell pepper (*capsicum annum* l.) under low temperature condition. *Inter J Bio-Res Stress Manage*, 6:759-764
- Shekhar SHS, Lyons G, McRoberts C, McCall, D., Carmichael, E., Andrews, F., McCormack. 2012. Brown seaweed species from Strangford Lough: compositional analyses of seaweed species and biostimulant formulations by rapid instrumental methods. *J Appl Phycol*, 24: 1141-1157.
- Sivritepe HÖ, Şentürk B, Teoman S. 2015. Biber tohumlarında yapılan organik priming ve kurutma uygulamaları fide kalitesi ve performansını iyileştirmektedir. *J Agri Faculty Uludag Univ*, 29: 83-94.
- Stirk WA, Van Staden J. 1997. Comparison of cytokinin- and auxin-like activity in some commercially used seaweed extracts. *J Appl Phycol*, 8: 503-508.
- Stirk WA, Arthur GD, Lourens AF, Novak O, Strnad M, Van Staden J. 2004. Changes in cytokinin and auxin concentrations in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature. *J Appl Phycol*, 16: 31-39.
- Thirumaran G, Arumugam M, Arumugam R, Anantharaman P. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (L) Medikus. *Am Euras J Agron*, 2: 57-66.
- Thirusendura SD, Saraswathy S. 2017. Seed viability, seed deterioration and seed quality improvements in stored onion seeds: a review. *J Horti Sci Biotechnol*, 93: 1-7.
- Wu L, Huo W, Yao D, Li M. 2019. Effects of solid matrix priming (SMP) and salt stress on broccoli and cauliflower seed germination and early seedling growth. *Sci Horti*, 255: 161-168
- Yan M. 2015. Seed priming stimulates germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. *S Afr J Bot*, 99: 88-92.
- Zhang Q, Zhang J, Shen J, Silva A, Dennis DA. 2006. A simple 96-well microplate method for estimation of total polyphenol content in seaweeds. *J Appl Phycol*, 18:445-450.
- Zodape S, Mukhopadhyay S, Eswaran K, Reddy M, Chikara J. 2010. Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata*) treated with seaweed (*Kappapyucus Alvarezii*) extract. *J Sci Ind Res*, 70: 215-219.



Research Article

Volume 3 - Issue 4: 239-245 / October 2020

GENOTYPE-ENVIRONMENT INTERACTION AND STABILITY OF TEF [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] VARIETIES IN NORTHEAST ETHIOPIA

Fisseha WOREDE^{1*}

¹Ethiopian Institute of Agricultural Research, Fogera Rice Research and Training Center, Bahir Dar, Ethiopia

Received: December 13, 2019; **Accepted:** July 01, 2020; **Published:** October 01, 2020


Abstract

Analyzing Genotype-Environment interaction (GxE) is useful for exploring the opportunities and limiting the drawbacks of the effects. An investigation was conducted on 12 environments (six locations and two years) to study GxE and stability of 18 tef varieties, and to identify desirable environments. The experiment was laid in a randomized complete block design with three replications. The result of AMMI analysis of variance showed that tef grain yield was significantly ($P < 0.001$) affected by environments (E), genotypes (G) and GxE. Environment, G and GxE explained about 90.23%, 1.03% and 8.74% of the total sum of squares of treatments, respectively. The partitioning of the GxE by AMMI analysis showed that two of the Interaction Principal Component Axes (IPCA) were highly significant ($P < 0.001$). The two IPCAs explained 66.06% of the total GxE in grain yield of the tef genotypes. AMMI1 showed that genotypes G and D had small interaction effects. Likewise, environments MR06 and KB07 had the highest interaction effects whereas SR06, KB06, JM06 and JM07 had smaller interaction effects. AMMI2 also showed that environments MR06, KB07 and CH07 exerted higher interaction effects; however, KB06, JM06 and JM07 exerted lower interaction effects. The GGE biplot identified three mega-environments: The first mega-environment is composed of environments Kobo, Jari and SR07 with genotype *Tseday* as a winner; genotype *Ziquala* represented the second mega-environment containing Jamma, Chefa and SR06; the third environment, made up of Mersa, was represented by genotype *Asgori*. *Tseday* was the most desirable variety; while Mersa was the least desirable environment.

Keywords: Adaptability, AMMI, *Eragrostis tef*, G x E, GGE, Stability

***Corresponding author:** Ethiopian Institute of Agricultural Research, Fogera Rice Research and Training Center, Bahir Dar, Ethiopia

E mail: fisseha1@yahoo.com (F. WOREDE)

Fisseha WOREDE  <https://orcid.org/0000-0001-8828-5028>

Cite as: Worede F. 2020. Genotype-environment interaction and stability of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] varieties in Northeast Ethiopia. BSJ Agri, 3(4): 239-245.

1. Introduction

The tiny-seeded cereal, tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter], which is originated and diversified in the highlands of Ethiopia (Vavilov, 1951), has a great deal of importance

and unique qualities as compared to other crops. Apart from its large area coverage and production in the country, both the grain and the straw are preferred by the people and by livestock, as food and as feed,

respectively. The grain is packed with a number important nutrients (Mengesha et al., 1965), and now a days, it is regarded as one of the healthy food stuffs as it is gluten free (Spaenij-Dekking et al., 2005).

Until recently, the crop was not much known in the outside world as food crop and it was cultivated in Ethiopia. It is adapted to different temperature and altitudinal ranges (Ketema, 1997), different water regimes, and adapted to mild water stress, both deficit and excess. About 37 tef varieties have been developed (MoANR, 2016), mostly from the naturally existing variability and some by cross breeding, for different agro-ecological zones (AEZs) of Ethiopia. However, the yield of those varieties is not stable across different AEZs of Ethiopia.

The basic cause of differences among genotypes in terms of yield stability is the incidence of genotype-environment interaction (GxE). This interaction can be partly understood as a result of differential reaction of cultivars to environmental factors (Becker and Leon, 1988). Analyzing the GxE, rather than ignoring, is useful for exploring the opportunities and limiting the drawbacks of the effects (Annicchiarico, 2002). The importance of GxE and stability has been documented by many workers in wheat (Farshadfar et al., 2011; Hagos and Abay, 2013; Ferede and Worede, 2016), barley (Voltas et al., 2002; Bantayehu, 2013; Mehari et al., 2014), rice (Samonte et al., 2005; Ouk et al., 2007; Akter et al., 2014; Dessie et al., 2018), finger millet (Fentie et

al., 2013; Lule et al., 2014; Mamo et al., 2018), sorghum (Adugna, 2007; Almeida et al., 2014) and many other crops. Multivariate algorithms, Additive Main-effect and Multiplicative Interaction (AMMI), and genotype main effect and genotype-environment interaction (GGE), have been used to assess GxE in order to enable breeders to delineate mega-environments and target superior varieties on mega-environments (Gauch and Zobel, 1997; Yan and Hunt, 2002). The objectives of the present study were to assess GxE and stability of tef varieties, and to identify desirable environments in Northeastern part of Ethiopia.

2. Materials and Methods

2.1. Experimental materials and place of study

The field experiment was conducted at six locations in 2006 and 2007 main cropping seasons. The locations were Kobo (12°08'21"N/39°18'21"E, 1450m), Sirinka (11°45'00"N/39°36'36"E, 1850m), Mersa (11°40'N/39°39.5'E, 1850m), Jari (11°21'N/39°38'E, 1680m), Cheffa (10°57'N/39°47'E, 1600m) and Jamma (10°40'N/39°10'E, 2600m). All these locations represent the moisture stressed tef growing areas of Northeast Ethiopia. The first five locations experience moisture deficit, while Jamma experiences excess moisture at vegetative stage of the crop and deficit at later stages. The materials used were 18 tef varieties released by three agricultural research centers for different agro-ecological zones in Ethiopia (Table 1).

Table 1. Description of the 18 tef varieties used in the study

Variety	Name	Code	Year of release	Releasing research center
DZ-01-99	Asgori	A	1970	Debre Zeit
DZ-01-1681	Key Tena	B	2002	Debre Zeit
DZ-Cr-82	Melko	C	1982	Debre Zeit
DZ-01-787	Wellenkomi	D	1978	Debre Zeit
DZ-01-1281	Gerado	E	2002	Debre Zeit
DZ-Cr-358	Ziquala	F	1995	Debre Zeit
DZ-Cr-44	Menagesha	G	1982	Debre Zeit
DZ-01-1821	Zobel	H	2005	Sirinka
DZ-01-2054	Gola	I	2003	Sirinka
DZ-01-196	Magna	J	1970	Debre Zeit
DZ-01-974	Dukem	K	1995	Debre Zeit
DZ-Cr-37	Tseday	L	1984	Debre Zeit
DZ-01-1278	Ambo Toke	M	2000	Holetta
DZ-01-1285	Koye	N	2002	Debre Zeit
DZ-Cr-255	Gibe	O	1993	Debre Zeit
DZ-01-354	Enatit	P	1970	Debre Zeit
DZ-01-146	Genete	Q	2005	Sirinka
DZ-01-2053	Holetta Key	R	1999	Holetta

2.2. Experimental design and management

The experiment was laid-out in a randomized complete

block design (RCBD) with three replications. A 2m x 2m plot was used for each variety. Inter-plot and between

block distances of 1m and 1.5m were left. Sowing was done at the third week of July by broadcasting 10gm seed of each tef variety per plot. Fertilizer was applied at the rate of 41 N and 46 P₂O₅ kg ha⁻¹. Urea and DAP were used as sources of N and P, respectively. Plots were kept weed-free throughout the growth period.

2.3. Data collection and analyses

Data for grain yield (ton ha⁻¹) were collected. AMMI and

GGE analyses were computed by using GenStat (16th edition) computer program.

3. Results and Discussion

The AMMI analysis of variance of grain yield (ton ha⁻¹) of 18 tef genotypes evaluated in 12 environments (six locations and two years) is presented in Table 2.

Table 2. The AMMI analysis of variance table for grain yield of 18 tef varieties on 12 environments

Source	d.f.	SS	MS	G x E explained (%)
Treatments	215	289.62	1.347	
Genotypes	17	2.99	0.176**	
Environments	11	261.32	23.757**	
Interactions	187	25.31	0.135**	
IPCA 1	27	10.29	0.381**	40.66
IPCA 2	25	6.43	0.257**	25.40
Residuals	135	8.58	0.064	
Error	408	26.79	0.066	

**= significant at 0.001 probability level

The analysis showed that tef grain yield was significantly (P < 0.001) affected by environments (E), genotypes (G) and GxE. Significant effects of G, E and GxE were reported in tef (Kefyalew, 1999; Debusho et al., 2006; Ashamo and Belay, 2012). Environment explained about 90.23% of

the total sum of squares of treatments signifying that the environments considered in the study were so diverse to cause most of the variation in grain yield. Environmental mean grain yield ranged from 0.546 tons ha⁻¹ at Mersa in 2007 to 2.681 tons ha⁻¹ at Sirinka in 2007 (Table 3).

Table 3. Mean grain yield (ton ha⁻¹) of 18 tef varieties across 12 environments

Variety Name	Code	Environment												Genotype mean
		SR06	KB06	MR06	JR06	CH06	JM06	SR07	KB07	MR07	JR07	CH07	JM07	
Asgori	A	1.188	1.165	1.872	0.907	0.639	0.634	2.716	1.530	0.860	1.375	1.784	0.688	1.280
Key Tena	B	1.134	1.231	2.110	0.646	0.615	0.549	2.428	1.347	0.618	1.176	2.387	0.491	1.228
Melko	C	1.319	1.538	1.287	1.230	1.032	0.645	2.943	1.911	0.560	1.614	2.078	0.712	1.406
Wellenkomi	D	1.245	1.058	0.918	0.985	0.895	0.572	2.309	1.470	0.383	1.324	2.375	0.523	1.171
Gerado	E	1.400	1.227	1.204	1.347	0.820	0.472	3.349	2.031	0.567	1.677	2.079	0.447	1.385
Ziquala	F	1.470	1.247	0.969	1.429	1.199	0.855	2.445	1.808	0.545	1.262	2.526	0.729	1.374
Menagesha	G	1.377	1.478	1.237	1.449	0.840	0.639	2.550	1.785	0.548	1.346	2.526	0.471	1.354
Zobel	H	1.471	1.299	1.050	1.084	0.923	0.412	2.445	1.926	0.331	1.229	2.397	0.645	1.268
Gola	I	1.678	1.450	1.152	1.267	1.130	0.559	2.801	1.892	0.244	1.567	2.383	0.530	1.388
Magna	J	1.471	1.345	1.086	1.138	0.964	0.597	2.580	1.903	0.487	1.372	2.149	0.550	1.303
Dukem	K	1.444	1.180	1.201	1.169	1.105	0.609	2.772	2.162	0.439	1.397	2.197	0.574	1.354
Tseday	L	1.191	1.371	1.338	1.451	1.023	0.665	2.809	2.825	0.424	1.443	1.932	0.639	1.426
Ambo Toke	M	1.281	1.441	1.235	1.123	0.978	0.625	2.960	2.151	0.449	1.457	2.449	0.739	1.407
Koye	N	1.352	1.464	1.616	1.081	0.681	0.519	2.461	1.597	0.484	1.200	2.498	0.572	1.294
Gibe	O	1.406	1.103	1.231	1.383	1.005	0.646	2.562	2.179	0.593	1.342	2.117	0.653	1.352
Enatit	P	1.592	1.526	0.946	1.112	0.987	0.761	2.679	1.274	0.660	0.991	2.302	0.704	1.294
Genete	Q	1.513	1.023	1.665	0.984	1.001	0.534	2.769	1.486	0.646	1.418	2.587	0.694	1.360
Holetta Key	R	1.366	1.501	1.528	1.461	0.873	0.497	2.678	1.822	0.990	1.371	2.245	0.606	1.412
Environment mean		1.383	1.314	1.314	1.180	0.928	0.600	2.681	1.839	0.546	1.365	2.279	0.609	1.336

CH06= Chefa 2006, CH07= Chefa 2007, JM06= Jamma 2006, JM07= Jamma 2007, JR06= Jari 2006, JR07= Jari 2007, KB06= Kobo 2006, KB07= Kobo 2007, MR06= Mersa 2006, MR07= Mersa 2007, SR06= Sirinka 2006, SR07= Sirinka 2007

Only a small portion, 1.03% of the total sum of squares of the treatments, was attributed to genotypic effects. Genotype grain yield (averaged across environments) ranged from 1.171 tons ha⁻¹ for *Wellenkomi* to 1.426 tons ha⁻¹ for *Tseday* (Table 3). GxE explained 8.74% of the treatment variation in grain yield. The magnitude of the GxE sum of squares was about 8 times larger than that of genotypes, indicating the presence of substantial

differences in genotypic response across environments. Kefyalew (1999) explained the largest proportion of the total sum of squares (SS) due to environments (70%) followed by the GxE source of variation (22%) for grain yield; the genotype source contributed the lowest proportion (7%).

Genotype *Gerado* had the highest yield of 3.349 ton ha⁻¹ at the highest yielding environment (Sirinka in 2007)

whereas *Holetta Key* was the highest yielding (0.990 ton ha⁻¹) at the lowest yielding environment (Mersa in 2007) (Table 3).

The partitioning of the GxE by employing AMMI model analysis showed that two of the Interaction Principal Component Axes (IPCAs) were highly significant (P < 0.001). The first IPCA captured 40.66% of the interaction SS. Similarly, the second IPCA captured 25.40% of the interaction SS. The two IPCAs explained 66.06% of the total GxE in grain yield of the tef genotypes. Ashamo and Belay (2012) reported 49% of the GxE variance to be captured by the first significant (P < 0.05) IPCA. Kefyalew (1999) also explained 58.82% of the total GxE by the first (21.57%), second (19.61%) and third (17.65%) significant IPCAs.

The AMMI biplot showing the main and IPCA1 effects of both genotypes and environments on tef grain yield is depicted in Figure 1.

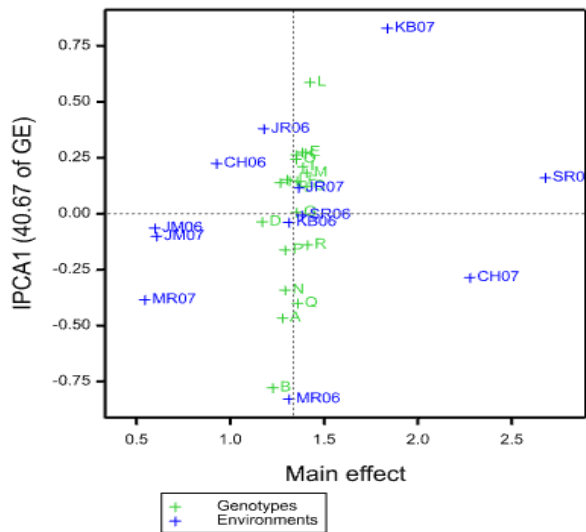


Figure 1. AMMI biplot of main effects of tef genotypes and environments, and IPCA1 using symmetrical scaling. CH06= Chefa 2006, CH07= Chefa 2007, JM06= Jamma 2006, JM07= Jamma 2007, JR06= Jari 2006, JR07= Jari 2007, KB06= Kobo 2006, KB07= Kobo 2007, MR06= Mersa 2006, MR07= Mersa 2007, SR06= Sirinka 2006, SR07= Sirinka 2007.

In the Figure, distances along the abscissa shows main effect differences, whereas the ordinate shows differences in interaction. The tef genotypes more or less had similar pattern in genotypic main effect, as they are arranged in a vertical line, but had sizable differences in the interaction effects. Genotypes A, B, D, H, J, N and P had below average genotypic main effect. In contrast, C, E, F, G, I, K, L, M, O, Q and R had above average genotypic main effect. Genotypes B, L, A and Q had higher interaction effect. However, G and D had small interaction effect (Figure 1).

On the contrary, the environments did not show any pattern. Environments SR07, CH07 and KB07 had higher environmental main effects, while MR07, JM06 and JM07

had smaller main effects. Environments KB06 and MR06 had similar main effects but they differ in interaction effects. MR06 and KB07 had the highest interaction effect; SR06 followed by KB06, JM06 and JM07 had smaller interaction effects. The rest of the environments, however, had moderate interaction effects (Figure 1).

Figure 2 shows the interaction pattern of the 18 tef genotypes with the 12 environments. The distances from the origin indicate the magnitude of interaction exerted by environments on genotypes, or vice versa (Voltas et al., 2002). Accordingly, environments MR06, KB07 and CH07 exerted higher interaction effects, signifying that they are more discriminating than the others; however, KB06, JM06 and JM07 exerted lower interaction effects. Likewise, genotypes L, A and B had higher interaction, showing that they are more responsive to environmental changes, and hence they are specifically adapted. On the contrary, genotypes C, M, J, G and R had least contribution to the interaction component indicating their wider adaptability.

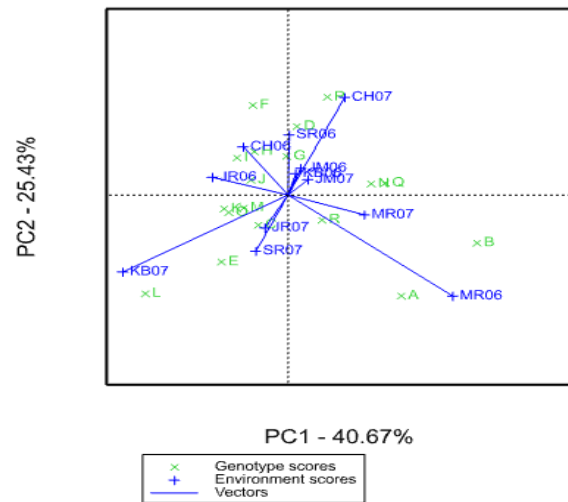


Figure 2. AMMI biplot of tef genotypes and environments plotted against PCA1 and PCA2 using symmetrical scaling. CH06= Chefa 2006, CH07= Chefa 2007, JM06= Jamma 2006, JM07= Jamma 2007, JR06= Jari 2006, JR07= Jari 2007, KB06= Kobo 2006, KB07= Kobo 2007, MR06= Mersa 2006, MR07= Mersa 2007, SR06= Sirinka 2006, SR07= Sirinka 2007.

The GGE biplot is useful for identification of mega-environments, superior (high-yielding and stable) genotype and best test-environments (representative and discriminating), among other things (Yan and Tinker, 2006).

In the which-won-where view of the GGE biplot, a polygon is drawn on genotypes that are furthest from the biplot origin circumscribing all other genotypes. Genotypes located on the vertices of the polygon performed either the best or the poorest in one or more environments. The equality lines, perpendicular lines drawn to each side of the polygon, divide the biplot into sectors (Yan and Tinker, 2006). The pattern in Figure 3

suggests that the target environment could be divided into four different mega-environments.

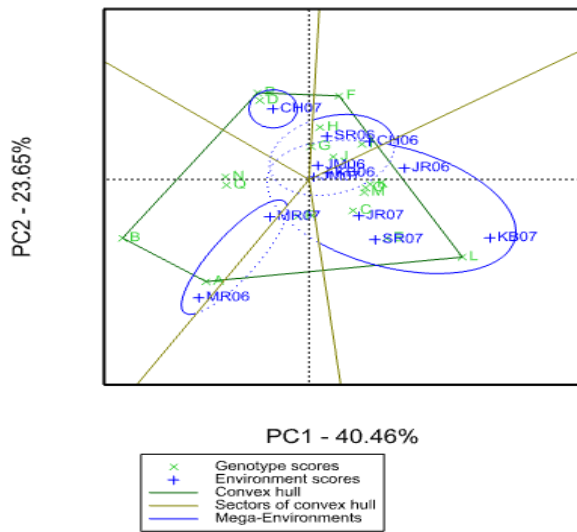


Figure 3. GGE biplot analysis showing the mega-environments and their respective high yielding genotypes. CH06= Chefa 2006, CH07= Chefa 2007, JM06= Jamma 2006, JM07= Jamma 2007, JR06= Jari 2006, JR07= Jari 2007, KB06= Kobo 2006, KB07= Kobo 2007, MR06= Mersa 2006, MR07= Mersa 2007, SR06= Sirinka 2006, SR07= Sirinka 2007.

The first mega-environment is composed of environments SR07, JR06, KB07, KB06 and JR07 with genotype L (*Tseday*) as a winner. Genotype F (*Ziquala*) represented the second mega-environment containing JM06, JM07, CH06 and SR06. The third environment, made up of MR07 and MR06, was represented by genotype A (*Asgori*); whereas genotype P (*Enatit*) represented environment CH07. However, as far as mega-environment CH07 is concerned, on the one hand, it is hardly possible to consider a location to be a mega-environment. On the other hand, in that environment, the highest yielding genotype was Q (*Genete*) not P (*Enatit*). This happened as a result of incomplete fitting of the GGE model to the original data (Voltas *et al.*, 2005) as the which-won-where pattern is largely, not entirely, validated from the original data (Yan, 2002). Similar result was reported by Voltas *et al.* (2005) in barley. Besides, mega-environments are determined by the frequently winning genotypes (Gauch and Zobel, 1997), therefore, only three mega-environments instead of four would be possible in the present study. Similar result was reported by Samonte *et al.* (2005). As a result, the three possible mega-environments would be: mega-environment I composed of environments SR07, Jari (JR06 and JR07) and Kobo (KB07 and KB06) with genotype L (*Tseday*) as a winner; Genotype F (*Ziquala*) representing the second mega-environment containing Jamma (JM06 and JM07), Chefa (CH06 and CH07) and SR06; and the third environment, made up of Mersa (MR06 and MR07), was represented by genotype A

(*Asgori*).

Ideal environments should be more representative of the entire set of environments and should have more genotype discriminating power, such environments should have small PC2 (absolute) and large PC1 scores (Yan *et al.*, 2000; Yan and Rajcan, 2002). Figure 4 shows the average-environment coordination (AEC) view of ranking environments relative to an ideal environment. The center of the concentric circles pinpoints the ideal environment, more representative and highly discriminating. Thus, environments placed closer to the ideal environment are more desirable (Yan and Tinker, 2006). Accordingly, KB07 (Kobo 2007) is the most desirable environment than the others. However, Mersa (MR06 and MR07) and CH07 were the least desirable environments as they are located far away from the ideal environment.

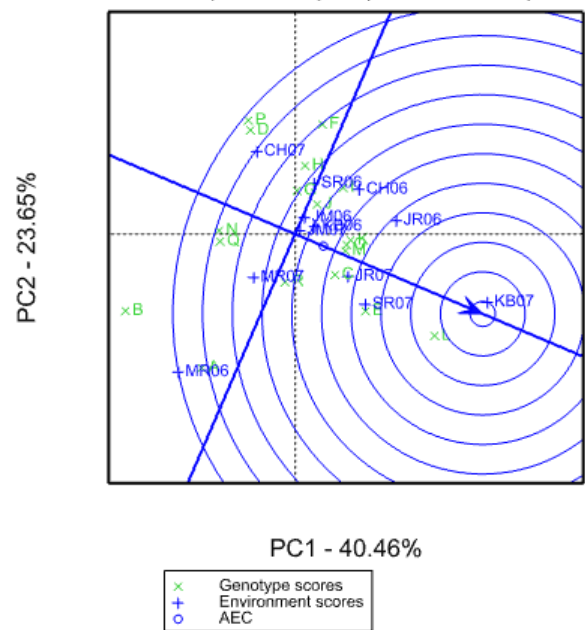


Figure 4. GGE biplot view to rank the 12 tef growing environments using environment-centered scaling. CH06= Chefa 2006, CH07= Chefa 2007, JM06= Jamma 2006, JM07= Jamma 2007, JR06= Jari 2006, JR07= Jari 2007, KB06= Kobo 2006, KB07= Kobo 2007, MR06= Mersa 2006, MR07= Mersa 2007, SR06= Sirinka 2006, SR07= Sirinka 2007.

According to Yan *et al.* (2000) and Yan and Rajcan (2002), ideal genotype is that having large PC1 score (high grain yield) and small absolute PC2 scores (high stability). Figure 5 shows the average-environment coordination (AEC) view of ranking genotypes relative to an ideal genotype.

The center of the concentric circles shows the ideal genotype, a genotype absolutely stable and highest yielder. Thus, genotypes situated closer to the ideal genotype are more desirable (Yan and Tinker, 2006). Accordingly, the genotype L (*Tseday*) is the most desirable variety than the others. Kefyalew (1999) also

reported *Tseday* (DZ-Cr-37) to have had a yield comparable to the highest yielding genotype while having IPCA scores closer to zero. *Tseday* (DZ-Cr-37) has previously been recommended for its high grain yield and consistent performance on all the test locations except Jari and Jamma (Worede et al., 2007).

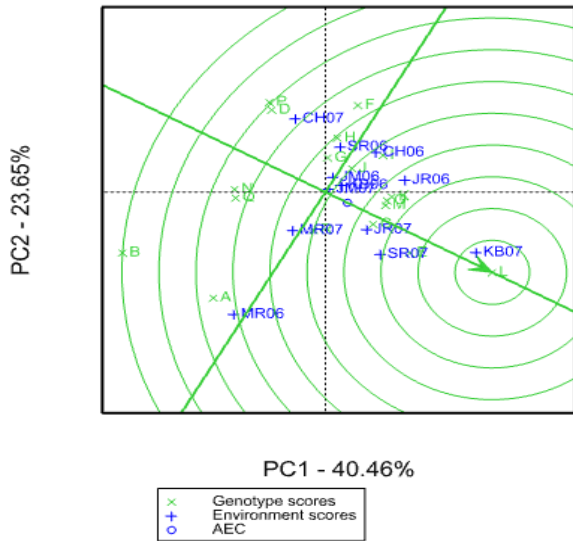


Figure 5. GGE biplot of tef genotypes on 12 environments using genotype-centered scaling. CH06= Chefa 2006, CH07= Chefa 2007, JM06= Jamma 2006, JM07= Jamma 2007, JR06= Jari 2006, JR07= Jari 2007, KB06= Kobo 2006, KB07= Kobo 2007, MR06= Mersa 2006, MR07= Mersa 2007, SR06= Sirinka 2006, SR07= Sirinka 2007.

4. Conclusion

The result demonstrated the importance of AMMI and GGE in identifying suitable environments and stable tef varieties for the Northeastern part of Ethiopia. On top of that, the finding also showed the importance of GGE in detecting mega-environments and the corresponding suitable genotypes. The three genotypes, *Tseday*, *Ziquala* and *Asgori*, could be recommended for large-scale production in the three mega-environments. However, Mersa should not be used as a representative test location for tef research.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

Amhara Regional Agricultural Research Institute (ARARI) financed the research work. The help of Towfik Mehadi, Tsegaye Gebremariam and Solomon Metiku is highly appreciated.

References

Adugna A. 2007. Assessment of yield stability in sorghum. *African Crop Sci J*, 15 (2): 83-92.
 Akter A, Hassen JM, Kulsum UM, Islam MR, Hossain K, Rahman

MM. 2014. AMMI biplot analysis for stability of grain yield in hybrid rice (*Oryza sativa* L.). *J Rice Res*, 2(2): 1-4.
 Almeida FJE, Tardin FD, Daher RF, Barbé TC, Paula CM, Cardoso MJ, Godinho VPC. 2014. Stability and adaptability of grain sorghum hybrids in the off-season. *Genet Molec Res*, 13(3): 7626-7635.
 Annicchiarico P. 2002. Defining Adaptation Strategies and Yield-stability Targets in Breeding Programs. In: MS Kang, (ed.), *Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding* (pp. 365-383), CABI Publishing.
 Ashamo M, Belay G. 2012. Genotype x Environment interaction analysis of tef grown in southern Ethiopia using Additive Main Effects and Multiplicative Interaction model. *J Biol Agri Healthcare*, 2(1): 66-72.
 Bantayehu M. 2013. Study on malting barley genotypes under diverse agro-ecologies of North Western Ethiopia. *Afr J Plant Sci*, 7(11): 548-557.
 Becker HC, Leon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed*, 101: 1-23.
 Debusho LK, Smith MF, Hundera F. 2006. Stability analysis of grain yield of tef *Eragrostis tef* using the mixed model approach. *S. Afr. Tydskr. Plant Grond*, 23(1): 38-42.
 Dessie A, Zewdu Z, Worede F, Bitew M. 2018. Yield stability and agronomic performance of rain fed upland rice genotypes by using GGE bi-plot and AMMI in North West Ethiopia. *Inter J Res Rev*, 5(9): 123-129.
 Farshadfar E, Mahmodi N, Yaghotipoor A. 2011. AMMI stability value and simultaneous estimation of yield and yield stability in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian J Crop Sci*, 5(13):1837-1844.
 Fentie M, Assefa A, Belete K. 2013. AMMI analysis of yield performance and stability of finger millet genotypes across different environments. *World J Agri Sci*, 9 (3): 231-237.
 Ferede M, Worede F. 2016. Grain yield stability and phenotypic correlation analysis of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in north western Ethiopia. *Food Sci Quality Manage*, 48: 51-59.
 Gauch HG, Zobel RW. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Sci*, 37: 311-326.
 Hagos HG, Abay F. 2013. AMMI and GGE biplot analysis of bread wheat genotypes in the northern part of Ethiopia. *J Plant Breed Genet*, 1: 12-18
 Kefyalew T. 1999. Assessment of genotype x environment interaction for yield and yield related traits in tef [*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter] genotypes. Msc thesis. Alemaya University of Agriculture, Ethiopia.
 Ketema S. 1997. Tef, *Eragrostis tef* (Zucc) Trotter. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. 12. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
 Lule D, Fetene M, de Villiers S, Tesfaye K. 2014. Additive Main Effects and Multiplicative Interactions (AMMI) and genotype by environment interaction (GGE) biplot analyses aid selection of high yielding and adapted finger millet varieties. *J Appl Biosci*, 76: 6291- 6303.
 Mamo M, Worede F, Bezie Y, Assefa S, Gebremariam T. 2018. Adaptability and genotype-environment interaction of finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn) varieties in North Eastern Ethiopia. *Afr J Agric Res*, 13(26): 1331-1337.
 Mehari M, Alamerew S, Lakew B. 2014. Genotype x Environment interaction and yield stability of malt barley genotypes evaluated in Tigray, Ethiopia using the AMMI analysis. *Asian J Plant Sci*, 13: 73-79.
 Mengesha MH, Pickett RC, Davis RL. 1965. Genetic variability

- and interrelationship of characters in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Crop Sci*, 5: 155-157.
- MoANR. 2016. Crop variety register. Issue No. 19. Plant variety release, protection and seed quality control directorate. Addis Ababa, Ethiopia.
- Ouk M, Basnayake J, Tsubo M, Fukai S, Fischer KS, Kang S, Men S, Thun V, Cooper M. 2007. Genotype-by-environment interactions for grain yield associated with water availability at flowering in rainfed lowland rice. *Field Crops Res*, 101: 145-154.
- Samonte SOPB, Wilson LT, McClung AM, Medley JC. 2005. Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analyses. *Crop Sci*, 45: 2414-2424.
- Spaenij-Dekking L, Kooy-Winkelaar Y, Koning F. 2005. The Ethiopian cereal tef in celiac disease. *N Engl J Med*, 353: 1748-1749.
- Vavilov NI. 1951. *The Origin, Variation Immunity and Breeding of Cultivated Plants*. Translated from the Russian by K. Srrarchester, Roland Press, New York.
- Voltas J, Van EF, Igartua E, García del Moral LF, Molina-Cano JL, Romagosa I. 2002. Genotype by environment interaction and adaptation in barley breeding: Basic concepts and methods of analysis. In: GA Slafer, J L Molina-Cano, R Savin, J L Araus, I Romagosa (eds). *Barley Science: Recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality* (pp. 205-241). The Harworth Press Inc., New York.
- Voltas J, López-Córcoles H, Borrás G. 2005. Use of biplot analysis and factorial regression for the investigation of superior genotypes in multi-environment trials. *Europ J Agron*, 22: 309-324.
- Worede F, Wondimu S, Shewayirga H. 2007. Performance of tef varieties in moisture stress areas of Welo, Northeast Ethiopia. In: E Abate, A Teshome, A Assefa, M Wale, T Dessalegn and T Tadesse (eds). *Proceedings of the 1st Annual Regional Conference on Completed Crop Research Activities*. Amhara Regional Agricultural Research Institute (pp. 178-182). Bahir Dar, Ethiopia.
- Yan W. 2002. Singular value partitioning for biplot analysis of multi-environment trial data. *Agron J*, 94: 990-996.
- Yan W, Rajcan I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci*, 42:11-20.
- Yan W, Tinker NA. 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Can J Plant Sci*, 86: 623-645.
- Yan W, Hunt LA, Sheng Q, Szlavnic Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci*, 40: 597-605.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 3 - Sayı 4: 246-252 / Ekim 2020
(Volume 3 - Issue 4: 246-252 / October 2020)

EKMEKLİK BUĞDAYDA (*Triticum Aestivum* L.) TANE İRİLİĞİNİN UNDA BAZI KALİTE ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Burhan KARA^{1*}, Sultan ACUN², Hülya GÜL³

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

²Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Amasya, Türkiye

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Gönderi: 06 Haziran 2020; **Kabul:** 10 Temmuz 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020

(Received: June 06, 2020; **Accepted:** July 10, 2020; **Published:** October 01, 2020)

Özet

Bu çalışma, ekmeklik buğdayda farklı tane iriliklerinin unda bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, Bayraktar 2000, Tosunbey, Lütfübey ve Şanlı ekmeklik buğday çeşitlerinin elek analizi sonrasında >2,8 mm, 2,8 - 2,5 mm ve 2,5 - 2,2 mm partikül boyutuna sahip farklı irilikteki buğday taneleri kullanılmıştır. Farklı tane iriliğine sahip ekmeklik buğday çeşitlerinin tavlanaarak öğütülmesi ile elde edilen unlarda; yaş gluten, kuru gluten, gluten indeks, düşme sayısı, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon analizleri yapılmıştır. Ayrıca hamurların reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla; tekstür analiz cihazının Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik ve Chen-Hoseney hamur yapışkanlık donanımları kullanılarak hamurların uzamaya karşı direnç (Rmax), uzayabilirlik (Ext), yapışkanlık, yapışma kuvveti ve hamur kuvveti gibi kalite parametreleri incelenmiştir. Bu özelliklerin değerleri bakımından tane irilikleri arasında istatistiksel olarak fark olmazken, çeşitler arasında %0,01 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Çeşit x tane iriliği kombinasyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaş gluten %27,8 - 54,55, kuru gluten %9,50 - 20,1, gluten indeks değeri %43,55 - 94,29, düşme sayısı 262,50-882,00 sn, sedimantasyon 32,00 - 65,50 ml ve gecikmeli sedimantasyon 31,50 - 63,0 ml arasında bulunmuştur. Kieffer test sonuçlarından Rmax 12,50 - 25,77 g, Ext 14,12 - 60,25 mm arasında, Chen-Hoseney test değerlerinden yapışkanlık 9,41 - 40,06 g, yapışma kuvveti (adezyon) 0,55 - 7,29 g.sn ve hamur kuvveti 0,73 - 4,55 mm değerleri arasında değişim göstermiştir. Gluten indeks, uzayabilirlik ve hamur kuvveti dışında incelenen parametrelerin en yüksek değerleri Şanlı çeşidinin 2,8 mm tane iriliğinde belirlenmiştir. En düşük değerler ise, tane iriliği ve çeşide bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Sonuç olarak, daha yüksek un kalite özelliklerinden dolayı Şanlı buğday çeşidi ve tercihen daha iri tane yapısı önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Buğday çeşitleri, Gluten, Tane iriliği, Hamur reolojisi, Yapışkanlık, Uzamaya karşı direnç

Effect of Grain Size on some Flour Quality Characteristics of Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Cultivars


Abstract: The study was conducted to investigate the effect of different grain sizes in bread wheat on some quality characteristics of flour. In the research, after sieve analysis of Bayraktar 2000, Tosunbey, Lütfübey and Şanlı cultivars, grains with have a particle size of >2.8 mm, between 2.8- 2.5 mm and 2.5- 2.2 mm were used. The wet gluten, dry gluten,


gluten index, falling number, sedimentation and delayed sedimentation analyzes were done in bread wheat flours obtained by tempering and grinding of the bread wheat varieties with different grain size. In addition, rheological properties of dough's such as resistance to extension (Rmax), extensibility (Ext), stickiness, work of adhesion and dough strength were detected by using Kieffer dough and gluten extensibility and Chen - Hosoney dough stickness rigs of texture analyzer. While there weren't statistical difference between the grain sizes in terms of the values of these characteristics, there were significant differences at the level of 0.01% between cultivars. Cultivar x grain size combination was found statistically significant. The wet gluten, dried gluten, gluten index, falling number, sedimentation and delayed sedimentation values were found between 27.8-54.55%, 9.50-20.1%, 43.55-94.29%, 262.50-882.00 s, 32.00-65.50 ml and 31.50-63.0 ml respectively. Rmax and Ext, results of Kieffer test, were found between 2.50-25.77 g and 14.12-60.25 mm respectively while stickiness, adhesion force and dough strength values obtained from the Chen-Hosoney test were determined as 9.41-40.06 g, 0.55-7.29 g.sn and 0.73-4.55 mm respectively. Apart from gluten index, Ext and dough force, the highest values of all other examined characteristics were determined as 2.8 mm seed size of Şanlı cultivar. The lowest values varied depending on the seed size and cultivar. As a result, due to their higher flour quality characteristics, Şanlı wheat variety and preferably larger grain size (2.8 ≥ mm) can be recommended.


Keywords: Wheat varieties, Gluten, Grain size, Dough rheology, Stickiness, Resistance to extension

***Corresponding author:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

E mail: burhankara@isparta.edu.tr (B. KARA)

Burhan KARA  <https://orcid.org/0000-0002-4207-0539>

Sultan ACUN  <https://orcid.org/0000-0003-1954-6102>

Hülya GÜL  <https://orcid.org/0000-0002-6791-817X>

Cite as: Kara B, Acun S, Gül H. 2020. Effect of grain size on some flour quality characteristics of bread wheat (*Triticum Aestivum* L.) cultivars. BSJ Agri, 3(4): 246-252.

1. Giriş

Buğday standartları kullanım amacına bağlı olarak değişmekle birlikte, iri tanelerin daha kaliteli olduğuna dair büyük bir görüş birliği vardır. İri taneler, toprağa ekildiklerinde çimlenme için gerekli olan rezerv maddelerinin daha fazla olması nedeniyle çıkışın büyük oranda garantisidir. Bitki çıkışına bağlı olarak birim alanda bitki sayısının optimum olması, hızlı büyüme ve gelişme, su ve besin maddelerini daha iyi kullanması gibi nedenlerden dolayı tane verimleri daha yüksek olabilmektedir (Kara ve Akman, 2007).

Çok sayıda araştırmacı tane iriliği ile tane verimi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Zareian ve ark. (2013) fide gelişimi ve tane verimi açısından >2,2 - 2,5 tane iriliğine sahip olan çeşitlerin en iyi kategoride yer aldığını bildirmişlerdir. Protic ve ark. (2019) aynı ekim normunda, büyük taneli buğday tohumlarının küçük taneli tohumlara göre birim alanda daha fazla sayıda başak sayısı verdiğini, bu durumun buğday verimi açısından önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer taraftan çok iri tanelerin verimlerinin düşük olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur. Goran ve ark. (2011) en yüksek tane verimini (6,88 ton/hektar ve 6,54 ton/hektar) sırasıyla 2,5 ve 2,2 mm tane iriliğine sahip buğday tanelerinden elde ettiklerini, küçük (1,8 ve 2,0 mm) ve çok iri taneli (2,8 mm) tohumların tane verimlerinin önemli düzeyde düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Bitkilerde kalite daha çok kalıtsal bir özellik olsa da, çevresel faktörlerden de etkilenir. Çevresel faktörler iklim, toprak özellikleri, yetiştirme hasat ve depolama koşulları ile belirlenirken, çeşitteki kalıtsal faktörler ise ıslah çalışmaları sonucu meydana gelen değişmelerden

kaynaklanmaktadır (Bushuk, 1982). Tahıllarda daha yüksek hektolitreye ve bin tane ağırlığına sahip tanelerin un randımanının daha yüksek olduğu, un verimi ve protein içeriği kalıtsal faktörlerden, buna karşın öğütme ve ekmeklik kalitesinin çevre faktörlerinden etkilendiği bildirilmiştir (Finney ve ark., 1987). Ülkelerin ekonomik düzeyleri yükseldikçe, tüketiciler bilinçlenmekte ve belirli kalite ve nitelikte olan buğdaylara gereksinimi artırmaya başlamıştır. Bu nedenle, buğdayların çeşitli amaçlarla kullanılmaları sırasında standardizasyon ve kalitelerinin tanımlanabilmeleri için fiziksel ve kimyasal özellikleri önem taşımaktadır. Değirmencilik açısından genellikle buğdayın fiziksel özellikleri daha önemlidir. Öğütme kalitesini belirleyen faktörler esas olarak fiziksel kriterler olup, bunların başında hektolitreye ağırlığı, bin tane ağırlığı, sertlik, yumuşaklık, tane iriliği ve şekli gelmektedir (Karababa ve Ercan, 1995). Genellikle sert taneli buğdayların gluten miktarı fazla ve kalitesi yüksek (Uluöz, 1965) olup, protein, sedimantasyon değeri (Zanetti ve ark., 2001), düşme sayısı değerleri, diğer bir ifade ile amilaz aktiviteleri, hamurun reolojik nitelikleri, uzayabilirlik, hamur kuvveti (direnc) ve alveogram değerleri buğdayların farklı ürünlere işlenebilirliğini belirlemede kullanılan kalite özellikleridir. Ercan ve Seçkin (1989) buğdayda tane iriliği ve buna bağlı olarak gluten miktarı fazla ve kalitesi iyi olan unların sedimantasyon değeri de daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Hoshino ve ark. (1994), tane iriliği ile buğday kalitesi arasındaki ilişkiyi Koyukikomugi çeşidini kullanarak yaptıkları denemeler ile araştırmışlar, tanelerin bin tane ağırlıklarının, un verimlerinin, beyazlık ve parlaklıklarının tane iriliği ile birlikte arttığını, ancak sarılık değerlerinin azaldığını, farinogram ve amirogram

değerleri ile uzayabilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını saptamışlardır. Günümüzde hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak, ülkemizin buğday üretimi kendisine yetecek miktardadır. Bu durumu sürdürmek için, yüksek kaliteli buğday çeşitlerinin uygun koşullarda üretilmesi zorunludur. Tahıla dayalı beslenme alışkanlığı olan toplumlarda olduğu gibi Türkiye’de buğday ucuz ve doyurucu olmasından dolayı günlük diyetin temel besin kaynağıdır. Kalitesiz buğdaydan elde edilen unlardan yapılan ekmek daha çabuk bayatlamakta ve dolayısıyla ortaya çıkan ekmek kaybı da yüksek olmaktadır. Bu kaybı önlemek için ekmeklerin kalitesinin artırılması gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek içinde en başta un ve unun elde edildiği buğdayın kalitesi yükseltilmelidir (Göçmen, 1993). Ülkemizde yetiştirilen buğday çeşitlerinin un ve ekmeklik kaliteleri üzerine oldukça fazla çalışma olmasına rağmen tane iriliğinin un kalitesine üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma sınırlı sayıdadır. Farklı irilikteki ekmeklik buğday çeşitlerinin hamur reolojisi üzerine etkisinin tekstür analiz cihazında Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik ve Chen- Hoseney hamur yapışkanlık testleri ile analiz edildiği çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmada, ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı tane iriliklerinin un kalitesi ve bu unlardan elde edilen hamurların reolojik özellikleri üzerine olan etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Araştırma, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü’nden temin edilen ve materyal olarak kullanılan Bayraktar 2000, Tosunbey, Lütfübey ve Şanlı ekmeklik buğday çeşitleri 2017 yılında Isparta ekolojik koşullarında tüm tarımsal işlemler (ekim, gübreleme, ilaçlama vb.) eşit olarak uygulanarak yetiştirilmiştir. Hasat edilen tüm çeşitler 2,2 mm, 2,5 mm ve 2,8 mm’lik eleklerden geçirilerek tane iriliklerine göre sınıflandırılmıştır.

2.1. Buğday Örneklerinin Tavlanması ve Öğütülmesi

AACC Metot No. 44-01’e göre nem içeriği belirlenen buğday örneklerine AACC Metot No. 26 - 95,01’de belirtilen miktarlara göre su ilavesi yapılarak soğuk tavlama işlemi (püskürtme ve karıştırma yöntemi ile) uygulanmıştır (AACC 2000). Örnekler su ilavesi yapıldıktan sonra 2 saat aralıklar ile karıştırılmış ve 24 saat sonra laboratuvar tipi dört valsli tavlı buğday öğütme değirmeninde (Ekin Gıda, Ankara) ortalama %60-65 randımanında öğütülmüştür. Öğütme sonrası unlar 3 hafta süreyle oda koşullarında olgunlaştırma amacıyla bekletilmiş ve daha sonra aşağıda belirtilen un analizleri yapılmıştır.

2.2. Buğday Unu Örneklerinde Yapılan Analizler

Buğday örneklerinden elde edilen unlarda, yaş ve kuru gluten, gluten indeks (metot 38 - 12,02), sedimentasyon (metot 56-60.01), düşme sayısı (metot 56-81B) analizleri için AACC metotları kullanılırken (AACC, 2000), gecikmeli sedimentasyon analizi için Greenaway ve ark. (1965) tarafından bildirilen metot kullanılmıştır. Hamurların

Tekstür Analiz cihazında (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, İngiltere) SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik probu (SMS/Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig) kullanılarak hamurun uzamaya karşı direnç (Rmax), uzayabilirlik (Ext) ve kurve altındaki alan (ARmax/Ext) değerleri ölçülmüştür (Kieffer ve ark., 1998). Testin yapıldığı mekaniksel şartlar cihazda; ön test hızı 1,0 mm/s, test hızı 3,3 mm/s, son test hızı 10,0 mm/s, mesafe 75 mm, trigger kuvvet tipi 5 g ve veri elde etme oranı ise 200 pps şeklinde ayarlanmıştır.

Farklı buğday unu örnekleri ile hazırlanan hamurların yapışkanlık (g), adezyon (g.sn) ve hamur gücü (mm) değerleri tekstür analiz cihazında (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, İngiltere) Chen-Hoseney hamur yapışkanlık probu (Chen-Hoseney Dough Stickiness Rig (A/DSC) kullanılarak belirlenmiştir (Chen ve Hoseney, 1995).

2.3. İstatistiksel analizler

Elde edilen sonuçlar, SPSS (V.16.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL) paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Grup ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Buğdayda Tane İriliğinin Unda Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Tane iriliğinin buğday ununda yaş gluten, kuru gluten, gluten indeks, düşme sayısı, sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerleri üzerine etkisi Tablo 1’de verilmiştir. Unda incelenen kalite özellikleri bakımından çeşitler arasındaki farklar istatistiksel olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Tablo 1). Farklı tane iriliğine sahip buğday çeşitlerinin yaş gluten oranı %27,8-54,55, kuru gluten oranı %9,50-20,1, gluten indeks değeri %43,55-94,29, düşme sayısı 262,50-882,00 sn, sedimentasyon 32,00-65,50 ml ve gecikmeli sedimentasyon 31,50-63,0 ml arasında değişmiştir.

Tosunbey ve Lütfübey çeşitlerinde tane iriliği 2,2’nin üzerine çıkınca yani 2,5 ve 2,8 mm’lerde yaş gluten değeri önemli düzeyde artarken, tüm çeşitler içerisinde en yüksek yaş gluten değerine sahip olan Şanlı çeşidinde tane iriliğinin artmasına paralel olarak yaş gluten değeri de artış göstermiş, bu çeşidin 2,8 mm tane iriliğine sahip örneğinde %54,55 ile en yüksek değere ulaşmıştır. Yaş gluten değerlerinde elde edilen sonuçlar kuru gluten değeri bakımından da benzerlik göstermiştir. En yüksek kuru gluten değeri %20,15 ile Şanlı çeşidinin 2,8 mm iriliğindeki tanelerinde görülmüştür. Ancak gluten indeks değeri için tam tersi bir durum belirlenmiş, tüm çeşitler içerisinde Şanlı çeşidinin tüm tane iriliklerinde en düşük gluten indeks değerine sahip olduğu, artan tane iriliğine karşın gluten indeks değerinin azalma gösterdiği saptanmıştır. Benzer şekilde Bayraktar 2000 çeşidinde de artan tane iriliğine karşın gluten indeks değeri azalma göstermiştir. Burada şunu belirtmek gerekir ki, Şanlı çeşidinde olduğu gibi yaş gluten miktarı gluten kalitesini ölçmek için bir gösterge değildir. Gluten kalitesi

uzayabilirlik ve elastikiyet ile karakterize edilir. Gluten indeks değeri ile protein miktarı ve son ürün hacmi arasında önemli bir korelasyon olmadığı Curic ve ark. (2001) tarafından yapılan bir çalışma ile de ortaya konulmuştur. Araştırmacılar test ettikleri buğday çeşitleri arasında en düşük yaş gluten miktarına (%19,73) sahip olan çeşidin en yüksek gluten indeks değeri (%99,60) gösterdiğini ve bizim çalışmamızda olduğu gibi gluten indeks değeri ile yaş gluten miktarı arasında önemli

düzeyde negatif bir korelasyon bulunduğunu bildirmişlerdir. Gluten indeks değeri ile yaş gluten/protein oranı arasında önemli düzeyde negatif bir korelasyonun bulunduğu, bununla birlikte gluten indeks ve yaş gluten/protein oranı gibi glutenin kalitatif özellikleri üzerinde genotipin baskın bir etkisinin olduğu Simic ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada da rapor edilmiştir.

Tablo 1. Buğdayda tane iriliğinin unda bazı kalite özelliklere etkisi

Tane iriliği (mm)	Çeşitler	Yaş gluten (%)	Kuru gluten (%)	Gluten indeks (%)	Düşme sayısı (sn)	Sedimentasyon (ml)	Gecikmeli sedimentasyon (ml)
2,2	Bayraktar 2000	31,40 ^{aC}	11,10 ^{aC}	94,29 ^{aA}	279,50 ^{aC}	32,00 ^{aC}	35,00 ^{aB}
	Tosunbey	35,25 ^{bB}	13,35 ^{bB}	90,01 ^{aAB}	719,50 ^{aA}	40,00 ^{bB}	52,00 ^{bA}
	Lütfübey	28,50 ^{bD}	9,50 ^{bD}	83,17 ^{aB}	556,50 ^{bB}	33,50 ^{aC}	31,50 ^{bB}
	Şanlı	42,15 ^{cA}	16,10 ^{bA}	61,54 ^{aC}	765,50 ^{bA}	47,00 ^{bA}	46,00 ^{bA}
2,5	Bayraktar 2000	27,80 ^{bC}	9,95 ^{bC}	75,65 ^{bB}	262,50 ^{aC}	32,00 ^{aC}	35,00 ^{aC}
	Tosunbey	39,25 ^{aA}	14,55 ^{abB}	84,53 ^{aA}	637,00 ^{bB}	45,00 ^{aB}	59,00 ^{aA}
	Lütfübey	30,75 ^{aC}	10,55 ^{aC}	75,41 ^{abB}	624,00 ^{bB}	34,00 ^{aC}	36,50 ^{aC}
	Şanlı	44,45 ^{bA}	17,15 ^{bA}	59,69 ^{aC}	769,50 ^{bA}	49,50 ^{bA}	47,50 ^{bB}
2,8	Bayraktar 2000	33,55 ^{aC}	11,85 ^{aC}	57,45 ^{cB}	274,50 ^{aC}	32,00 ^{aA}	35,00 ^{aC}
	Tosunbey	40,60 ^{aB}	16,30 ^{aB}	84,48 ^{aA}	698,50 ^{bB}	43,50 ^{abB}	55,50 ^{abB}
	Lütfübey	30,55 ^{aC}	10,35 ^{aC}	74,04 ^{bA}	674,50 ^{aB}	34,00 ^{aA}	37,50 ^{aC}
	Şanlı	54,55 ^{aA}	20,15 ^{aA}	43,65 ^{bC}	882,00 ^{aA}	65,50 ^{aA}	63,00 ^{aA}
F Tane iriliği x Çeşit		16,10*	20,35*	95,55**	305,33**	25,10**	77,00**
Tane iriliği	2,2	34,33	12,51	82,25	580,25	38,13	41,13
	2,5	35,56	13,05	82,82	573,25	40,13	44,50
	2,8	39,81	14,66	84,91	582,38	43,75	47,75
F Tane iriliği		1,44 ^{öd}	1,88 ^{öd}	1,06 ^{öd}	2,82 ^{öd}	1,20 ^{öd}	4,27 ^{öd}
Çeşitler	Bayraktar2000	30,92 C	10,97 C	75,80 B	272,17C	32,00 C	35,00 C
	Tosunbey	38,37 B	14,73 B	86,34 A	685,00B	42,83 B	55,50 B
	Lütfübey	29,93 D	10,13 C	77,54 B	618,33B	33,83 C	35,17 C
	Şanlı	47,05 A	17,80 A	54,96 C	805,67A	54,00 A	52,17 A
F Çeşit		74,79**	150,19**	44,31**	134,34**	229,53**	199,20**
VK (%)		3,16	5,21	2,74	2,87	4,14	6,61

^{a,b,c} Küçük harfle yapılan kodlamalar aynı çeşitlerin boyutları arasındaki farklılıkları gösterirken, ^{A,B,C}büyük harfle yapılan kodlamalar farklı çeşitlerin aynı boyuttaki farklılıklarını göstermektedir

*P≤0.05, ** P≤0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Araştırmada elde edilen veriler doğrultusunda yaş gluten ve kuru gluten değerleri ile gluten indeks değeri arasında önemli düzeyde bir doğru orantı olmadığını, gluten indeks değerinin çeşide bağlı bir özellik olduğunu söyleyebiliriz. Düşme sayısı değerleri bakımından Bayraktar 2000 çeşidi haricinde diğer çeşitlerin tüm tane iriliklerinde unlarda olması istenen 250 ± 25 sn değerinin üzerinde düşme sayısı gösterdikleri dolayısıyla düşük amilaz aktivitesine sahip oldukları belirlenmiştir. Düşme sayısı ile α- ve β-amilaz aktivitesi arasında negatif bir ilişki vardır bununla birlikte bu değer buğday çeşidine bağlı olarak değişebilmektedir (Kindred ve ark., 2005).

Lütfübey ve Şanlı çeşitlerinde 2,8 mm üzeri tane iriliğinde düşme sayısının arttığı diğer bir ifadeyle amilaz enzim aktivitesinin daha az olduğu saptanmıştır. Tane iriliğinin sedimentasyon değeri üzerine en belirgin etkisi diğer ölçülen özelliklerde olduğu gibi Şanlı çeşidinde olmuştur. Artan tane iriliği ile birlikte sedimentasyon değeri 47 ml den (2,2 mm) 65,5 ml'ye (2,8 mm'de) yükselmiştir. Sedimentasyon değeri ile gluten miktarı arasında pozitif bir ilişki olduğu için (Keçeli ve ark., 2017) yaş gluten değeri de yüksek olan söz konusu örneğin sedimentasyon değerinin de yüksek ölçülmesi beklenen bir sonuçtur. Gecikmeli sedimentasyon değerleri incelendiğinde tüm

örneklerin süne zararına uğramadığı saptanmıştır.

Ekmeklik buğday kalitesini belirlemede genellikle protein miktarı, zeleny sedimentasyon değeri, yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeks değerleri kullanılmaktadır (Menderis ve ark., 2008). Ekmeklik buğdaylarda kaliteli bir un için yaş gluten değerinin %20-35, sedimentasyon değerinin 20-30 ml, zeleny sedimentasyon değerinin en düşük 37 ml, gluten indeks değerinin % 60-90, düşme sayısı değerinin 250 ± 25 s arasında olması istenir (Ünal, 2002). Çalışmada kullanılan çeşitlerin tüm tane iriliklerinde elde edilen bu parametrelerin değerleri düşme sayısı haricinde-ortalama sınırlar içerisinde yer almıştır. Buğday ununda gluten miktarının yüksek olması sedimentasyon değerlerinin yüksekliğini ifade ederken (Hruskova ve Famera, 2003), yüksek sedimentasyon değeri ise un kalitesinin yüksek olduğunu ifade eder (Elgün ve ark., 2005). Bonfil ve Posner (2012) yaş gluten miktarı ile sedimentasyon miktarının doğru orantılı olduğunu; ancak gluten indeks değerinin, çalışmamızda olduğu gibi, sedimentasyon değeri ile ilişki göstermediğini bildirmiştir.

Buğday çeşitlerinin un kalite değerleri arasındaki farklar, çevre faktörlerinin yanı sıra daha çok genetik yapının etkisi altında olan protein kalitelerinin farklı olmasından

kaynaklanmaktadır (Bushuk, 1982; Şahin ve ark. 2006; Menderis ve ark., 2008; Keçeli ve İkincikarakaya, 2013). Bunun yanında aynı protein veya gluten miktarına sahip unların ekmeçlik özelliklerinin de farklı olabileceği araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Okur, 2017).

3.2. Buğdayda Tane İrililiğinin Unların Bazı Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Araştırmada materyal olarak kullanılan farklı tane iriliklerine sahip buğday çeşitlerinden hazırlanan hamurların uzamaya karşı direnç (Rmax), uzayabilirlik (Ext) ve alan (A, g.s) gibi reolojik özellikleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Buğdayda tane iriliğinin Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik özellikleri üzerine etkisi

Tane iriliği (mm)	Çeşitler	Rmax (g)	Ext (mm)	Alan (g,s)
2,2	Bayraktar 2000	22,87 ^{aA}	14,12 ^{cB}	188,85 ^{bB}
	Tosunbey	20,35 ^{bA}	60,25 ^{bA}	390,59 ^{cA}
	Lütfübey	22,78 ^{aA}	19,69 ^{abB}	105,36 ^{bC}
	Şanlı	23,97 ^{cA}	57,38 ^{aA}	374,91 ^{cA}
2,5	Bayraktar 2000	12,50 ^{bC}	18,18 ^{bD}	200,20 ^{bB}
	Tosunbey	21,89 ^{abB}	74,55 ^{aA}	400,64 ^{bA}
	Lütfübey	23,39 ^{aAB}	24,03 ^{aC}	138,55 ^{bB}
	Şanlı	26,43 ^{bA}	58,16 ^{AB}	409,04 ^{bA}
2,8	Bayraktar 2000	14,82 ^{bB}	23,21 ^{aC}	384,82 ^{aA}
	Tosunbey	25,77 ^{aA}	73,00 ^{aA}	440,63 ^{aA}
	Lütfübey	23,37 ^{aA}	19,19 ^{bC}	211,93 ^{aB}
	Şanlı	27,66 ^{aA}	55,40 ^{aB}	427,77 ^{aA}
F Tane iriliği x Çeşit	30,55 ^{**}	29,31 ^{**}	13,26 ^{**}	
Tane iriliği	2,2	22,49	37,86	264,72 C
	2,5	21,05	43,73	286,80 B
	2,8	22,91	42,70	366,31 A
F Tane iriliği	0,60 ^{öd}	4,20 ^{öd}	17,78 ^{**}	
Çeşitler	Bayraktar 2000	16,73 B	18,50 C	257,20 C
	Tosunbey	22,67 A	69,27 A	410,22 A
	Lütfübey	23,18 A	20,97 C	151,65 D
	Şanlı	26,02 A	56,98 B	353,65 B
F Çeşit	31,65 ^{**}	243,9 ^{**}	128,74 ^{**}	
VK (%)		6,24	3,87	5,14

^{a,b,c} Küçük harfle yapılan kodlamalar aynı çeşitlerin boyutları arasındaki farklılıkları gösterirken, ^{A,B,C} büyük harfle yapılan kodlamalar farklı çeşitlerin aynı boyuttaki farklılıklarını göstermektedir

** P≤0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Rmax= uzamaya karşı maksimum direnç, Ext= uzayabilirlik, A= kurve alan

Farklı irilikteki buğday unlarının reolojik özellikleri arasında istatistiksel olarak (p<0,01) önemli farklar bulunmuştur. En yüksek Rmax değeri 2,2 mm tane iriliğindeki Bayraktar 2000 çeşidi buğday ununda bulunurken, tane iriliği 2,5 ve üzerine çıkınca, bu değer azalmış, fakat ekmeçlik kalitesi bakımından önemli olan Ext ve A değerleri özellikle 2,8 mm tane iriliğinde artış göstermiştir. Bayraktar 2000 çeşidi için 2,8 mm ve üzeri tane iriliğine sahip olan tanelerin daha iyi reolojik özellikler gösterdiği, dolayısıyla ekmeç yapım kalitelerinin de daha yüksek olacağı yargısına ulaşılmıştır. Tosunbey çeşidinde; Rmax 2,8 mm de artarken, Ext ve A değerlerinin de tane iriliği ile birlikte arttığı saptanmıştır. Tüm buğday çeşitleri arasında ve her üç tane iriliğinde de hem uzayabilirlik hem de alan değeri bakımından Tosunbey çeşidi ilk sırada yer almıştır.

Lütfübey çeşidi için tane iriliğinin Rmax değeri üzerinde önemli bir etkide bulunmadığı, uzayabilirliğinin 2,8 mm tane iriliğinde sınırlı düzeyde bir artış gösterdiği bu artıştan kaynaklı olarak da bu tohum iriliğindeki tanelerin unlarından hazırlanan hamurların alan değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Şanlı çeşidinde Rmax, ve alan değerleri tane iriliği artışı ile birlikte artış göstermiş ancak uzayabilirlikleri hemen hemen aynı düzeyde kalmıştır. Bu özellikler Şanlı çeşidinin 2,8 mm tane iriliğinde Tosunbey çeşidi ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Kieffer/SMS hamur ve gluten uzayabilirlik sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; hem Tosunbey hem de Şanlı buğday çeşitlerinin 2,8 mm tane iriliklerinin iyi derecede reolojik özellikler gösterdikleri ve bu unlardan ekmeç yapılması durumunda iyi kalitede ekmeç üretilebileceği kanaatine ulaşılmıştır.

Hamurun uzamaya karşı gösterdiği kuvvet ve hamur uzayabilirlik değeri, ekmeçlik kalitesini belirlemede önemli ölçütler olup, uzayabilirlik değeri hamurun işlenebilirliği hakkında bilgi verir (Karaoğlu, 2006). Çalışmamızda genellikle hamur uzayabilirlik değeri yüksek olan örneklerin gluten, sedimentasyon ve gluten indeks değerleri de yüksek olduğu söylenebilir.

Farklı tane iriliğine sahip 4 farklı buğday çeşidinin unları ile hazırlanan hamurların; hamur yapışkanlık, yapışma kuvveti ve hamur gücü değerleri sırasıyla 9,41-40,06 g, 0,41-7,29 g/sn, 0,73-4,55 mm arasında ölçülmüştür

(Tablo 3). Tane iriliği ve çeşidin Chen-Hoseney hamur yapışkanlık değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Yapışkanlık ve yapışma kuvveti değerleri bakımından buğday çeşitleri farklı tane iriliklerinde düzenli bir artış ya da azalış göstermezken Şanlı çeşidinde artan tane iriliği ile birlikte her iki değer de artış göstermiştir. Her un için su absorpsiyonunun farklı olması nedeniyle hamurların farklı yapışkanlık ve yapışma kuvveti göstermeleri

beklenen bir sonuçtur. Ekmeklik kalitesinin iyi olacağına göstergesi olarak nitelendirilebilecek olan hamur gücü değeri, Bayraktar 2000, Tosunbey ve Şanlı çeşitlerinde 2,5 ve 2,8 mm'lik tane iriliğinde yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu sonuç doğrultusunda her üç çeşit için tane iriliği 2,5 mm ve üzeri olduğu zaman hamurun reolojik kalitesinin daha iyi olduğu ve daha kaliteli ekmekler elde edilebileceği söylenebilir.

Tablo 3. Buğdayda tane iriliğinin Chen-Hoseney hamur yapışkanlık değerleri üzerine etkisi

Tane iriliği (mm)	Çeşitler	Yapışkanlık (g)	Yapışma kuvveti (g,sn)	Hamur gücü (mm)
2,2	Bayraktar2000	35,36 ^{aA}	4,57 ^{abA}	3,43 ^{bA}
	Tosunbey	31,32 ^{bA}	3,80 ^{aA}	2,76 ^{aAB}
	Lütfübey	9,41 ^{cC}	0,41 ^{bB}	0,73 ^{bB}
	Şanlı	20,15 ^{cB}	2,00 ^{cAB}	2,62 ^{cAB}
2,5	Bayraktar2000	36,32 ^{aA}	5,60 ^{aAB}	4,49 ^{aA}
	Tosunbey	40,06 ^{aA}	6,50 ^{bA}	4,28 ^{aAB}
	Lütfübey	19,40 ^{aB}	1,21 ^{aC}	1,79 ^{aC}
	Şanlı	23,39 ^{bB}	4,11 ^{aB}	4,06 ^{aA}
2,8	Bayraktar2000	28,65 ^{bB}	3,81 ^{bAB}	3,01 ^{cA}
	Tosunbey	35,85 ^{abA}	6,72 ^{aA}	4,55 ^{aA}
	Lütfübey	12,48 ^{bC}	0,55 ^{bB}	0,77 ^{bB}
F Tane iriliği x Çeşit	Şanlı	38,43 ^{aA}	7,29 ^{aA}	3,21 ^{aA}
		9,68*	11,28**	41,32**
Tane iriliği	2,2	24,06	3,70	2,39
	2,5	29,79	4,36	3,66
	2,8	28,85	4,59	2,89
F Tane iriliği		3,72 ^{öd}	2,25 ^{öd}	1,6 ^{öd}
Çeşitler	Bayraktar2000	33,44 A	4,66 A	3,64 A
	Tosunbey	35,74 A	5,67 A	3,86 A
	Lütfübey	13,76 C	0,72 B	1,10 B
	Şanlı	27,32 B	4,47 A	3,30 A
F Çeşit		43,41**	17,87**	118,31**
VK (%)		2,17	3,40	7,12

^{a,b,c} Küçük harfle yapılan kodlamalar aynı çeşitlerin boyutları arasındaki farklılıkları gösterirken, ^{A,B,C} büyük harfle yapılan kodlamalar farklı çeşitlerin aynı boyuttaki farklılıklarını göstermektedir

** $P\leq 0.01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

4. Sonuç

Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı tane iriliklerinin unda incelenen kalite özelliklerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken, çeşitler arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur. Tane iriliği ve çeşit kombinasyonu birlikte değerlendirildiğinde, tane iriliği arttıkça, incelenen kalite özelliklerinin değerlerinde genellikle yükselme olmuştur. Unda uzayabilirlik ve yapışkanlık özellikleri dışında Şanlı çeşidinin kalite değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Tüm analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde Şanlı buğday çeşidinin daha yüksek kalite özelliklerine sahip olduğu ve dolayısıyla üreticilere önerilebilecek bir çeşit olduğu sonucuna varılmıştır.

Kalite parametreleri bakımından büyük tanelerin lehine bir sonuç elde edilse de aralarındaki farkın önemli olmadığı, ancak tercihen daha büyük tanelerin kullanılması sonucuna varılmıştır. Bu sonucun elde edilmesinde boyutlarına göre sınıflandırılan tüm buğday tanelerin yüksek safiyete sahip olması ve süne zararı görülmemesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Çıkar ilişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- AACC 2000. AACC International approved methods. 11th Edition. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.
- Bonfil DJ, Posner ES. 2012. Can bread wheat quality be determined by gluten index? J Cereal Sci, 56: 115-118.
- Bushuk W. 1982. Grains and Oilseeds 3rd. Ed. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba.
- Chen WZ, Hoseney RC. 1995. Wheat flour compound that produces sticky dough: Isolation and identification. J Food Sci, 60(3): 434-437.
- Curic D, Karlovic D, Tusak D, Petrovic B, Dugum J. 2001. Gluten as a standard of wheat flour quality. Food Tech Biotech, 4(39): 353-361.
- Elgün A, Türker S, Bilgiçli N. 2005. Tahıl ve ürünlerine analitik kalite kontrolü, Selçuk Üni Ziraat Fak Gıda Müh Ders Not, 112 sayfa, Konya.
- Ercan R, Seçkin R. 1989. Ülkemizde yetiştirilen yabancı ekmeklik

- buğday çeşitlerinin kalitesi. *Gıda*, 14(6): 353-361.
- Finney PL, Gaines CS, Andrews LC. 1987. Wheat quality, a quality assessors view. *Cereal Foods World*, 64: 769-772.
- Goran G, Protic R, Protic N. 2011. Variation of wheat grain yield depending on variety and seed size. *Romanian Agric Res*, 28(28): 25-28.
- Göçmen D. 1993. Un ve katkı maddelerinin ekmek kalite ve bayatlamasına etkileri. *Gıda*, 18: 325-331.
- Greenaway W, Neustadt MH, Zeleny L. 1965. Communication to the Editor: A test for stink bug damage in wheat. *Cereal Chem*, 42(6): 577-579.
- Hoshino T, Ito S, Taniguchi Y, Sato A. 1994. Studies on grain and flour quality of wheat in the Tohoku District: 2. Effect of grain size on wheat quality. *Japanese J Crop Sci*, 63(1): 21-25.
- Hruskova M, Famera O. 2003. Prediction of wheat and flour zeleny sedimentation value using NIR technique. *Czech J Food Sci*, 21: 91-96.
- Kara B, Akman Z. 2007. Farklı tane iriliği ve ekim derinliklerinin buğday (*Triticum aestivum* L.)'in kök ve toprak üstü organlarının ilk gelişmesine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Der*, 20(2): 193-202.
- Karababa E, Ercan R. 1995. Makarnalık buğdayların ekmeklik potansiyeli ve kalitesi. *Gıda*, 20:153-159.
- Karaoğlu MM. 2006. *Cehpalaria syriaca* addition to wheat flour dough and effect on rheological properties. *Inter. J Food Sci and Tech*, 41: 37-46.
- Keçeli A, İkincikarakaya SÜ. 2013. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde farklı ön bitki uygulamalarının kalite özellikleri üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araş Ens Der*, 22(2): 41-58.
- Keçeli A, Evlice AK, Pehlivan A, Şanal T, Karaca K, Külen S, Subaşı AS, Salantu A. 2017. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) zeleny sedimantasyon analizi ve diğer kalite parametreleri ile ilişkisinin incelenmesi. *KSÜ Doğa Bil Derg*, 20 (Özel Sayı): 292-296.
- Kieffer R, Wieser H, Henderson MH, Graveland A. 1998. Correlations of the bread making performance of wheat flour with rheological measurements on a micro-scale. *J Cereal Sci*, 27: 53-60.
- Kindred DR, Gooding MJ, Ellis RH. 2005. Nitrogen fertilizer and seed rate effects on Hagberg falling number of hybrid wheats and their parents are associated with α -amylase activity, grain cavity size and dormancy. *J Sci Food Agric*, 85(5): 727-742.
- Menderis M, Atlı A, Köten M, Kılıç H. 2008. Gluten indeksi değeri ve yaş gluten/protein oranı ile ekmeklik buğday kalite değerlendirmesi, *Harran Üni Ziraat Fak Der*, 12: 57-64.
- Okur Y. 2017. Ekmeklik buğday kalitesini değerlendirmede kullanılan kimyasal ve fiziksel özelliklerin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 87s, Ankara.*
- Protic R, Todorovic G, Secanski M, Protic N. 2019. Effects of a variety and a seed size on productive traits of a winter wheat spike. *Azarian J Agric*, 6(3): 67-73. Doi: 10.29252/azarinj.009.
- Simic G, Horvat D, Jurkovic Z, Drezner G, Novoselovic D, Dvojko K. 2006. The genotype effect on the ratio of wet gluten content to total wheat grain protein. *J Central Europ Agric*, 7(1):13-18.
- Şahin M, Aydoğan S, Göçmen AA. 2006. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Konya kuru koşullarında verim ve kalite yönüyle stabilite yeteneklerinin belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araş Ens. Bitkisel Araş Der*, 1(3):17-23.
- Ünal SS. 2002. Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep, s.25-37.
- Uluöz M. 1965. Buğday un ve ekmek analiz metotları. *Ege Üni Ziraat Fak Yay*, İzmir, 71s.
- Zanetti S, Winzeler M, Feuillet C, Keller B, Messmer M. 2001. Genetic analysis of bread making quality in wheat and spelt. *Plant Breeding*, 120: 13-19.
- Zareian A, Hamidi A, Sadeghi H, Jazaeri MR. 2013. Effect of seed size on some germination characteristics, seedling emergence percentage and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in laboratory and field. *Middle-East J Sci Res*, 13(8): 1126-1131.



Research Article

Volume 3 - Issue 4: 253-259 / October 2020

ASSESSMENT OF COMMERCIAL SMALLHOLDER EGG PRODUCTION SYSTEMS IN GREATER PORT HARCOURT CITY, NIGERIA

Julius Naligwu INGWEYE^{1*}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Port Harcourt, PMB 5323 Choba, East-West Road, Port Harcourt, Nigeria

Received: January 28, 2020; **Accepted:** August 14, 2020; **Published:** October 01, 2020


Abstract

Commercial smallholder egg production systems in Greater Port Harcourt City were assessed for problems and opportunities to intervene. Desk study, survey of 94 farmers using semi-structured questionnaires and focus group discussion with eight farmers were carried out. Commercial smallholder farmers with maximum of 2,500 layers were purposively sampled. Subjects were selected using snowballing sampling technique. Three local government areas (Obio-Akpor, Oyigbo and Etche) of the eight in Greater Port Harcourt City were surveyed. Quantitative data was analyzed using descriptive statistics in Statistical Package for Social Sciences while matrices were used to analyze focus group discussion data. Results show low participation of youths in commercial smallholder egg production. All farmers attained some level of education. Majority (50%) had Bachelor's degrees, hence, potential for innovation adoption. Farmers were motivated by self-employment (68%) and extra income (32%) to produce eggs. Average flock size (1100) was low and inadequate to meet egg demand. Farms were mainly (91%) self-financed, thus confirming weak support for farmers by banks and government. No farm activity was automated except watering (21%). Though all farms use some form of electricity, most (70%) depended on electricity generators, which increased production costs. Majority (94%) of farmers use commercial compound feed. Most (59%) bought their feed through middlemen while others (41%) buy direct from feed manufacturing companies to gain 15% margin. Similarly, 62% bought day-old-chicks through day-old-chicks distributors while 38% procure direct from hatcheries to gain 21% margin. To improve profits, farmers should form egg producers' cooperatives to enhance bulk input purchases, and reduce costs.

Keywords: Motivation, Farming systems, Feed

***Corresponding author:** Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Port Harcourt, PMB 5323 Choba, East-West Road, Port Harcourt, Nigeria

E mail: jiningweye@gmail.com (JN. INGWEYE)

Julius INGWEYE NALIGWU  <https://orcid.org/0000-0003-2486-8405>

Cite as: Ingweye JN. 2020. Assessment of commercial smallholder egg production systems in greater Port Harcourt city, Nigeria. BSJ Agri, 3(4): 253-259.

1. Introduction

Farming systems refer to a population of mostly mixed small and larger farm households, which when grouped

have broadly similar livelihood and consumption patterns, constraints, and opportunities. Farm households in the same farming system also have similar agro-

ecological and market access conditions for which similar development strategies and interventions could be applied (Garrity et al., 2012). The farm household is the basic unit of a farming system, its operator and decision maker.

In a farming system, farm households allocate various qualities and quantities of land, labour, capital and management at their disposal. In carrying out the resource allocation, farmers consider their farm family's goals, preferences and available resources. These considerations are influenced by farmers' knowledge, experiences, and complex interaction of these interdependent components with the external factors i.e. socio-cultural, physical, biological, political, economic, institutional, science and technological forces (Singh et al., 2006). The complex interaction of interdependent components with external factors has made farming systems approach multidisciplinary.

Farming systems can be differentiated by natural resources (water, land, grazing areas and forest) available to the system; climate of the area where the system is in use; dominant pattern of farm activities; household livelihoods; and main technologies used. Also, farming systems are described and understood by their structure and functioning. The structure includes land use pattern and tenure, production relations, size of farm holding and their distribution, water and energy source and use, labour, marketing, transport, storage, credit institutions, finance, research and education (Dixon et al., 2001).

There is no commonly agreed farming systems classification for egg production system in Nigeria. However, basic criteria used across frameworks to classify egg production systems include aim of production, breed of birds, management system, housing, feeding, source of funding, and scale of production or number of birds reared (Adene and Oguntade, 2008). Based on these criteria, the simplest and most common egg production systems in Nigeria are commercial and traditional. These two systems have intermediate systems between them.

Commercial egg production system is a system whose size is large-scale (thousands to millions of birds), uses modern improved breeds, located around cities, and requires high use of inputs and technology (Pagani et al., 2008). Commercial egg production system is also profit-oriented. This does not, however, mean that the operator of the system cannot use outputs of the system for family consumption. If used for family consumption, they must be accounted for.

The traditional egg production system on the other hand is subsistent (mainly for family consumption but surpluses are sold), small-scale in size (few to hundreds of birds), associated with rural households, and uses non-standard breeds. Due to rapid urbanization, the traditional egg production system is now found in both urban and peri-urban localities (Adene and Oguntade, 2008).

Between commercial and traditional systems,

intermediate egg production systems have evolved in response to the changing agro-economic conditions of the country. One of these intermediate systems is the commercial smallholder egg production system.

The commercial smallholder egg production system in Nigeria is small-scale in size. The number of birds kept varies, ranging from hundreds to a few thousands. This system is practiced in both rural, peri-urban and urban areas. It uses improved breeds and commercial compound diets. The system is profit-oriented. Because the number of birds in this system varies from farm to farm, and region to region, the number of birds is usually defined in each context for the sake of clarity (Adene and Oguntade, 2008; Pagani et al., 2008).

The interest of farming systems analysis and indeed egg production systems analysis is the socio-economic rationality of farmers, technology development and adoption, as well as formulation of strategies and priorities for investments (Dixon et al., 2001). Also, the analysis aims at increasing income and employment opportunities for small-holder egg production, used for research and development to reduce poverty, improve food security, enhance competitiveness, sustainability, natural and human resource management in developing countries especially for small and marginal farmers (Behera and Sharma, 2007). Egg production systems analysis also helps to identify constraints and opportunities in the production chain to enable interventions that would improve performance for the benefit of the chain stakeholders (Singh et al., 2006).

The diversity of egg production systems call for in-depth analysis of these systems to enhance evidence-based policy formulation and decision making (Garrity et al., 2012). Also, profiling of these systems provides a framework for evaluating egg production development strategies and interventions.

The commercial smallholder egg production system, a subsystem of commercial poultry production systems has been paid cursory attention in literature from Nigeria, especially Greater Port Harcourt City. To reduce the information gap caused by such poor attention, the research was aimed at assessing aspects of smallholder commercial egg production systems in Greater Port Harcourt City. This would generate data that could be used for interventions to improve the performance of commercial smallholder egg production system for the benefit of system stakeholders.

The specific objectives of this research were to:

- Assess socioeconomic characteristics and motivation of commercial smallholder egg producers in GPHC.
- Evaluate source of inputs (day-old-chicks, feed, and electricity) for commercial smallholder egg production in GPHC.
- Assess the scale of production (number of birds) and level of automation of commercial smallholder egg production in GPHC.

2. Materials and Methods

2.1. Description of Study Area

Greater Port Harcourt City (GPHC), shown in Figure 1 is comprised of eight of the twenty-three Local Government Areas (LGAs) in Rivers State. The eight LGAs include Port Harcourt City, Obio/Akpor, Ikwerre, Etche, Oyigbo, Eleme, Okrika and Ogu/Bolo. Port Harcourt is the fourth largest city in Nigeria, covering an area of about 1900 km² with an estimated population of over 2 million people at a growth rate of 2.84% by 2020 (Ede et al., 2011). The city has a railway terminal, an international airport and the second largest sea port in Nigeria. GPHC is an international hub for oil and gas business and other investments, which attract people and businesses, hence, causing spatial and demographic expansion of the city with a potential for economic growth and expansion.

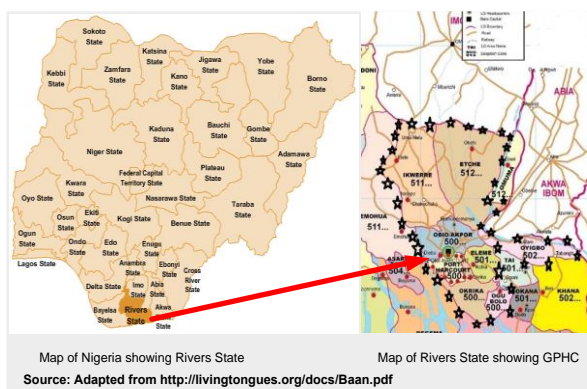


Figure 1. Maps of Nigeria and Rivers State showing Greater Port Harcourt city.

2.2. Operationalization of Variables

- i. Commercial smallholder egg production systems refers to egg producing farms or egg producers that have a maximum of 2, 500 layers and the eggs so produced are mainly for sale.
- ii. Farmers' motivation for starting their farms in this research is taken to mean the incentive that made the farmers to start producing eggs for sale.
- iii. Source of funding refers to place from which the farmer obtains money to establish or run their farms
- iv. Flock size refers to the maximum number of layer birds that a farm owns
- v. Feed refers to the balance compound diet fed to birds. This can be made on-farm or bought from commercial producers of feeds, directly or through input sellers.
- vi. Source of day-old-chicks refers the channel from which farmers obtain their chicks which are one day-old and will grow to become layers. It could be from day-old chick distributors or directly from the hatchery.
- vii. Level of automation refers to the extent to which farm operations or activities are carried out without human assistance or labour.

- viii. Source of electricity in this research refers to where the farm obtains the energy to power the farm. Possible sources include use of electric generators, solar panels and public power supply.

2.3. Population

The target population for the research was commercial egg producers in GPHC. Number of birds was used to differentiate the commercial egg production systems based on scale of production (number of birds). The different commercial egg production systems identified using number of birds include large-scale ($\geq 10,000$ layers), medium-scale (2,500-10,000 layers), and smallholder or small-scale ($< 2,500$ layers). The target sample was drawn from commercial smallholder egg production systems. The research focused on commercial smallholder egg producers.

2.4. Data Collection and Analysis

Desk study was first carried out to gather information on background of study area, study concepts, and present state of knowledge in the research area.

Desk study was followed by a survey using semi-structured questionnaire. Three local government areas (LGAs) of the eight in GPHC were purposively selected for the survey because from observation and enquiries they probably have the largest concentration of poultry farmers. These LGAs included Obio-Akpor, Oyigbo and Etche. One Ninety-four commercial smallholder egg producers rearing not more than 2,500 birds were identified and used for the survey. Of this number, 34 were from Obio-Akpor and 30 each from others. Obio-Akpor had 34 because it has the largest population of egg producers based on enquiries from Poultry Association of Nigeria, Rivers State chapter. The snowballing sampling technique was used to sample the farmers. This was because no register of farmers (hence, no sampling frame) could be obtained from government or other agencies, hence, subjects were difficult to come by. The farmers were administered questionnaires and personally guided to fill-in the answers. After an interview, the interviewee was asked for leads to other farmers having 2, 500 birds and below. Input sellers were also helpful in recruiting subjects. All forty-seven questionnaires (100% response rate) were filled and returned.

Following the survey, focus group discussion (FGD) was used to collect data that gave deeper insight on issues that arose from the survey and that needed further probing. Open-ended questions from a checklist were used for FGD. Eight egg farmers (4 females and 4 males) were purposively selected, considering gender inclusion and spread across the LGAs.

Quantitative data was analyzed using descriptive statistics (mean, median and mode) and simple percentage in Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 24. Data from the FGD were analyzed using matrices and thematic analysis and simple percentage. Results were presented in tables and graphs.

2.5. Limitations of the Study

There was no population database of commercial egg producers in the study area from which the sample could have been drawn, hence, no sampling frame. This could limit the application of the findings to wider population of commercial smallholder egg producer in Rivers State and Nigeria.

3. Results

3.1. Socio-economics of Commercial Smallholder Egg Producers

3.1.1. Age

Figure 2 shows the age ranges of smallholder commercial egg producers in Greater Port Harcourt City. The farmers were between 36-50 (62%), 19-35 (24%) and 51-65 (15%) years old. None was younger than 19 or older than 65 years.

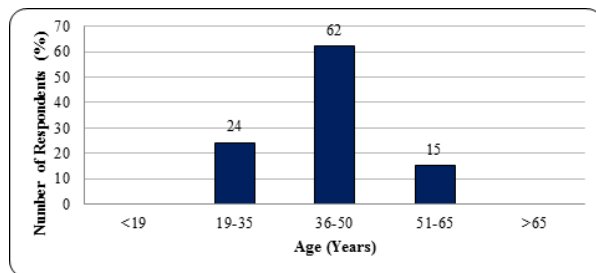


Figure 2. Age of commercial smallholder egg producers.

3.1.2. Educational qualification

Educational qualifications of commercial smallholder egg producers in Greater Port Harcourt City are presented in Figure 3. About 50% had Bachelor's degrees followed by Ordinary National Diploma (OND) and Senior School Certificate (SSC) (15%), M.Sc. (12%), First School Leaving Certificate (FSLC) (6%) and Ph.D. (3%).

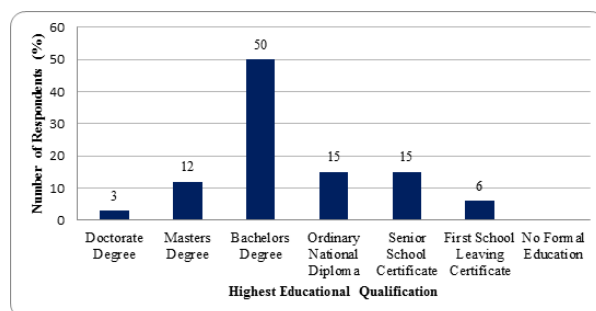


Figure 3. Highest educational qualification of commercial smallholder egg producers.

3.1.3. Motivation for starting egg production

Survey results (Figure 4) show that farmers were motivated by self-employment (68%) and desire to make extra money (32%) to start egg production. No farmer produced eggs as a hobby.

3.1.4. Flock size

Table 1 indicates that farm flock sizes range from 1050-4700 layers. The mean, median and modal flock sizes were 1282, 1050 and 1100 layers, respectively.

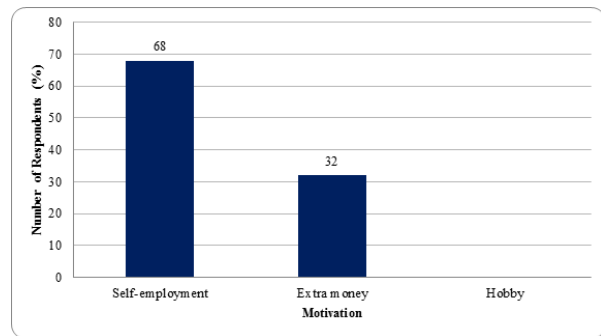


Figure 4. Farmer's motivation for starting egg production business.

Table 1. Flock sizes of smallholder egg producing farms

Statistic	Number of layers
Mean	1282
Median	4450
Mode	1100
Standard deviation	1136
Range	1050-4700

3.1.5. Source of funding

Figure 5 shows the source of funding for smallholder commercial egg farms in GPHC. Majority (91%) of the farms were funded by producers' own money followed by family (6%) and bank loans (3%). None of the farms were funded by government or friends' loans.

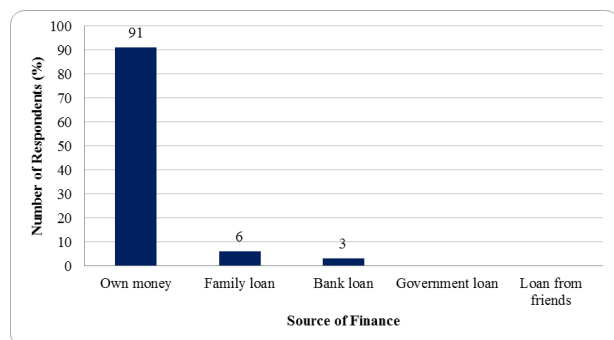


Figure 5. Source of funding for commercial smallholder egg farms.

3.1.6. Level of automation

Level of automation in egg producing farms in Greater Port Harcourt City is shown (Figure 6). There was no automation in egg picking, grading and crating as well as feed milling and feeding in most (79%) of the farms. However, 21% of the farms practice automatic watering of the birds.

3.1.7. Source of electricity

Table 2 shows the sources of electricity for smallholder egg farms in GPHC. About 70% depend on electric generators while 30% use public power supply. Solar panels were not in use.

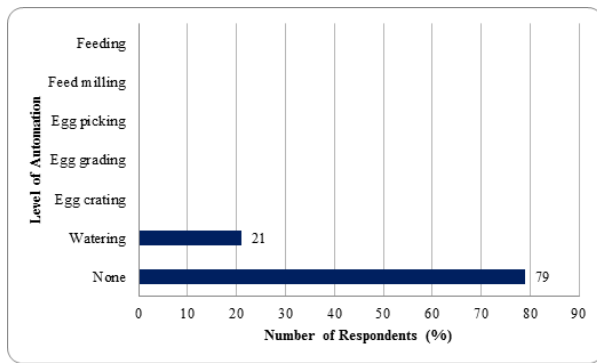


Figure 6. Level automation in commercial smallholder egg farms.

Table 2. Source of electricity for smallholder egg farms

Source of electricity	Frequency	
	N	%
Public power supply	28	30
Electric generator	66	70
Solar panels	-	Nil
I do not use electricity	-	Nil
Total	94	100

3.1.8. Type of feed

Results of survey (Figure 7) show that 6% of farmers make their own feed while 94% use commercial feed.

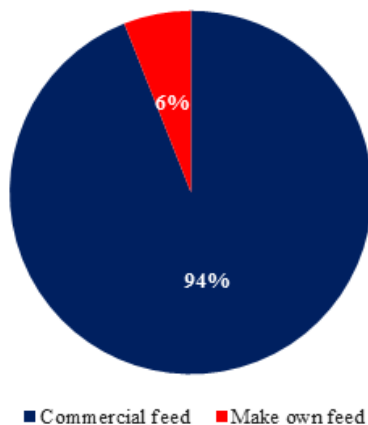


Figure 7. Type of feed used by smallholder egg producers.

3.1.9. Source of purchased feed

The survey further indicates that among farmers using commercial feed (Figure 8), 59% buy their feed from feed sellers while 41% buy direct from feed producing companies.

3.1.10. Source of day-old-chicks

The farmers also source their day-old-chicks (Figure 9) from DOC distributors (62%) and direct from the hatchery (38%).

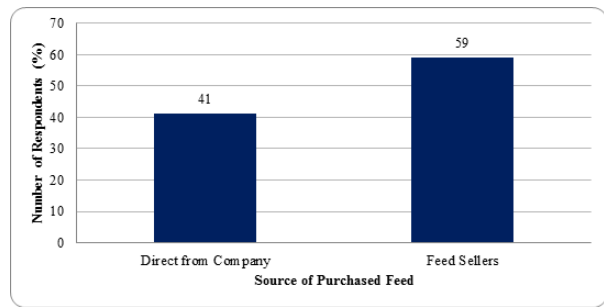


Figure 8. Source of feed purchased by smallholder farms.

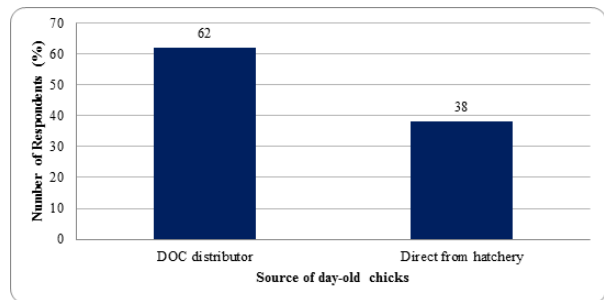


Figure 9. Source of day-old chicks for commercial smallholder egg producers.

4. Discussion

Figure 2 indicates that the age of farmers ranges from 19-65 years (average of 42). Majority (62%) were between 36-50 (average of 43) years old followed by 19-35 (24%) and 51-65 (15%) years old. The Nigerian youth policy defines youth as between 18-40 years (average of 29) (NBS and FMYD, 2012). The mean age of all the farmers (42 years) and that of the highest-ranking age group (43 years) were higher than average age of youths in Nigeria. Hence, it could be deduced that youths' participation in smallholder egg production in GPHC was low. This is a big threat to future of smallholder egg production in the study area but not surprising as nationally and globally, youth interest in agriculture was low (Ibitoye, 2011; Basnet, 2015).

Educational qualifications of smallholder egg producers in GPHC (Figure 3) indicate that all the farmers attained some level of education. Majority (50%) had Bachelor's degrees. This shows that speed of adoption of innovations to improve egg production in GPHC could be enhanced by the educational attainment of the farmers in GPHC. This is because years of educational positively influenced agricultural innovation adoption (Iheke and Nwaru, 2013).

Figure 4 indicates that farmers were most motivated (68%) by desire for self-employment to start egg production business followed by the need to make extra money (32%). No farmer produced eggs as a hobby. This shows that livelihood is at the heart of egg farmers' motivation, therefore, to sustain farmers' motivation to expand production and create much development impact, chain improvement intervention strategies must seek to raise financial benefit farmers get from the business.

Table 1 shows a wide range in flock size. A modal flock size of 1100 is small compared to flock size of 6500 elsewhere in Nigeria (Bose, et al., 2015). Small scale of production is a serious threat to sustainable egg supply to a populous city like GPHC (Clapp, 2015) with high demand and purchasing power (Ezedinma and Chukuezi, 1999).

In Figure 5, majority (91%) of the farms were funded by producers' own money. Loans from families (6%) and banks (3%) played little role in farm financing while government and friends played no role at all in egg farm financing. This agrees with several reports and amplifies the challenges of lack of capital faced by smallholder farmers, governments' indifference to their plight and at best token effort to resolve the problem in Nigeria. This forces farmers to look inwards for solution to their financial challenges (Aromolaran et al., 2013).

Figure 6 shows there was no automation in 79% of the farms (egg picking, grading and crating, feed milling and feeding of the birds) while 21% of the farms automated watering of birds. This shows inability of the farmers to acquire automated farm machines and equipment which are expensive. It could also be attributed to their small farm sizes which may be uneconomical to automate because scale of production positively associates with farm automation (Emokaro and Erhabor, 2014).

From Table 2, all farms use some form of electricity. Majority (70%) of the farms were powered by electric generators while the rest (30%) depend on the national grid. No farm uses solar panels to generate electricity. The high dependence on electric generators increases the cost of production and reduce the profit of small-scale businesses in Port Harcourt as public electricity is unreliable (Agwu and Emeti, 2014).

Figure 7 indicates that majority (94%) of the farmers depend on commercial compounded feed while the rest (6%) make their own feed. For those that depend on commercial feed (Figure 8), most (59%) procure theirs from feed sellers (middlemen) while others (41%) buy direct from feed manufacturing companies. During the FGD, those that buy feed direct from the feed companies explained that the landing cost for each bag of feed is 12% less than the cost of buying from middlemen. They added that aside the 12% savings per bag, they get bonuses every month if they can meet certain target in orders. This, they said adds up to 15% reduction for a bag of feed compared to those who buy from middlemen. However, they added that they are required to order at least 600 bags (i.e. 15 metric tonnes each time) to be eligible for buying direct from the company. It is interesting that those who need large feed quantities buy direct from the feed companies which reduces feed cost by 15% per bag. Since feed constitutes about 70% of the cost of producing eggs in Nigeria (Oladukun and Johnson, 2012), it would mean an opportunity for significant cost savings to smallholder farmers. However, the requirement for 600 bags to be ordered each time implies that smallholders with small flock size and feed requirement, may need to

form cooperatives to enable them purchase feed in bulk, hence, benefit from collective action, one of the benefits of agricultural cooperatives to smallholders (KIT et al., 2010).

Source of day-old-chicks (Figure 9) showed most (62%) of the farmers buy their day-old-chicks (DOCs) from DOC distributors while the rest (38%) procure theirs direct from the hatcheries. During the FGD, farmers that buy direct from the hatcheries said they prefer doing so because DOC distributors add 25% to the cost price of the chicks. After removing the 4% transport cost per chick, the DOC distributors would pocket a 21% margin per chick. They indicated their interest in the 21% margin, which to them, is unfair for the distributors to enjoy alone. To keep the cost of transportation at 4%, it will be necessary for smallholders to form cooperatives and benefit from economies of scale enjoyed for those purchasing in bulk. When cost savings from DOC purchases are added to the 15% from feed, the opportunities for input cost reduction available to farmers that form cooperatives is enormous (KIT et al., 2010).

5. Conclusion

The study evaluated commercial smallholder egg production systems in GPHC seeking problems and opportunities to improve. In the egg production system, there was low youth participation, small flock size with low supply capacity, high potential for innovation adoption, high self-financing and poor automation of farm activities except watering. Buying feed and DOCs direct from feed companies and hatcheries reduced input cost by 36%. Intervention strategies should focus on increasing farmers' profits by encouraging formation of Egg Producers' Cooperatives to enhance bulk purchase of inputs at reduced cost.

Conflict of interest

The author declared that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors appreciate the Netherlands Fellowship Programme that provided the scholarship which made this research possible. This research was presented as an oral presentation at the International Congress on Domestic Animal Breeding Genetics and Husbandry - 20 (ICABGEH-2020) held on 12-14 August 2018 as Online.

References

- Adene DF, Oguntade AE. 2008. Nigeria: Poultry sector country review, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Agwu MO, Emeti CI. 2014. Issues, challenges and prospects of small and medium-scale enterprises (SMEs) in Port Harcourt City, Nigeria. *Europ J Sustainable Develop*, 3 (1): 101-114.
- Aromolaran AK, Ademiluyi IO, Itebu JO. 2013. Challenges of Small poultry farms in layer production in Ibadan, Oyo State Nigeria. *Global J Sci Front Res: Agri Vet Sci*, 13 (2): 4-11.

- Basnet J. 2015. A viable future: Attracting the youth to agriculture. *AFA Issue Paper*, 7 (1): 1-12.
- Behera UK, Sharma AR. 2007. *Modern Concepts of Agriculture: Farming Systems*. (2nd ed.), New Delhi.
- Bose AA, Abba IY, Madaki MJ, Obute OL. 2015. Analysis of poultry (layers) enterprises in Igabi Local Government Area, Kaduna State Nigeria. *IOSR J Agri Vet Sci*, 8 (4): 43-49.
- Clapp J. 2015. *Food Security and International Trade: Unpacking Disputed Narratives*, (1st ed.), Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, p.23-45.
- Dixon J, Gulliver A, Gibbon D. (2001). *Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World*. Food and Agriculture Organization and World Bank, Rome and Washington DC, p. 23.
- Ede PN, Owei OB, Akarolo CI. 2011. Does the Greater Port Harcourt Master Plan 2008 meet aspirations for liveable city? Wuhan, International Society and Regional Planners (ISOCARP).
- Emokaro CO, Erhabor PO. 2014. Comparative analysis of profitability of layers production in Esan North East and Ovia Northeast Local Government Areas of Edo State, Nigeria. *J Appl Sci Environ Manage*, 18 (1): 121-126.
- Ezedinma C, Chukuezi C. 1999. A comparative analysis of urban agricultural enterprises in Lagos and Port Harcourt, Nigeria. *Environ Urban*, 11 (2): 135-144.
- Garrity D, Dixon J, Boffa JM. 2012. *Understanding African Farming Systems: Science and Policy Implications*. Food Security in Africa: Bridging Research and Practice, Sydney.
- Ibitoye SJ. 2011. Attitude of youths towards career in agriculture in Kogi State, Nigeria. *International J Appl Engin Res*, 6 (14): 1683-1693.
- Iheke RO, Nwaru JC. 2013. Innovation adoption, farm productivity and poverty status of rural smallholder households in South-Eastern Nigeria. Hammamet, Tunisia, African Association of Agricultural Economists.
- KIT, FAIDA, IIRR. 2010. *Chain empowerment: Supporting African Farmers to Development Markets*, (Reprint ed), KIT Publishers, Amsterdam, p. 78-90.
- NBS, FMYD. 2012. *National Baseline Youth Survey* (revised ed.), National Bureau of Statistics and Federal Ministry of Youth Development, Abuja, p 23-28.
- Oladukun VO, Johnson A. 2012. Feed formulation problem in Nigerian poultry farms: A mathematical programming approach. *American J Sci Indust Res*, 3 (1): 14-20.
- Pagani P, Abimiku JEY, Emeka-Okolie W. 2008. *Assessment of the Nigerian Poultry Market Chain to Improve Biosecurity* (1st ed.), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 56.
- Singh K, Bohra JS, Singh Y, Singh, JP. 2006. Development of farming system models for the northeastern plain zone of Uttar Pradesh. *Indian Farm*, 56 (7): 5-11.



Research Article

Volume 3 - Issue 4: 260-266 / October 2020

COMBINING MUDPRESS AND INORGANIC FERTILIZER TO INCREASE THE GROWTH, YIELD AND PROFITABILITY OF MUNGBEAN (*VIGNA RADIATA* L. VAR. PAGASA19) VARIETY

Judy Anne T. PLACIDO¹, Ulysses CAGASAN^{1*}

¹Department of Agronomy, Visayas State University, Visca, Baybay City, Leyte 6521-A, Philippines

Received: April 10, 2020; Accepted: August 21, 2020; Published: October 01, 2020


Abstract


Mudpress is considered as rejected waste material of sugarcane industries that cause problem of storage and pollution to surrounding of sugar mills on its accumulation are available in sugarcane milling plant hence, it can be utilized as source of organic fertilizer combined with inorganic fertilizer to agronomic crops. This study aimed to evaluate the effects, determine the optimum rates and assess the profitability of combined application of mudpress and inorganic fertilizer in mungbean production. The experiment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three (3) replications. T₁-no fertilizer (control); T₂-30-30-30 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O; T₃-10 t ha⁻¹ mudpress; T₄-7.5 t ha⁻¹ mudpress + 7.5 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O; T₅-5.0 t ha⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O; T₆-2.5 t ha⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O. Results revealed that plants applied with recommended inorganic fertilizer at 30-30-30 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O (T₂) and applied with 50-75 % inorganic fertilizer (T₅ and T₆) and without fertilizer application matured early compared to plants applied with pure organic mudpress at 10 (t ha⁻¹) and 7.5 (t ha⁻¹). Likewise, plants applied with 75-100% mudpress as fertilizer had the lowest fresh herbage yield comparable to the plants not applied with any fertilizer. On the other hand, highest number of seeds per pod (19-21 seeds/pod) was observed in plants applied with 50-100% inorganic fertilizer as compared to plants not applied and applied with 75-100 % mudpress. Pests response of mungbean Pagasa 19 variety had high to moderate resistant to insect pests and diseases. Highest net income ha⁻¹ of Philippine Peso (PhP) 73392.00 was achieved with plants applied with (100%) inorganic fertilizer at the rate of 30-30-30 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O. Among the combined treatments, application of 5.0 t ha⁻¹ + 15 kg and 2.5 t ha⁻¹ + 22.5 kg N, P₂O₅, K₂O ha⁻¹ (25-50% organic + 50-75% inorganic fertilizer) gave higher net income of PhP 63812.00 and PhP 52624.00, respectively.

Keywords: Combined application, Inorganic fertilizer, Mudpress, Yield performance, Income

*Corresponding author: Department of Agronomy, Visayas State University, Visca, Baybay City, Leyte 6521-A, Philippines

E mail: ulycagasan@vsu.edu.ph (U. CAGASAN)

Judy Anne T. PLACIDO  <https://orcid.org/0000-0003-1849-2261>

Ulysses CAGASAN  <https://orcid.org/0000-0003-1849-2261>

Cite as: Placido JAT, Cagasan U. 2020. Combining mudpress and inorganic fertilizer to increase the growth, yield and profitability of mungbean (*Vigna radiata* L. var. Pagasa19) variety. BSJ Agri, 3(4): 260-266.

1. Introduction

Mungbean (*Vigna radiata* L.) popularly known as “mungo” is one of the identified important grain legumes grown in the Philippines. It is cultivated for its edible seeds and sprouts across Asia. It is one of the cheapest sources of plant protein and also a good source of mineral, such as calcium and sodium, (Shukla, et al. 2016). In the Philippines, Bureau of Agricultural Statistics reported that the highest volume of production for the past five years was obtained in 2017, with 45283 metric tons from the total production area of 44324 hectares. In 2018, however production area declined to 32,364 hectares with total production of 32,364 metric tons, (PSA, 2018). However, national average yield per hectare remains low (0.73 metric tons). Hence, management techniques to increase production is necessary as well as to reduce input cost in order to increase income by the farmers, (Tang et al. 2014).

Organic waste, such as mudpress or filter cake, is generated as a by-product of sugarcane industries and characterized as a soft, spongy, amorphous, and dark brown to brownish material, (Ghulam et al. 2012). It is generated during the purification of sugar by carbonation or sulphitation process. Both the processes separated clear juice on top and mud at the bottom. In general, when 100 tons of sugarcane is crushed, about 3 tons of mudpress are produced as a by-product (Gupta et al. 2011). It is considered as rejected waste material of sugarcane industries that cause problem of storage and pollution to surrounding of sugar mills on its accumulation (Bhosale et al. 2012).

Organic sources have traditionally played an important role in maintaining soil productivity. Among the organic sources, crop residues are most easily available for recycling of the macro- and micro-nutrients (Dotaniya and Kushwah, 2013). Incorporation of these materials in soil could be a good source of nutrients and would influence agricultural sustainability by improving physical, chemical, and biological properties of soil (Mitani and Ma, 2005). The addition of organic acids to soils increases the plant uptake of phosphorus from water-soluble phosphorus fertilizers (Shukla et al. 2013). Moreover, research on the rates of application of mudpress supplemented with organic fertilizers for optimum yield of mungbean is very limited. Furthermore, results indicated that combined use of organic and chemical fertilizers can be more productive, sustainable and can be recommended to improve the productivity of mungbean production. However, limited studies were done on the effect of mudpress combined with inorganic fertilizer on mungbean production. Hence, this study was conducted to evaluate the effects, determine the appropriate combination rates and evaluate the profitability of combined application of mudpress and inorganic fertilizer in mungbean production.

2. Material and Methods

An area of 324 m² Umingan clay loam soil, (FAO, 2013) located at the Agronomy Experimental Area College of Agriculture and Food Science, Visayas State University, Baybay City, Leyte, Philippines (Figure 1).



Figure 1. A map of Leyte showing the location of the research site at Visayas State University.

The experimental area has a GPS coordinates of 10°44' 59.8668" N, 124°47' 38.1264" E. This was plowed and harrowed twice at weekly interval by the use of tractor drawn implement to remove the weeds, pulverize and level the soil. Furrows were made immediately after the last harrowing at a distance of 0.5 m. Ten (10) soil samples were collected randomly from the experimental area before plowing. These were composited, air-dried, pulverized, sieved (2 mm wire mesh) and submitted to the Central Analytical Service Laboratory (CASL), PhilRootcrops, Visayas State University, Visca, Baybay City, Leyte to determine the soil pH Potentiometric method (1:2.5 soil water ratio), % organic matter Modified Walkley-Black method, total N by micro Kjeldal method, extractable P and exchangeable K 1 N ammonium acetate extraction method. For the final soil analysis, three samples were collected from each treatment plot after harvest of peanut. Collected soil samples were air dried, composited and processed to determine the same soil parameters mentioned above. The experimental area was laid out in a RCBD (Randomized Complete Block Design) with three replications. Each replication was divided into six treatment plots, measuring 3 m × 4 m with 1 m alleyways between replications and 0.50 m between treatment plots to facilitate farm operations and data gathering. These were processed and analyzed for the same soil parameters mentioned above. Likewise, samples of mudpress were also taken, processed and

submitted to the laboratory for the analyses of pH, total nitrogen, phosphorus and organic matter contents. The treatments were designated as follows: T₁ – no fertilizer (control), T₂ – 30-30-30 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O, T₃ – 10 t ha⁻¹ mudpress alone, T₄ – 7.5 t ha⁻¹ mudpress + 7.5 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O, T₅ – 5.0 t ha⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O, T₆ – 2.5 t ha⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O. The experiment was conducted during dry season cropping in 2017, laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with six treatments and replicated three times. Each treatment plot had an area of 20 m² (5 m x 4 m) with eight (8) rows of mungbean per plot. Mungbean seeds (Pagasa 19) were sown evenly in the furrows by drill method. The seeds were covered with thin layer of soil to protect them from birds and other organisms. Thinning was done one (1) week after planting (WAP) leaving fifteen (15) healthy plants per linear meter to attain the approximate plant population of 300000 plants hectare⁻¹. Air-dried mudpress was applied as specified in the treatment two weeks before planting. It was uniformly spread in the furrows and then incorporated into the soil at a depth of 3-6 cm. Complete fertilizer was applied to satisfy the rates specified in the treatments. This was applied along the furrows one week after planting and covered with thin layer of soil. Hand-weeding operation and shallow cultivation were performed at the base of the plants and between rows two (2) weeks after planting. Another hand-weeding was performed two (2) weeks later to remove the weeds from the experimental plants. Manual hilling up was employed to put the soil towards the plant for better anchorage and stability. Insect pests and diseases were monitored throughout the duration of the study. Incidence of harmful insects were minimal hence, no spraying was done. Priming started sixty-one (61) days after sowing. Handpicking of mature pods was done in the morning and late afternoon to minimize shattering. Priming was done three (3) times depending on the maturity of the pods (black pods). Freshly harvested pods were placed in a fine mesh net bag and sundried. Pods were threshed by beating and trampling the dried pods

and then seeds were cleaned.

The data gathered on agronomic characteristics where based from the NCT Manual for Legumes. Revised (2017): number of days from seeding to flowering, number of days from seeding to maturity, plant height (cm), Leaf Area Index (LAI), and fresh herbage yield (t ha⁻¹). Likewise, for yield and yield components: number of pods plant⁻¹, number of seeds pod⁻¹, weight (g) of 1000 seeds and grain yield (t ha⁻¹).

Other parameters gathered such as; pest and disease resistance, Harvest index (HI), soil properties, cost and return analysis and meteorological data. All of the recommended cultural management practices for mungbean production were strictly followed. As shown in Table 1, the climatic conditions at the time of the study were favorable to the mungbean plants (PCARRD Handbook, 2002).

2.1. Mudpress and Soil Chemical Analyses

Result of initial and final soil analyses of the experimental area are presented in Table 2. Initial analysis indicated that the soil had a pH of 6.350, 1.053% organic matter, 0.218% total Nitrogen, 63.680 mg kg⁻¹ available Phosphorus and 1.116 me 100 g⁻¹ exchangeable Potassium.

These indicated that the experimental area was slightly acidic and with very low organic matter. The total nitrogen was medium with very high available P and exchangeable potassium (Landon, 1991). Final soil analysis showed a slight decrease in soil pH, total N, available P and exchangeable K while % organic matter was maintained. The decrease in nutrients could be due to the nutrient uptake by plants. Some nutrients were lost through mineralization and evapotranspiration.

The chemical analysis of organic fertilizer used in the experiment revealed that mudpress had a pH of 4.09, 14.430% organic matter, 2.991% total N and 2.414% total P. Data were analyzed using Statistical Analysis System (SAS version 6.12). Mean comparison was done using the Honestly Significant Difference (HSD) test at 5% level of significance.

Table 1. Total monthly rainfall (mm), average daily minimum and maximum temperatures (°C) and average daily relative humidity (%) throughout the duration of the experiment

Months	Total Rainfall (mm)	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)
		Minimum	Maximum	
January	258	23.75	31.90	79.50
February	94	23.78	31.76	83.56
March	89	24.40	30.45	81.76
Total	441	71.93	94.11	244.82
Mean	147	23.97	31.37	81.60

Table 2. Results of soil analyses before and after planting of mungbean as affected by the application of mudpress and inorganic fertilizer

Treatment	Soil pH (1:2.5)	% OM	Total N (%)	Available P (mg kg ⁻¹)	Exchange-able K (me 100g ⁻¹)
Mudpress Analysis	4.09	14.43	2.99	2.45	-
Initial soil Analysis	6.350	1.053	0.218	63.680	1.116
Final soil Analysis					
T ₁ – No fertilizer (control)	5.570	1.170	0.158	6.555	1.061
T ₂ – 30-30-30 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	5.930	1.092	0.194	12.204	1.014
T ₃ – 10 t ha ⁻¹ mudpress alone	6.160	1.287	0.186	15.945	0.842
T ₄ – 7.5 t ha ⁻¹ mudpress + 7.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	6.250	1.131	0.180	13.552	1.031
T ₅ – 5.0 t ha ⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	6.270	0.858	0.160	8.836	0.813
T ₆ – 2.5 t ha ⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	6.180	0.780	0.163	7.236	0.952
Mean	6.060	1.053	0.174	10.721	0.952

3. Results and Discussion

3.1. Agronomic Characteristics

Agronomic characteristics of mungbean as affected by the application of mudpress and inorganic fertilizer is presented in Table 3. The number of days from seeding to maturity and the fresh herbage yield of mungbean significantly affected by the combined application of mudpress and inorganic fertilizer. Plants applied with organic mudpress 100% and 75% from the recommended amount plants matured later as compared to plants applied with inorganic and little amount of organic fertilizer. This result can be attributed to the slow release

of nutrients from the organic fertilizer, (Sigh, 2017). In sweetpotato, Laude (2008) noted in her study that there was a significant effect of mudpress on the crop's agronomic parameters, particularly in the maturity and the leaf are index. Moreover, with mudpress application, immobilization of nutrients by soil microorganisms probably occurred which temporarily limited the release of nutrients for possible utilization of the plant resulted in the delayed development of the mungbean plants for its vegetative and reproductive production, resulted in the delayed maturity.

Table 3. Agronomic characteristics of mungbean as affected by the application of mudpress and inorganic fertilizer

Treatments	No. of days from seeding to		Plant height (cm)	Leaf Area Index (LAI)	Fresh herbage yield (t ha ⁻¹)
	Flowering	Maturity			
T ₁ – No fertilizer (control)	42.67	63.33 ^a	83.03	2.14	8.16 ^b
T ₂ – 30-30-30 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	41.67	62.00 ^a	78.27	2.32	11.21 ^a
T ₃ – 10 t ha ⁻¹ mudpress alone	42.33	72.33 ^b	78.93	2.15	10.29 ^{ab}
T ₄ – 7.5 t ha ⁻¹ mudpress + 7.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	42.00	71.67 ^b	80.80	2.33	9.82 ^b
T ₅ – 5.0 t ha ⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	41.67	61.67 ^a	82.37	2.07	12.74 ^a
T ₆ – 2.5 t ha ⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	41.67	62.00 ^a	75.17	2.03	11.95 ^a
CV%	2.92	11.93	9.79	19.73	20.21

Means with the same and without letters in a column are not significantly different at 5% level of HSD test.

On the other hand, mungbean plants not applied with any fertilizer as control treatment, also matured earlier than plants applied with pure (100%) and (75%) organic fertilizer. In as much as mungbean is a legume crop it can fix atmospheric nitrogen, which can add up more nitrogen into the soil. The inherent phosphorus content in the soil is also high which made mungbean responsive thus enhanced good nodulation, promoted vigorous root growth and development and maturity of the crop

(Aleras, 2004).

Moreover, the high availability of exchangeable potassium gave adequate supply during its growth period that improved water relations of plants and photosynthesis. The early maturity of the plants applied with inorganic fertilizer can be attributed to the presence of enough macro and micro nutrients needed by the plants for its normal growth development. According to Dotaniya (2014) stated that inorganic fertilizer can improve the

growth and yield of the plants because of macro and micro nutrient contents.

Likewise, plants applied with high amount of inorganic fertilizer produces more herbage yield as compared to the control plants and 75-100% organic fertilizer. This result can be attributed to the effect of inorganic fertilizer with enough amount of nutrients needed by the plants for its vegetative production.

3.2. Grain Yield, Yield Components and Harvest Index

Table 4 shows the grain yield, yield components and harvest index of mungbean plants applied with mudpress

and inorganic fertilizer. Plants applied with ½ of the recommended rate of organic fertilizer (RROF) 5.0 t ha⁻¹ mudpress + ½ of the recommended rate of inorganic fertilizer (RRIF) 15 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O (T₅) and plants applied with (1/4 RROF) 2.5 t ha⁻¹ mudpress + (3/4 RRIF) 22.5 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O (T₆) is comparable to the plants applied with the recommended inorganic fertilizer at the rate of 30-30-30 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O (T₂). These treatment plants significantly produced higher number of seeds per pod and consequently resulted to produce higher grain yield (t ha⁻¹).

Table 4. Yield, yield components and harvest index of mungbean as affected by the application of mudpress and inorganic fertilizer

Treatment	Number of		Weight (g) of 1000 seeds	Grain Yield (t ha ⁻¹)	Harvest Index (HI)
	Pods plant ⁻¹	seeds pod ⁻¹			
T ₁ – No fertilizer (control)	19.80	12.50 ^b	61.21	0.60 ^{bc}	0.41
T ₂ – 30-30-30 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	20.27	20.99 ^a	60.64	1.47 ^a	0.51
T ₃ – 10 t ha ⁻¹ mudpress alone	21.00	11.43 ^b	60.35	0.86 ^b	0.44
T ₄ – 7.5 t ha ⁻¹ mudpress + 7.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	18.67	11.50 ^b	59.69	0.73 ^b	0.44
T ₅ – 5.0 t ha ⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	18.20	21.14 ^a	60.74	1.41 ^a	0.50
T ₆ – 2.5 t ha ⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	17.93	18.58 ^{ab}	61.73	1.21 ^{ab}	0.48
CV%	11.61	14.60	12.33	8.81	12.74

Means with the same and without letters in a column are not significantly different at 5% level of HSD test.

This result implies that application of fertilizers with 25-50% organic and 50-75% inorganic resulted to a comparable result with the recommended rate of inorganic fertilizer of 30-30-30 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O and proper management of the crop is necessary to increase the yield of mungbean. Moreover, Shukla et al. (2013) reported that significant effects on grain yield of chickpea was due to the application of inorganic fertilizer. This fertilizer provides readily available nutrients needed by plants for the formation and development of mungbean pods resulting in increased yield. In this study, balanced application of inorganic fertilizer and mudpress increased the grain yield of mungbean compared to the untreated control plants (T₁) and other treatment plants applied with 75-100% organic mudpress (T₃, and T₄). According to Patil et al. (2013) in their study the use of bio-fertilizers in combination with sugar press mud (SPM) enhanced the macro and micronutrient status in soil that favors the vegetative and reproductive production of the crop, hence increases the total grain yield (t ha⁻¹).

3.3. Response of Insect Pest and Diseases

Response of different mungbean genotypes to insect pests and diseases is presented in Table 5. Insect pests and diseases damage did not show great differences among treatment plants. This result can be attributed to the

genotypic characteristics wherein NSIC recommended varieties are selected and recommended as NSIC variety based on their performance not only yield but also the resistance to pest and diseases (NCT Manual for Legumes, 2017) (Table 6). All treatments plants showed highly resistant to the insect damage and resistant to diseases. Hence, they produce a reasonable high yield.

Moreover, based on the reaction of mungbean plants to insect pest and diseases damage, the farmers can minimize the cost of pesticide due to its high to moderate resistant rating of this mungbean variety (Pagasa19) to pests.

3.4. Cost and Return Analysis

Cost and return analysis of mungbean production as affected by the application of mudpress and inorganic fertilizer is presented in Table 7. Mungbean applied with pure inorganic fertilizer (T₂) obtained the highest net income of PhP of 73392.00 ha⁻¹ followed by mungbean applied with 5.0 t ha⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O (T₅) with PhP 63, 812.00, and plants applied with 2.5 t ha⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O (T₆) with PhP 52624.00. The higher net income obtained from mungbean applied with inorganic fertilizer (T₂) was due to higher grain yield produced with lesser production cost.

Table 5. Incidence of insect pests and diseases of mungbean as affected by the application of mudpress and inorganic fertilizer

Treatment	Insect Pests Damage	Reaction	Disease (CLS)	Reaction
T ₁ – No fertilizer (control)	1.25	Highly resistant	2.05	Moderately resistant
T ₂ – 30-30-30 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	2.30	Moderately resistant	1.98	Moderately resistant
T ₃ – 10 t ha ⁻¹ mudpress alone	1.87	Highly resistant	1.75	Moderately resistant
T ₄ – 7.5 t ha ⁻¹ mudpress + 7.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	2.32	Moderately resistant	2.47	Moderately resistant
T ₅ – 5.0 t ha ⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	1.49	Highly resistant	2.56	Moderately resistant
T ₆ – 2.5 t ha ⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	1.67	Highly resistant	2.48	Moderately resistant

Table 6. Rating Scale for insect Pest and diseases (NCT Manual for Legumes, 2017)

Damage Index	Insects Leaf Damage (%)	Reaction	Damage Index	Range of Average Scale for Diseases	Descriptio
1	1-20	Highly resistant	1	1.00	Highly resistant
2	21-40	Moderately resistant	2	1.01-2.49	Moderately resistant
3	1-60	Moderately susceptible	3	2.50-3.49	Intermediate resistant
4	61-80	Susceptible	4	3.50-4.49	Moderately susceptible
5	80-100	Highly susceptible	5	4.50-5.00	Highly susceptible

Table 7. Cost and return analysis of mungbean production ha⁻¹ as affected by the application of mudpress and inorganic fertilizer

Treatments	Grain Yield (t ha ⁻¹)	Gross Income (PhP ha ⁻¹)	Production Cost (PhP ha ⁻¹)	Net Income (PhP ha ⁻¹)
T ₁ – No fertilizer (control)	0.60 ^c	42000	23880.00	18120.00
T ₂ – 30-30-30 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	1.47 ^a	102900	29508.00	73392.00
T ₃ – 10 t ha ⁻¹ mudpress alone	0.86 ^b	60200	40280.00	19920.00
T ₄ – 7.5 t ha ⁻¹ mudpress + 7.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	0.73 ^b	51100	37584.00	13516.00
T ₅ – 5.0 t ha ⁻¹ mudpress + 15.0 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	1.41 ^a	98700	34888.00	63812.00
T ₆ – 2.5 t ha ⁻¹ mudpress + 22.5 kg ha ⁻¹ N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	1.21 ^{ab}	84700	32076.00	52624.00

Based on the current market price of PhP 70.00 kg⁻¹

4. Conclusion

Based on the results of the study, the following conclusions can be drawn:

1. Application of combined mudpress and inorganic fertilizers significantly affected the number of days from seeding to maturity and fresh herbage yield (t ha⁻¹). Likewise, number of seeds per plant and total grain yield (t ha⁻¹) significantly affected the yield of mungbean.
2. Plants applied with of 25-50% (2.5-5 tha-1RROF mudpress) + (50-75% RRIF 15-22.5 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O) (T₅ and T₆) produced higher yield of (1.41 t ha⁻¹ and 1.21 t ha⁻¹) comparable to RRIF 30-30-30 kg ha⁻¹

N, P₂O₅, K₂O (T₂) of (1.47 t ha⁻¹) than that of other treatments.

3. Application of pure inorganic at the rate of 30-30-30 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, K₂O got the highest net income ha⁻¹ of PhP 73, 392.00. Among the combined treatments, application of 5.0 t ha⁻¹ + 15 kg and 2.5 t ha⁻¹ + 22.5 and kg N, P₂O₅, K₂O ha⁻¹ (50-100% inorganic fertilizer) gave higher net income of PhP 63812.00 and PhP 52624.00, respectively.

5. Recommendation

1. A follow-up experiment shall be conducted using other legumes in areas of different agro-climatic

conditions.

2. It is recommended to evaluate the effects of combined mudpress and inorganic fertilizer on the nodulation of mungbean.
3. Mungbean seeds should be sown in ridges to prevent from waterlogging especially during wet season cropping.

Conflict of interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

References

- Aleras JG. 2004. Response of mungbean to phosphorus fertilizer application. Undergraduate thesis. Leyte State University, ViSCA Baybay, Leyte.
- Bhosale PR, Chonde SG, Raut PD. 2012. Studies on extraction of sugarcane wax from press mud of sugar factories from Kolhapur district, Maharashtra. *J Environ Res Dev*, 6(3A): 615–620.
- Dotaniya ML. 2013. Impact of various crop residue management practices on nutrient uptake by rice-wheat cropping system. *Curr Adv Agric Sci*, 5(2): 269–271.
- Dotaniya ML. 2014. Role of bagasse and press mud in phosphorus dynamics, 1st edn. Lap Lambert Academic Publisher, Germany.
- Ghulam S, Khan MJ, Usman K, Shakeebullah A. 2012. Effect of different rates of press mud on plant growth and yield of lentil in calcareous soil. *Sarhad J Agric*, 28(2): 249–252.
- Gupta N, Tripathi S, Balomajumder C. 2011. Characterization of press mud: a sugar industry waste. *Fuel*, 90(1): 389–394.
- Landon JR. 1991. Booker Tropical Soil Manual. Longman Scientific and Technical. Essex, England.
- Mitani N, Ma JF. 2005. Uptake system of silicon in different plant species. *J Exp Bot*, 56: 1255–1261.
- NCT Manual for Legumes, Revised. 2017. Guidelines in conducting National Cooperative Testing in Field Legumes. Field legumes Technical Working Group. Bureau of Plant Industry. Diliman, Quezon City. Revised.
- PCARRD Handbook. 2002. PCARRD: Philippine Council for Agriculture, Forestry, and Natural Resources Research and Development. Mungbean Varieties, Philippines.
- Patil NN, Jadhav S, Ghorpade SS, Sharma AB. 2013. Isolation and enrichment of sugar press mud (SPM) adapted microorganism for production of biofertilizer by using sugar press mud. *Intl J Adv Biotech Res*, 14(1): 96–104.
- Razlin AH, Bronwyn B, Sean M, Graham JK. 2018. The potential of the underutilized pulse bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) for nutritional food security, *J Food Comp and Anal*, DOI: 10.1016/j.jfca.2018.12.008.
- Singh BN. 2017. What causes high levels of potassium. URL: http://www.researchgate.net/post/What_causes_high_levels_of_Potassium_in_a_forest_ecosystem/amp (access date: 06.03.2020)
- Shukla, M, Patel RH, Verma R, Deewan P, Dotaniya ML. 2013. Effect of bio-organics and chemical fertilizers on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. *Vegetos*, 26(1): 183–187.
- Shukla SK, Yadav RL, Awasthi SK, Gaur A. 2016. Soil microbial biomass nitrogen, in situ respiration and crop yield influenced by deep tillage, moisture regimes and N nutrition in sugarcane-based system in subtropical India. *Sugar Tech*. URL: <https://psa.gov.ph/sites/default/files/PIF%202018.pdf> (access date: 02.03.2020).



Research Article

Volume 3 - Issue 4: 267-277 / October 2020

DETERMINATION OF BOTANICAL COMPOSITION, NUTRIENT CONTENT, FEED VALUE AND QUALITY PARAMETERS BETWEEN MAY-AUGUST MONTHS OF NATURAL GRASSLANDS OF ANKARA PROVINCE

Zehra SARIÇİÇEK^{1*}

¹Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 06110, Ankara, Turkey

Received: June 26, 2020; **Accepted:** August 24, 2020; **Published:** October 01, 2020


Abstract

This study was carried out to determine change in botanical composition, nutrient content, feed value and some quality parameters of natural grasslands in Ankara, for 4 months May, June, July and August. The study was carried out in the natural rangeland areas of 3 villages within the borders of Ayaş (1 and 2) and Nallıhan (3) in Ankara province in 2016. The botanical composition, nutrient contents fibrous materials, mineral substances, with In vitro gas production: GP, dry matter digestibility: DMD, and organic matter digestibility: OMD, energy values, and methane production:MP capacities, in vitro neutral detergent fiber digestibility: dNDF, relative feed values: RFV and relative forage quality index:RFQI determined by taking feed samples every 15 days in May, June, July and August. The botanical diversity of rangelands was found different from each other. The proportion of legumes compared to weight in rangeland 1 was higher compared to grassland 2 and 3, and the proportion of the wheatgrain and others was lower. While wheatgrain and legumes ratio was close to each other on rangeland 2, the proportion of cereals was found higher than legumes on the rangeland 3. In all three rangelands, while the CP, NFE, N, Ca, GP, DMD, OMD, dNDF and RFV RFQI values of the plants were high in May, it was determined that these features decreased significantly until August ($P<0.05$). CF and ADF, NDF and ADL contents, were low in May, but increased significantly towards August ($P<0.05$). Ash content was higher in August and July than in May and June ($P<0.05$). While MP in rangeland 1 and 2 was high in May, June and July, and low in August ($P<0.05$), but in rangeland 3 was highest in May compared to other months ($P<0.05$). RFV and forage quality of plants in rangeland were highest in rangeland 1 followed by 2 and han rangeland 3. Angora goats can be grazed easily in May and June.

Keywords: Botanical composition, Feed value, Nutrient content, Rangeland, Quality

***Corresponding author:** Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 06110, Ankara, Turkey

E mail: zsaricicek@ankara.edu.tr (Z. SARIÇİÇEK)

Zehra SARIÇİÇEK  <https://orcid.org/0000-0003-2138-793X>

Cite as: Sariçicek Z. 2020. Determination of botanical composition, nutrient content, feed value and quality parameters in between May-August months of natural grasslands of Ankara province. BSJ Agri, 3(4): 267-277.

1. Introduction

Roughage are important for saliva secretion, healthy rumen physiology, and economic nutrition in the

nutrition of ruminants. The most important source of roughage for an economical livestock is rangeland areas. The feeding value of rangelands is not the same all year

round. Since most of the plants grown in the rangelands develop in the spring season, animals graze most efficiently in the rangelands for 3-4 months (Saricicek, 2007).

Rangeland vegetation is a mixture of different varieties of wheatgrass and legumes and other families (Valentine, 2000). Knowing the nutritional values of rangeland plants is important for animal nutrition. The vegetative presence of each rangeland is unique and the nutritional values of the pasture and rangeland plants differ from the mono culture forage plants (Vázquez de Aldana et al., 2000). Quality of rangeland-pasture depends on the nutrient content of the feed, the digestibility of the nutrients and the amount of feed grazed by animals (George et al., 2001). The feeding values of rangeland-pasture forage crops are flora climate condition, altitude, irrigation, fertilization, soil structure and under the influence of plant vegetation period (Buxbaum and Vanderbilt, 2007). All plants communities change over time, regardless of their location. Environmental variables affect the distribution and composition of plant species in rangeland (He et al., 2007).

There are a total of 412.404,00 ha rangeland, plateaus and overwintering and public pasture and grasslands in Ankara. It is in the weak and middle class due to the characteristics of Central Anatolia precipitation belt. The average annual rainfall in Ankara Province is low and the area covered with plants has decreased by 10-40% in the meadows and pastures due to irregular grazing in the last 10 years (Anonymous, 2017). There has been insufficient information about the nutrient composition and feed values of the feeds in rangelands belonging to Ankara.

The purpose of this study is to compare by months (May, June, July and August) changes in botanical composition, nutrient content, and feed value and quality of natural rangelands in three villages in the districts where Ankara goat breeding enterprises are located and compare the rangelands in terms of their feed quality and to determine their quality.

2. Materials and Methods

2.1 Material

The feed material of the study consists of natural rangeland feeds. In Ankara province, among the rangeland in the area where 30 enterprises producing Ankara goat breeding were determined total 3 rangelands including 2 in the district of Ayaş (Başbereket and Ilica) and 1 in Nallıhan (Çayırhan) district by observing the frequency and diversity of vegetation in the rangelands.

The study was carried out in Ankara in May, June, July and August in 2016. Ankara is a province with an average annual temperature of 11.9 °C with an altitude of 39.92° N, 32.85° D, 850 m in the Central Anatolia region. The annual average highest temperature is 17.8 °C, the lowest temperature is 6.2 °C. The average annual rainfall is 383 mm. The average number of rainy days is 101.8 days. The

driest month is August, with 10 mm of rain. With an average of 52 mm of precipitation, the highest amount of precipitation is observed in May (Anonymous, 2016). Working area: Ankara province Ayaş (Principality: 40° 5' 59.6112" N and 32° 24' 9.0540" E, altitude 1200m (1) and Ilica: 40° 3' 23.6592" N and 32° 15' 31.4748" E, altitude 750m) (2) and Nallıhan (Çayırhan 40° 5' 49.4736" N and 31° 40' 41.5668" E, altitude 503m) are the natural rangelands areas belonging to the village (3).

2.2. Method

In each rangelands, 4 sampling areas of 400 m² (20×20 m) were created to determine the botanical diversity, nutrient content, feed quality and value of the 3 rangelands in Ankara Province. In these areas, measurement points were determined with 4 mark piles on 4 lines.

Circles of 1 m² (100cm×100cm) were laid every 15 days from the determined measurement areas of each rangelands in May, June, July and August, the plants left in circles were collected by harvesting at a height of 3-5 cm from the ground level and labeled by putting them in locked bags. The leaves and branches at the height that animals can eat and reach from the bushes and trees were collected from lower, middle and upper parts.

For each group of plants taken from each rangeland, classification was made according to their botanical composition by weight (Koç and Çakal, 2004; Tosun and Altın, 1986). Identification of plants, were done by the methods of Davis (1965, 1985) and Davis et al., (1988)

The first dry matter was determined for nutrient analysis of the plant samples, and then the plants were dried in the oven at 45 °C for 48 hours, kept open in the air and prepared for analysis as dry feed in air. Then, analysis of nutrients in dry air samples (dry matter; DM, crude protein; CP, ether extract; EE, ash were made according to A.O.A.C. (1998), each analysis was done in 3 replications; nitrogen free extracts:NFE by calculating, raw fiber CF, acid detergent fiber: ADF, neutral detergent fiber: NDF and acid detergent lignin; ADL analysis according to the method specified by Van Soest and Robertson (1991) using ANKOM-200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA). Minerals in the ash (Ca, P, Mg, Na, K, Fe Zn Si, N) were made according to Boss and Fredeen (2004) and were read with ICP (Optima 2100 DV ICP / OES, PERKIN ELMER) at appropriate wavelengths (Optima 2100 DV ICP / OES, PERKIN ELMER). In vitro gas production (GP), metabolizable energy (ME) (Menke et al., 1979) and net energy lactation(NEL) (Menke and Steingass, 1988), dry matter digestibility (DMD) and organic matter digestibility (OMD) and neutral detergent fiber digestibility (dNDF) of rangeland plants analyzed in Daisy incubator (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA) (Menke et al., 1979). Infrared methane analyzer (sensors Europa Analysentechnik GmbH, Erkrath, Germany) was used to determine the methane production (MP) of plants (Goel et al., 2008), and the relative feed value (RFV) was calculated according to Rohweder et al. (1978) and Relative forage quality (RFQ) index of

rangelands plants was made according to Undersander and Moore (2002).

2.3. Statistical Analysis

The normality assumption of the data on the nutrient content, in vitro gas production and digestibility of plants was determined to be suitable for the analysis of variance analysis of the data measured by the Levene test with the ShapiroWilk test (P>0.05). Therefore, one-way analysis of variance was used in the analysis of all data. The differences between pastures and months were determined by Duncan multiple comparison test (Önder, 2018; Genç and Soysal, 2018). The interaction was analyzed according to factorial trial pattern by variance analysis. SPSS 22 package program was used in the analysis of datas.

3. Results

3.1. Botanical Composition of Grasslands

The botanical structure was the first examined in plant samples taken from three different rangelands in May, June, July and August. The botanical structure of the rangeland plants is given in Table 1. As can be seen from the table, the botanical structure of the plant has changed

according to the rangelands. When the botanical composition of rangeland 1 by weight is analyzed, it is determined that the rate of wheatgrass is lower compared to other rangelands and the rate of legumes is higher. On grassland 2, the proportion of the wheatgrass and legumes were found close to each other. Astragalus varieties from legumes were more common in rangelands 1 and 2. On the rangeland number 3, it was determined that the rate of legumes was less than that of wheatgrass. In rangelands, generally *Agropyron*, *Bromus*, *Festuca*, *Poa*, *Elymus*, *Triticale*, *Hordeum* and *Sorghum* species were found mostly from wheatgrass.

The most common legume varieties in the rangelands are *Astragalus* varieties, *Medicago rigidula*, *Onobrychus oxyodonta*, *Trifolium arvense*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus Fabales*, *Lotus aegaeus*. Others in the rangelands included mostly herbaceous and flowering plants. Mostly *Lamiaceae L.*, *Galium aparine*, *Thymus*, *Artemisia fragrans*, *Euphorbia Rosidae*, *Convolvulus*, *Euphorbia Rosidae*, *Peganum harmala*, *Onopending acanthium*, *Centaurea iberica*, *Aethionema Dumanii*, *Cota tinctoria L.*, *Cirsium arvense*, *Rumex acetovica*, has been widely encountered.

Table 1. The botanical structure of rangelands and proportion on the basis of weight

Rangeland 1	%	Rangeland 2	%	Rangeland 3	%
Wheatgrass					
<i>Aegilops ovata</i>	1.27	<i>Agropyron intermedium</i>	1.15	<i>Agropyron cristatum</i>	1.77
<i>Agropyron intermedium</i>	1.65	<i>Bromus japonicus</i>	1.52	<i>Avena fatua</i>	1.25
<i>Avena fatua</i>	2.55	<i>Bromus tectorum L</i>	1.09	<i>Bromus tomentellus</i>	0.75
<i>Andropogan griyllus</i>	1.75	<i>Chrysopogon gryllus</i>	2.05	<i>Elymus repens</i>	1.55
<i>Bromus erectus</i>	1.25	<i>Dactylis glomerata</i>	2.15	<i>Festuca valesiaca</i>	1.58
<i>Cynodon dactylon</i>	1.85	<i>Elymus junceus</i>	1.27	<i>Hordeum murinum</i>	0.67
<i>Dactylis glomerata</i>	1.75	<i>Elymus repens</i>	2.55	<i>Poaceae Stipa</i>	1.21
<i>Elymus repens</i>	1.85	<i>Festuca ovina</i>	2.25	<i>Secale montanum</i>	1.62
<i>Festuca ovina</i>	1.56	<i>Festuca valesiaca</i>	1.73	<i>Chrysopogon gryllus</i>	1.65
<i>Hordeum murinum</i>	1.68	<i>Hordeum murinum</i>	0.75	<i>Cynodon dactylon</i>	1.77
<i>Poa pratensis</i>	1.30	<i>Secale montanum</i>	1.15	<i>Hordeum bulbosum</i>	1.89
<i>Stipa lagascae</i>	1.23	<i>Poa nemoralis</i>	2.27	<i>Poaceae Stipa</i>	1.17
<i>Sorghum halepense</i>	1.00	<i>Poa bulbosa var. Vivipara</i>	1.18	<i>Triticale</i>	1.16
Total	20.69		21.12		22.04
Legumes					
<i>Astragalus densifolius subsp. ayashensis</i>	2.11	<i>Astragalus angustifolius</i>	2.45	<i>Astragalus beypazaricus</i>	2.05
<i>Astragalus cicer L.</i>	2.25	<i>Astragalus beypazaricus</i>	2.71	<i>Astragalus fabaceus</i>	3.44
<i>Astragalus densifolius</i>	2.64	<i>Astragalus densifolius subsp. ayashensis</i>	2.25	<i>Astragalus trichostigma</i>	2.12
<i>Astragalus fabaceus</i>	2.52	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	1.78	<i>Ebenus hirsuta</i>	2.82
<i>Astragalus microcephalus</i>	2.23	<i>Astragalus microcephalus</i>	2.18	<i>Lotus corniculatus L. Va</i>	2.14
<i>Astragalus turcicus</i>	1.80	<i>Ebenus hirsuta</i>	1.55	<i>Onobrychis oxyodonta Boiss</i>	1.73
<i>Medicago rigidula</i>	1.15	<i>Medicago rigidula</i>	1.85	<i>Trifolium hybridum</i>	1.78
<i>Cicer arietinum</i>	1.17	<i>Onobrychis armena</i>	1.57	<i>Trifolium pallidum</i>	2.52
<i>Lathyrus Fabales</i>	1.65	<i>Trifolium incarnatum</i>	1.00		
<i>Lolium perenne</i>	0.67	<i>Trifolium repens</i>	1.16		
<i>Lotus aegaeus,</i>	0.67	<i>Triticale</i>	1.50		
<i>Lotus corniculatus</i>	0.77	<i>Vicia cracca</i>	1.06		
<i>Onobrychis oxyodont</i>	0.75		1.15	<i>Agropyron cristatum</i>	1.77
<i>Onobrychis elata</i>	1.50		1.52	<i>Avena fatua</i>	1.25
<i>Trifolium arvense</i>	1.15		1.09	<i>Bromus tomentellus</i>	0.75
<i>Triticale</i>	0.25		2.05	<i>Elymus repens</i>	1.55
Total	23.28		21.06		18.6

Table 1. The botanical structure of rangelands and proportion on the basis of weight (continuing)

Rangeland 1	%	Rangeland 2	%	Rangeland 3	%
		Others			
<i>Acroptilon repens</i>	1.07	<i>Adonis aestivalis</i>	1.55	<i>Achillea millefolium</i>	1.01
<i>Aethionema dumanii.</i>	1.95	<i>Adoxaceae Sambucus ebulus L.</i>	1.19	<i>Adoxaceae Sambucus ebulus L.</i>	0.73
<i>Alopecurus arandinaceus</i>	1.28	<i>Aethionema dumanii,</i>	0.75	<i>Alyssum niveum</i>	1.55
<i>Amaranthus sp.</i>	0.06	<i>Amygdalus orientalis</i>	0.98	<i>Anthemis cretica</i>	0.33
<i>Anthemis cretica,</i>	2.11	<i>Berberis crataegina</i>	0.75	<i>Amygdalus orientalis</i>	1.00
<i>Artemisia fragrans</i>	1.50	<i>Brassica juncea,</i>	1.02	<i>Artemisia santonicum</i>	1.15
<i>Asperula bornmuelleri</i>	1.05	<i>Campanula damboldtiana.</i>	1.55	<i>Asyneuma linifolium nallhanicum</i>	1.11
<i>Artemisia santonicum</i>	1.22	<i>Carduus nutans</i>	1.01	<i>Brassica juncea</i>	1.27
<i>Brassica juncea</i>	0.68	<i>Carthamus sp</i>	0.84	<i>Carduus nutans</i>	1.38
<i>Campanula damboldtiana.</i>	1.15	<i>Centaurea solstitialis,</i>	0.68	<i>Campanula latifolia L.</i>	1.26
<i>Campanula latifolia L.</i>	0.02	<i>Centaurea iberica Trev. ex Sprenge.</i>	0.57	<i>Carduus nutans</i>	1.28
<i>Carex sp</i>	1.00	<i>Chenopodiaceae Album L.</i>	0.75	<i>Centaurea iberica Trev. Ex Sprenge</i>	0.76
<i>Carthamus lanatus</i>	1.45	<i>Cirsium arvense</i>	1.05	<i>Cichorium intybus</i>	1.25
<i>Centaurea iberica</i>	0.05	<i>Convolvulus arvensis</i>	1.00	<i>Cirsium arvense</i>	0.78
<i>Centaurea solstitialis</i>	2.45	<i>Cota tinctoria L</i>	0.06	<i>Cotoneaster nummularia</i>	1.17
<i>Chenopodiaceae Album L.</i>	0.85	<i>Cotoneaster nummularia</i>	1.00	<i>Cornus mas L.</i>	1.12
<i>Cirsium arvense</i>	0.73	<i>Cupressaceae JuniperusL.</i>	0.79	<i>Crataegus pentagyna Waldst</i>	1.78
<i>Conium maculatum L.</i>	1.33	<i>Crataegus orientalis</i>	1.15	<i>Cynanchum acutum L</i>	1.11
<i>Convolvulus arvensis</i>	1.75	<i>Crataegus monogyna</i>	1.02	<i>Cytisus scoparius</i>	1.07
<i>Crataegus monogyna</i>	1.05	<i>Cota tinctoria L.</i>	1.63	<i>Ebenus hirsuta</i>	1.21
<i>Crepis purpurea</i>	0.95	<i>Cynanchum lineatus</i>	1.15	<i>Elymus hispidus</i>	0.79
<i>Cynanchum lineatus,</i>	2.15	<i>Cyticus scoparius</i>	1.58	<i>Erodium cicutarium</i>	1.18
<i>Euphorbia Rosidae</i>	0.05	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	1.27	<i>Euphorbia esula</i>	1.17
<i>Fagaceae Quercus</i>	1.79	<i>Erodium cicutarium</i>	1.55	<i>Galium aparine</i>	1.51
<i>Galium aparine</i>	2.15	<i>Euphorbia Rosidae</i>	1.47	<i>Hodan</i>	1.27
<i>Hedysarum varium</i>	2.17	<i>Fabaceae Acacia</i>	1.29	<i>Lappaceum,</i>	1.41
<i>Juncus sp</i>	1.00	<i>Fagaceae Quercus</i>	1.23	<i>Lolium rigidum</i>	1.12
<i>Koeleria cristata</i>	0.05	<i>Galium aparine</i>	1.32	<i>Malabaila seacacu</i>	0.17
<i>Lamiaceae L.</i>	0.08	<i>Hedysarum varium</i>	0.61	<i>Muscari adilii,</i>	0.09
<i>Lavandula stoechas</i>	2.15	<i>Hypericum perforatum</i>	0.75	<i>Onopordum acanthium</i>	1.38
<i>Malvaceae Alcae</i>	2.25	<i>Juniperus oxycedrus</i>	0.56	<i>Onopordum illyricum</i>	0.99
<i>Onopordum acanthium</i>	1.01	<i>Logfia arvensis</i>	0.08	<i>Ornithogalum narbonense L.</i>	1.56
<i>Onopordum illyricum</i>	1.14	<i>Lamiaceae L.</i>	0.61	<i>Paliurus spina</i>	1.28
<i>Ophiopogon japonicus</i>	0.83	<i>Linum nodiflorum</i>	1.57	<i>Peganum harmala</i>	1.55
<i>Paliurus spinosa</i>	0.07	<i>Marrubium parviflorum</i>	0.54	<i>Plantaginaceae veronica</i>	1.37
<i>Papaver arenarium</i>	0.27	<i>Minuartia hamata</i>	0.09	<i>Plantago lanceolata L</i>	1.53
<i>Peganum harmala</i>	0.34	<i>Minuartia anatolica</i>	0.06	<i>Potentilla recta</i>	1.09
<i>Pelargonium graveolens</i>	0.22	<i>Ophiopogon japonicus</i>	0.05	<i>Poterium sanguisorba</i>	1.17
<i>Plantago lanceolata</i>	0.66	<i>Ornithogalum Umbellatum</i>	0.15	<i>Pyrus elaeagnifolia</i>	1.77
<i>Plantaginaceae veronica</i>	1.52	<i>Paliurus spina-christi</i>	1.75	<i>Rumex acetosella</i>	1.62
<i>Prunus cocomilia</i>	1.05	<i>Papaver arenarium Bieb.</i>	0.06	<i>Rosaceae Rubus</i>	0.88
<i>Prunus spinosa,</i>	0.15	<i>Peganum harmala</i>	1.25	<i>Salsola ruthenicca</i>	0.84
<i>Quercus L.</i>	0.08	<i>Pelargonium graveolens</i>	1.38	<i>Salvia sp.</i>	0.06
<i>Quercus cerris</i>	1.23	<i>Phleum bertolonii</i>	1.02	<i>Scabiosa sp.</i>	0.11
<i>Rosa foetida,</i>	56.03	<i>Plantaginaceae veronica</i>	1.06	<i>Slybum marianum</i>	0.78
<i>Rosaceae Rubus</i>	100.0	<i>Pyrus elaeagnifolia</i>	0.75	<i>Sinapis arvensis</i>	0.66
<i>Rosa hemisphaerica</i>	1.07	<i>Prunus spinosa,</i>	1.16	<i>Spartium junceum</i>	1.23
<i>Rumex acetocella</i>	1.95	<i>Quercus pubescens</i>	0.88	<i>Taraxacum officinale</i>	1.56
<i>Sanguisorba officinalis</i>	1.28	<i>Rosaceae Rubus</i>	0.06	<i>Teltaria auiacea</i>	0.79
<i>Sinapis arvensis</i>	0.06	<i>Rumex acetosella</i>	2.17	<i>Thymus sepyllum</i>	1.05
<i>Stipa holosericea</i>	2.11	<i>Silybum marinum</i>	1.16	<i>Thymus squarrosus</i>	1.10
<i>Sonchus sp</i>	1.50	<i>Sinapsis arvensis</i>	1.07	<i>Xanthium spinosum L.</i>	1.22
<i>Taraxacum officinale</i>	1.05	<i>Spartium junceu,</i>	1.22	<i>Verbascum lyidium</i>	0.89
<i>Taraxacum scaturiginosum</i>	1.22	<i>Taraxacum serotinum</i>	1.00	<i>Verbascum thapsus L.</i>	1.85
<i>Teucrium chamaedrys</i>	0.68	<i>Teltaria auiacea</i>	1.10		
<i>Thymus squarrosus,</i>	1.15	<i>Thymus sipyleus Boiss.</i>	2.75		
<i>Tragopogon buphthalmoides</i>	0.02	<i>Thymus squarrosus</i>	1.40		
<i>Xanthium spinosum</i>	1.00	<i>Tragopogon reticulatus</i>	0.83		
<i>Verbascum thapsus L.</i>	1.45	<i>Tragopogon dubius</i>	0.11		
<i>Viscum albium L.</i>	0.05	<i>Tripleurospermum sevanense</i>	0.06		
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	2.45	<i>Urtica</i>	1.21		
Total	0.85		58.82		59.36
General total	0.73		100		100

In addition to fodder and flowering plants, *Fagaceae Quercus*, *Prunus spinosa*, *Fabaceae Acacia*, *Rosaceae Rubus*, *Cornus mas L.*, *Cotoneaster nummularia*, *Cupressaceae JuniperusL.* Shrubs, trees and thorny plants such as *Xanthium spinosum* are also found. When general appearance of rangelands was examined, it is determined

that although there was more plant diversity in rangelands 1 and 2, there was less plant diversity in rangeland 3.

3.2. Nutrient Contents of Rangelands

The change of nutrient contents of rangeland plants by months are given in Table 2. Grassland X month interaction was found significant for all variables mentioned in Table 2 (P<0.05).

Table 2. Change of nutrient composition by months of grasslands (100% DM)

Grassland no	Nutrients	May	June	July	August	Sig
1	CP	16.85 ± 0.69 ^a	15.24 ± 0.62 ^a	13.49 ± 0.63 ^b	12.64 ± 0.09 ^b	<0.001
	EE	1.45 ± 0.02 ^c	1.44 ± 0.06 ^c	1.54 ± 0.08 ^b	1.75 ± 0.05 ^a	0.007
	Ash	1.58 ± 0.07 ^d	3.47 ± 0.64 ^c	4.58 ± 0.37 ^b	5.75 ± 0.87 ^a	<0.001
	NFE	49.01 ± 0.73 ^a	43.9 ± 1.40 ^b	38.21 ± 0.60 ^c	37.43 ± 0.89 ^d	<0.001
	CF	31.12 ± 0.24 ^c	35.91 ± 0.33 ^b	42.18 ± 0.96 ^a	42.43 ± 2.65 ^a	<0.001
	ADF	34.32 ± 0.29 ^d	37.75 ± 0.32 ^c	42.00 ± 2.48 ^b	56.67 ± 0.09 ^a	<0.001
	NDF	41.39 ± 0.96 ^d	45.71 ± 0.95 ^c	51.94 ± 2.64 ^b	67.27 ± 1.79 ^a	<0.001
	ADL	4.57 ± 0.07 ^d	6.50 ± 0.33 ^c	14.24 ± 0.62 ^a	10.71 ± 1.36 ^b	<0.001
	Ca	5.43 ± 0.26 ^a	3.92 ± 0.07 ^b	3.71 ± 0.24 ^b	2.72 ± 0.028 ^c	<0.001
	P	0.10 ± 0.001 ^b	0.11 ± 0.001 ^a	0.10 ± 0.001 ^b	0.10 ± 0.001 ^b	<0.001
	Mg	0.44 ± 0.005 ^c	0.27 ± 0.001 ^d	1.04 ± 0.001 ^a	0.68 ± 0.020 ^b	<0.001
	Na	0.24 ± 0.002 ^c	0.14 ± 0.011 ^d	0.35 ± 0.005 ^b	0.41 ± 0.010 ^a	<0.001
	K	1.32 ± 0.005 ^c	1.41 ± 0.001 ^b	1.11 ± 0.000 ^d	1.62 ± 0.01 ^a	<0.001
	N	2.12 ± 0.002 ^a	2.14 ± 0.020 ^a	1.25 ± 0.027 ^c	1.32 ± 0.002 ^b	<0.001
	Fe	0.55 ± 0.003 ^b	0.33 ± 0.012 ^c	0.82 ± 0.001 ^a	0.52 ± 0.034 ^b	<0.001
	Zn	0.025 ± 0.002 ^b	0.031 ± 0.000 ^a	0.032 ± 0.000 ^a	0.026 ± 0.001 ^b	0.007
	Si	0.05 ± 0.001 ^b	0.04 ± 0.002 ^c	0.08 ± 0.003 ^a	0.03 ± 0.002 ^d	<0.001
2	CP	16.23 ± 0.27 ^a	13.26 ± 0.35 ^b	13.20 ± 0.53 ^b	12.20 ± 0.24 ^c	<0.001
	EE	1.46 ± 0.03 ^c	1.52 ± 0.12 ^b	1.91 ± 0.15 ^a	1.75 ± 0.15 ^{ab}	0.078
	Ash	4.12 ± 0.28 ^b	3.60 ± 0.28 ^b	9.33 ± 2.98 ^a	11.41 ± 1.05 ^a	0.010
	NFE	44.61 ± 0.52 ^a	44.48 ± 2.37 ^a	37.22 ± 4.40 ^{ab}	28.38 ± 1.48 ^b	0.008
	CF	33.58 ± 1.94 ^b	37.14 ± 1.60 ^b	38.34 ± 0.25 ^b	46.26 ± 0.89 ^a	0.027
	ADF	36.32 ± 2.02 ^d	41.99 ± 1.48 ^c	44.19 ± 0.24 ^b	48.49 ± 0.21 ^a	0.047
	NDF	43.35 ± 2.52 ^b	53.62 ± 2.24 ^b	54.02 ± 0.50 ^b	59.20 ± 1.00 ^a	0.030
	ADL	5.41 ± 0.10 ^d	8.48 ± 0.62 ^c	10.62 ± 0.24 ^b	12.72 ± 0.08 ^a	0.001
	Ca	4.15 ± 0.03 ^a	2.21 ± 0.02 ^d	2.67 ± 0.07 ^c	3.22 ± 0.13 ^b	<0.001
	P	0.09 ± 0.003 ^b	0.12 ± 0.003 ^a	0.08 ± 0.005 ^b	0.08 ± 0.007 ^b	<0.001
	Mg	0.76 ± 0.003 ^b	0.23 ± 0.019 ^d	0.93 ± 0.027 ^a	0.63 ± 0.014 ^c	<0.001
	Na	0.31 ± 0.012 ^b	0.17 ± 0.002 ^c	0.43 ± 0.004 ^a	0.19 ± 0.006 ^c	<0.001
	K	1.14 ± 0.003 ^c	1.49 ± 0.008 ^a	1.12 ± 0.005 ^c	1.20 ± 0.029 ^b	<0.001
	N	2.12 ± 0.002 ^a	1.72 ± 0.05 ^b	1.83 ± 0.021 ^b	1.18 ± 0.06 ^c	<0.001
	Fe	0.53 ± 0.007 ^b	0.35 ± 0.014 ^c	0.75 ± 0.010 ^a	0.32 ± 0.003 ^d	<0.001
	Zn	0.03 ± 0.001 ^a	0.03 ± 0.001 ^a	0.03 ± 0.001 ^a	0.024 ± 0.001 ^b	0.001
	Si	0.04 ± 0.001 ^b	0.05 ± 0.001 ^b	0.08 ± 0.003 ^a	0.03 ± 0.002 ^c	<0.001
3	CP	13.40 ± 0.14 ^a	12.33 ± 0.37 ^b	11.67 ± 0.16 ^c	11.24 ± 0.03 ^c	<0.001
	EE	1.42 ± 0.04 ^c	1.41 ± 0.04 ^c	1.52 ± 0.06 ^b	1.65 ± 0.08 ^a	0.038
	Ash	5.75 ± 0.38 ^d	9.77 ± 0.21 ^c	11.14 ± 0.12 ^b	16.27 ± 0.71 ^a	<0.001
	NFE	46.30 ± 0.67 ^a	37.91 ± 0.58 ^b	25.08 ± 1.06 ^c	18.35 ± 1.39 ^d	<0.001
	CF	33.13 ± 0.35 ^d	38.34 ± 0.25 ^c	50.70 ± 0.54 ^b	52.62 ± 0.74 ^a	<0.001
	ADF	39.01 ± 0.34 ^c	44.19 ± 0.24 ^b	45.43 ± 0.38 ^b	58.99 ± 0.24 ^a	<0.001
	NDF	46.39 ± 0.21 ^c	54.02 ± 0.50 ^b	56.39 ± 1.62 ^b	74.85 ± 0.10 ^a	<0.001
	ADL	5.53 ± 0.49 ^c	10.62 ± 0.24 ^b	10.75 ± 0.40 ^b	15.85 ± 0.15 ^a	<0.001
	Ca	3.97 ± 0.20 ^a	2.14 ± 0.002 ^c	2.90 ± 0.013 ^b	1.87 ± 0.041 ^d	0.035
	P	0.11 ± 0.004 ^b	0.11 ± 0.001 ^b	0.12 ± 0.001 ^a	0.10 ± 0.001 ^c	<0.001
	Mg	0.54 ± 0.013 ^a	0.52 ± 0.003 ^b	0.53 ± 0.006 ^a	0.24 ± 0.001 ^c	<0.001
	Na	0.18 ± 0.002 ^a	0.18 ± 0.001 ^a	0.17 ± 0.001 ^b	0.17 ± 0.002 ^b	<0.001
	K	1.60 ± 0.14 ^b	2.01 ± 0.01 ^a	2.06 ± 0.03 ^a	1.20 ± 0.029 ^c	0.001
	N	1.36 ± 0.05 ^a	0.72 ± 0.027 ^c	1.19 ± 0.03 ^b	0.54 ± 0.008 ^d	<0.001
	Fe	0.96 ± 0.013 ^a	0.09 ± 0.003 ^c	0.09 ± 0.004 ^c	0.40 ± 0.009 ^b	<0.001
	Zn	0.03 ± 0.001	0.03 ± 0.001	0.03 ± 0.002	0.031 ± 0.001	0.428
	Si	0.04 ± 0.002 ^b	0.04 ± 0.003 ^b	0.04 ± 0.003 ^b	0.06 ± 0.001 ^a	<0.001

^{a, b, c} - There is a difference between the means shown in different letters on the same line, P<0.05

DM= dry matter, CP= crude protein, EE= ether extract, NFE= nitrogen free extract, CF= crude fiber, ADF= acide detergent fiber, NDF= nötr detergent fiber, ADL= acide detergent lignin

While CP and NFE content of plants were highest in May and June in all three rangelands, it was found to be the lowest in August and July and the differences between them were significant (P<0.05). The highest CP content was determined in rangeland 1, followed by rangeland 2

and rangeland 3.

EE content of rangeland plants was higher in rangeland 1 and 3 in August, while it was significantly higher in rangeland 2 in July and August compared to other months (P<0.05). As growing periods of plants

progressed, EE content also increased. Ash content was found to be significantly higher in all three rangelands compared to other months in August and July (P<0.05). The effect of months on the fiber material content of the plants was important. Fibrous materials indicative of digestibility; CF, ADF, NDF and ADL contents was low in May in all 3 rangelands, but increased in August and difference between months in terms of these criteria was significant (P<0.05). Ca and N from minerals was significantly higher in May compared to other months in all 3 rangelands (P<0.05). While P was the highest in rangelands 1 and 2 in June, it was highest in rangeland 3 in July (P<0.01). Mg, Fe, Zn and Si contents of plants were highest in rangelands 1

and 2 in July (P<0.05), whereas Mg in July 3, Fe, May and Si were highest in August (P<0.05). Na was found to be the highest in rangeland 1 in August, in rangeland 2 in July, and in rangeland 3 in May-June (P<0.05). K content was high in rangeland 1 in August, while rangeland 2 was high in June, and rangeland 3 was high in July and June (P<0.05). The mineral content of the plants in the rangelands varied by month.

3.3. In Vitro Feed Values of Rangelands

The change of in vitro GP, methane, DMD, OMD ME, NE_L, dNDF values of rangelands by months is given in Table 3. Rangeland X month interaction is important for all variables in Table 3 (P<0.05).

Table 3. Change of feed value in vitro by months of grasslands (100%DM)

Grassland no		May	June	July	August	Sig
1	GP	41.6 ± 0.79 ^a	40.14 ± 0.47 ^b	39.88 ± 0.04 ^c	36.47±0.06 ^d	0.001
	Methane,ml	5.37 ± 0.11 ^a	5.28 ± 0.09 ^a	5.16 ± 0.13 ^a	4.64 ± 0.2 ^b	0.001
	Methane,%	14.98±0.08 ^a	14.3 ± 0.12 ^a	14.25 ± 0.06 ^a	13.65 ± 0.20 ^b	0.001
	DMD	68.36±0.18 ^a	66.71 ± 0.18 ^b	54.97 ± 0.63 ^c	53.8 ± 0.26 ^d	0.001
	OMD	52.08±0.33 ^a	52.13 ± 1.36 ^a	50.40 ± 0.58 ^b	49.00 ± 0.64 ^b	0.005
	ME	7.88 ± 0.04	7.86 ± 0.21	7.62 ± 0.09	7.52 ± 0.09	0.149
	NE _L	4.76 ± 0.04	4.66 ± 0.19	4.27 ± 0.08	4.25 ± 0.08	0.181
2	dNDF,%KM	21.37 ± 2.46 ^a	20.92± 1.4 ^a	12.94 ± 0.22 ^b	12.5 ± 0.78 ^b	0.001
	GP	41.24±0.12 ^a	39.42 ± 0.31 ^a	39.07± 0.45 ^a	28.81 ± 8.43 ^b	0.001
	Methane,ml	5.38 ± 0.18 ^a	5.19 ± 0.07 ^a	5.15 ± 0.07 ^a	4.89 ± 0.4 ^b	0.004
	Methane,%	14.28±0.08 ^a	14.28 ± 0.09 ^a	14.25 ± 0.15 ^a	13.65 ± 0.17 ^b	0.063
	DMD	66.77±0.20 ^a	62.14 ± 0.22 ^b	57.23 ± 0.19 ^c	56.4 ± 0.42 ^c	0.001
	OMD	52.62 ± 0.29 ^a	50.26 ± 0.24 ^b	49.83 ± 1.21 ^b	46.04 ± 3.23 ^c	0.035
	ME	7.52 ± 0.18 ^a	7.38 ± 0.12 ^a	7.15 ± 0.04 ^b	6.90 ± 0.05 ^c	0.001
3	NE _L	4.47 ± 0.07 ^a	4.43 ± 0.13 ^b	4.42 ± 0.03 ^b	4.12 ± 0.04 ^c	0.002
	dNDF %KM	22.22 ± 1.88 ^a	20.2 ± 1.86 ^a	20.4 ± 0.54 ^a	11.91 ± 0.45 ^b	0.001
	GP	41.62 ± 0.20 ^a	41.28 ± 0.12 ^a	38.79 ± 0.02 ^b	37.84 ± 0.12 ^c	0.001
	Methane	6.24 ± 0.06 ^a	5.62 ± 0.03 ^b	5.54 ± 0.18 ^b	5.47 ± 0.12 ^b	0.001
	Methane, %	15.45 ± 0.03 ^a	14.85 ± 0.03 ^b	14.55 ± 0.03 ^c	14.55 ± 0.15 ^c	<0.001
	DMD	65.34±0.004 ^a	57.64 ± 0.004 ^b	54.28 ± 0.01 ^c	46.95 ± 0.50 ^d	<0.001
	OMD	51.42 ± 0.65 ^a	49.00 ± 0.64 ^b	47.43 ± 0.24 ^c	45.77 ± 2.35 ^d	<0.001
	ME	7.94 ± 0.04 ^a	7.58 ± 0.04 ^a	7.76 ± 0.1 ^a	6.95 ± 0.49 ^b	<0.001
	NE _L	4.7 ± 0.04 ^a	4.64 ± 0.09 ^a	3.89 ± 0.32 ^b	3.94 ± 0.39 ^b	<0.001
	dNDF, %KM	19.28 ± 2.92 ^a	17.42 ± 2.34 ^b	12.5 ± 0.78 ^c	11.88 ± 0.14 ^d	0.008

^{a, b, c} There is a difference between the means shown in different letters on the same line, P<0.05

GP= gass production, DMD= dry matter digestibility, OMD= organic matter digestibility, ME= metabolisable energy, NE_L= net energy Lactation, dNDF= digestible nötr detergent fiber

GP potential of rangeland plants varied by months. While GP was highest in May in rangeland 1, May-June-July in rangeland 2, May-June in rangeland 3 (P<0.05), was lowest in all rangelands in August (P<0.05). As the development period of plants progressed, GP decreased. MP (ml) and capacity (%) of rangeland plants were significantly higher in rangeland 1 and 2 in May-June-July, and in rangeland 3 in May compared to other months (P<0.05).

In vitro DMD and OMD of rangelands were found to be significantly higher in May compared to other months (P<0.05), These criteria tended to fall until August. There was no statistically significant difference between months in terms of ME and NE_L values of plants in rangeland 1. ME value of plants in rangeland number 2 was significantly higher in May and June than in July and August (P<0.05). In terms of ME value of rangeland 3, no significant difference was found between May, June and July, and ME value decreased significantly in August

(P<0.05). The NE_L value of rangeland number 2 was found significantly higher in May compared to other months (P<0.05) and lowest in August (P<0.05). The NE_L value of rangeland number 3 was found to be significantly higher in May and June compared to July and August (P<0.05).

In vitro dNDF values of rangeland plants changed by months. dNDF was found to be highest in May and June in rangeland 1, in May-June and July in rangeland 2, in May in June 3, and lowest in August (P<0.05).

3.4. Feed Quality of Rangelands

DMI, DMD and RFV values calculated using ADF and NDF values for determining roughage values of rangeland plants are given in Table 4. Grassland X month interaction is important for all variables in Table 4 (P<0.05).

The predicted DMI in all rangelands was determined in the highest in May and the lowest in August, and the difference between the months for DMI was significant

($P < 0.05$). No significant difference was found between June and July in terms of DMI on rangeland 2.

DMD was found higher in rangeland 1 in May compared to other months, and a significant difference was determined between months ($P < 0.05$). In rangelands 2 and 3, DMD was highest in May compared to other months, while it was lowest in August ($P < 0.05$). No significant differences were found between June and July in terms of DMD in this both rangelands.

RFV scored over 100 in May, June and July in pasture number 1, and scored below 100 in August and had the worst feed value with 5. Quality. On the rangeland 2, RFV was included in the 1st Quality Class in May, as it

received less than 100 points in June and July, and in the 3rd Quality (middle) Class and in 4th (Bad) in August. Rangeland 3 was included in the 2nd Class in May, 3rd Class in June and July (middle), and 5th quality (worst) in August.

RFQI scored over 100 points in May, June and July in rangeland 1 and 2, and less than 100 points in August. The difference between months was significant ($P < 0.05$). On the rangeland 3, there were more than 100 points in May, whereas June, July and August were below 100 points and the difference between the months was important ($P < 0.05$).

Table.4. Change of feed value and quality by months of grasslands

Grassland no		May	June	July	August	Sig
1	DMI	2.99± 0.03a	2.63± 0.05b	2.31± 0.01c	1.78± 0.01d	0.001
	DMD	62.17±0.11a	59.49± 0.15b	56.18± 0.22c	44.75± 1.12d	0.001
	RFV	139.71±1.53a	121.07± 1.45b	100.62±1.37c	61.89± 1.24d	0.001
	RFQI	195.03±1.25a	163.89±1.44b	115.16±1.36c	92.94±1.77d	0.004
2	DMI	2.768± 0.03a	2.24± 0.04b	2.22± 0.02b	2.03± 0.01c	0.003
	DMD	60.61± 1.24a	56.19± 1.35b	54.48± 1.27b	51.13± 1.41c	0.001
	RFV	130.05±1.23a	97.481± 0.21b	93.81± 1.09c	80.34± 1.31d	0.007
	RFQI	177.80±1.39	143.45±1.79	128.99±1.57	82.45±1.82	0.005
3	DMI	2.58± 0.01a	2.22± 0.07b	2.13± 0.01c	1.60± 0.02d	0.001
	DMD	58.51± 1.32a	54.47± 0.13b	53.51± 0.23b	42.95± 1.21c	0.001
	RFV	117.33±1.26a	93.81± 0.18b	88.27± 1.21c	53.37± 1.37d	0.001
	RFQI	159.54±1.49	118.95±1.56	78.05±1.79	53.30±1.92	0.004

^{a, b, c}- There is a difference between the means shown in different letters on the same line, $P < 0.05$

DMI= dry matter intake, DMD= digestible dry matter, RFV= relative feed value, RFQI= relative forage quality index.

4. Discussion

4.1. Botanical Composition of Rangelands

While variety of plants and the proportion of legumes in rangelands that are the subject of the study are higher than the wheatgrass in rangeland 1 (Ayaş-Başberket), the ratio of wheatgrass in the rangeland 3 (Nallihan-Çayırhan) is higher than the legumes. The most in among wheatgrass *Agropyron Gaertn*, *Bromus L.*, *Lolium L.*, *Festuca L.*, *Poa L.*, *Dactylis glomerata L.*, *Phleum pratense L.*, *Cynodon dactylon L.* species were found. Among the legumes, *Medicago sativa L.*, *Onobrychis vicifolia Scop.*, *Trifolium L.*, *Vicia L.*, *Lathyrus sativus L.*, *Lotus corniculatus L.* and *Astragalus* species were encountered. Fresh grassland plants are more present in the rangeland in May and June, but decreased in July and August due to the progression of vegetation, the increase in temperature and the decrease of precipitation, and they were replaced by dry grass, stalks, straw, shrubs, thorny trees and leaves. Many researchers state that plant communities change over time, and environmental variables affect the distribution and composition of plant species in the rangeland (El Bana et al., 2002; Jafari et al., 2004; He et al., 2007). However, goats have good ability to evaluate shrubs and leaves. It is stated that goats have high adaptability to nutritional conditions with different plant species even in different seasonal and geographical conditions (Goetsch et al., 2014) and It is stated that leafless, thorny bushes eat flower parts (Garcia and Gall, 1981). It is reported that plants such as *Cirsium spp*

(Beskow 2001; Lamming, 2001), *Carduus nutans* (Host and Allan, 1999), *Onopordum illyricum* (Torrano et al., 1999), *Rumex* species (Hejzman et al., 2014), *Centaurea solstitialis* (Thomsen et al., 1993), *Rubus fruticosus* (Dellow et al.1988), *Artemisia tridentata* and *Juniperus sp.*, *Euphorbia esula* and *Onopordum acanthium* (Beskow, 2001), *Cytisus scoparius* (Pierce, 1990), *Carthamus lanatus* (Lacey et al., 1992), which are also commonly found in rangelands in the present study, are consumed by goats.

4.2. Nutrient Composition of Rangelands

In the rangelands of the study, it was seen that the CP level was the highest in May, but decreased until August. CP content in rangeland 1 decreased from 16.85% in May to 12.33% in August, from 16.23% to 12.20% in rangeland 2 and from 13.40% to 11.24% in rangeland 3. CP content of rangelands decreased in parallel with the progression of vegetation and the increase of temperatures. However, CP ratios are sufficient for small ruminants in all rangelands in May-June (NRC, 2001). The most important reason for the high CP content in May and June in these two rangelands may be due to the fact that the plants of leguminous origin are higher than the rangeland 3 and fresh, young plants in May-June are higher than in July and August. Acharya et al. (2006) state that some of the given species are perennial legume forages, this explains the high CP content especially in rangeland 1. According to McDonald et al. (1995), CP ratios of rangeland, vary depending on species diversity and families to which species belong, soil structure,

fertilization and vegetation period.

In the study, EE level of rangeland plants varied according to months and rangelands. While the EE ratios of plants in rangelands are lower in May and June, EE content increased as the plant matured in July-August. Similarly, Pallardy (2008) stated that EE content of plants varies depending on the periods. In some studies with shrubs, it was stated that the level of EE was low at the beginning of growth and there was an increase in EE content due to the progress of maturation (Wood et al., 1995, Singh and Todaria, 2012).

Ash rates of rangeland plants differ significantly between the rangelands as well as each month. Ash rates in May-August varied between 1.58-5.75% in rangeland 1, 4,12-11,42% in rangeland 2, and 5,75-16,27% in rangeland 3. Ash rate of rangeland grass is lower than it should be (9.80%) in all months in rangeland 1, May-June in rangeland 2, May in rangeland 3 compared to NRC (2001). Similarly, Kaya et al. (2001) reported that CP ratio decreased from 20.45% to 9.68% in meadow pastures (May-July) in Kars and its region, and CF increased from 24.66% to 33.58% and significant changes occurred in nutrient contents as the vegetation period progressed. Some other researchers stated that protoplasm substances with high protein content in young cells are too high, cell wall substances are low (Papachritou et al., 2005), and the protein ratio decreases in parallel with the progression of development, but an increase in cell wall materials is observed (Haddi et al., 2003). Their opinions are also compatible with the findings of the study.

Since Lignin is a fibrous compound that cannot be digested by rumen microorganisms, the increase in ADL in August reduces the feed value of plants. Wheatgrass develops faster than legumes and has more and harder stems. However, maturation is slower in legumes (Nelson and Moser, 1994).

In this study, mineral contents of rangeland plants varied according to months, but it was also found different between rangelands. Khan et al. (2004) reported that the level of microelements in forage depends on the type and plant growth cycle, season and soil structure.

4.3. In Vitro Feed Value of Rangelands

While the GU potential of pasture plants was high in May, it decreased in other months, especially in August. It is stated that there is a positive correlation between the amount of CP in feed structure and in vitro GP, and a negative relationship between the increase in cell wall components and in vitro GP (Larbi et al., 1998). This view of the researchers is compatible with the result of the current study. Because CP content of rangelands have high in May and fibrous material content is low, on the contrary, CP content in August is low and fibrous content is high. The reason of produce less gas in August of microorganisms can be explained by the fact that they provide less from feeds of the available protein that they need (Cone and Van Gelder, 1999; Blümmel et al., 2003) and richer in feeds of NDF, ADF and ADL, which they can use less. Also Blümmel and Ørskov (1993); emphasized

the increase in GP and VFAs (Volatile fatty acids) due to carbohydrate metabolism in rumen and their fermentation.

MP capacities of rangeland plants varied by months (Table2). Although MP was significantly lower in the rangelands 1 and 2 in August compared to the other months, MP capacity in rangeland 3 in May was significantly higher than in the other months. It is stated that MP in ruminants is at the beginning of global climate change (Steinfeld et al., 2006). MP also increased when CP content of feeds was high. Lopez et al. (2010) reported that methane content of the total gas produced during fermentation can be used to determine the antimetagenic potential of any feedstuffs and that the feed ingredients can be classified into three groups; low potential (methane in gas between 11-14%), medium potential (methane in gas between 6-11%) and high potential (methane in gas between 0-6%). It was seen that the antimetagenic potential of the plants in the rangelands is in the lower class. Also, Jayanegara et al. (2009) reported a high correlation ($r = 0.86$) between CH₄ production and NDF content of feed material in a study with 17 different plants. In this study, NDF content was also low during the months when the methane content was high.

In our study, DMD, OMD values of rangeland plants were found to be higher in May and June, but lower in July and August. The most important factor affecting this result is the fractions of cellulose. Low levels of CF, ADF, NDF, ADL in May and June compared to July and August caused the digestibility to be higher in these months, and this increased the feed value. This situation can be attributed to the increase of the cell wall components (lignification) of herbs with the progression of vegetation. It can also be said that in July and August, feeds rich in nutrients that are difficult to dissolve in rumen, such as NDF, ADF and ADL, reduce OMD by limiting microbial fermentation.

Energy (ME and NE_L) values of plants in rangelands fell in May, when the plants were fresh and tender, and dropped until August when temperatures started to increase. Similarly, Wilson et al (1991) reported that the main reason for the decrease in OMD, ME and NE_L levels during development was lignification.

While Frost et al. (2008) stated that as the plant stem ratio increases, there is an increase in cell wall components (NDF, ADF, ADL), this significantly decreases digestion, while some researchers have found that digestibility is related to cell wall materials (Jung and Allen, 1995; Bouazza et al., 2012). It was also emphasized that there is a positive relationship between GP and ME (Menke and Steingass, 1988) and between GP and OMD (Getachew et al., 2002). Researchers' views are consistent with the study result. In this study, the increase in the amount of gas produced for 24 hours with CP content of rangeland plants in May and June increased the level of OMD. It can also be said that in July and August, feeds rich in nutrients that are difficult to

dissolve in the rumen, such as NDF, ADF and ADL, reduce OMD by limiting microbial fermentation.

4.4. Feed Quality of Rangelands

In terms of RFV (Rohweder et al. 1978) calculated with CP, ADF and NDF data; rangeland (1) in Ayaş-Başbereket scored higher than 100 in May, June and July, scored below 100 in August, and the highest score was in May. Rangelands in Ayaş-Ilica (2) and Nallıhan-Çayırhan (3) were found to be higher than 100 in May and lower in other months. Redfearn et al (2004) reported that ADF should be 41% and NDF should be 53% for the relative feed value of the feeds to be 100, and if the RFV is greater than 100, the feed quality increases and if it falls below it. Low levels of CF, ADF, NDF, ADL in May and June compared to July and August caused the digestibility to be high in these months, which increased the feed value. This has been emphasized in many studies indicating that RFV, DMD and DMI decreased due to the increase in cell wall components of feeds (Van Soest, 1994; Kamalak et al., 2005; Kamalak and Canbolat, 2010).

According to the RFQI values calculated with TDN (Total digestible nutrients) and dNDF data, rangelands 1 and 2 were determined to exceed 100 points in May, June and July, and rangeland 3 above 100 points in May and 100 points in other months. It has been determined that rangeland forage quality is better in rangeland 1 for every month. Oba and Allen (1999) reported that there is a positive relationship between DMI and NDF digestibility (% NDF), while Undersander and Moore (2002) state that RFQI is a better index than RFV in terms of animal performance.

4. Conclusion

In this study, it was observed that rangelands had rich in botanical composition with different species in May, followed by June, in three rangeland selected based on observation, taking into account the frequency and diversity of plants in rangelands, plant diversity decreased in July and August due to the progression of vegetation and fresh tender plants were replaced by shrub, stalk, tree and shrub type plants.

Ayaş-Başbereket was found richer in terms of diversity. Rangeland plants were found to be better in May and June in terms of nutrient composition, CF, ADF, NDF, ADL, GP, DMD, OMD, RFV and RFQI values, and decreased in July and August. In terms of feed value and quality, it was determined that rangeland 1 in Ayaş-Başbereket was the best, it was followed by rangeland 2 in Ayaş-Ilica and rangeland 3 in Nallıhan-Çayırhan was of lower quality than others. Consequently, rangelands 1 and 2 are more suitable for grazing ruminants or hay harvest, especially in May and July. In addition, thorny shrubs and tree leaves are suitable for feeding goats.

Conflict of interest

The author declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

This work was supported by the Ministry of Agriculture and Forestry as a TAGEM-16 / ARGE-13 project. The author is thankful to Prof.Dr. Rıza AVCIOĞLU for botanical identification.

References

- Acharya SN, Kastelic JP, Beauchemin KA, Messenger DF. 2006. A review of research progress on cicer milkvetch (*Astragalus cicer* L.). *Canad J Plant Sci*, 86: 49-62.
- AOAC. 1998. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis, 15th (Ed.), Vol.1. AOAC, Washington, DC, 69-79.
- Anonymous. 2016. Resmi istatistikler, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> (erişim tarihi: 03.06.2020).
- Anonymous. 2017. Ankara İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu Ankara Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Çevresel Etki Değerlendirme Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Buxbaum CA, Vanderbilt K. 2007. Soil Heterogeneity and the Distribution of Desert and Steppe Plant Species Across a Desert-grassland Ecotone. *J Arid Environ*, 69(4): 617-632.
- Beskow WB. 2001. Integration of goats into sheep and cattle grazing systems as a permanent weed control tool. Institute of Natural Resources, Massey University, PhD Thesis, 206 p. New Zealand.
- Blümmel M, Ørskov ER. 1993. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. *Animal Feed Sci. and Technol.* 40: 109-119.
- Blümmel M, Karsli A, Russell JR. 2003. Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms in vitro and in vivo: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. *British J Nutrition*, 90: 625-634.
- Boss CB, Fredeen KJ. 2004. Concepts, instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectrometry. Shelton, Perkin Elmer, pp 76
- Bouazza L, Bodas R, Boufennara S, Bousseboua H, Lopez S. 2012. Nutritive evaluation of foliage from fodder trees and shrubs characteristic of Algerian arid and semi-arid areas. *J. Anim. Feeding Sci.* 21:521-536.
- Cone JW, Van Gelder AH. 1999. Influence of protein fermentation on gas production profiles. *Anim Feed Sci Technol*, 76: 251-256.
- Davis PH, (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol.1-9, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis PH, Mill RR, Tan K. 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol.10, (Supplement I) Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dellow JJ, Mitchell T, Johnston W, Hennessey G, Gray P. 1988. Large area blackberry (*Rubus fruticosus*) control using grazing goats. *Plant Protection Quarterly*, 3(2):83-84.
- El-Bana MI, Nijs I, Kockelbergh F. 2002. Microenvironmental and vegetational heterogeneity induced by phytogenic nebkhas in an arid coastal ecosystem. *Plant and Soil*, 247: 283- 293.
- Frost RA, Wilson LM, Launchbaugh KL, Hovde EM. 2008. Seasonal change in forage value of rangeland weeds in northern Idaho. *Invasive Plant Sci Manage*, 1(4): 343-351.
- Garcia O and Gall C. 1981. *Goats in the dry tropics*. Goat Production (Ed. C Gall), Academic Press, New York, 515-556.
- Genç S, Soysal MI. 2018. Parametric and nonparametric Post Hoc tests. *BSJ Engin Sci*, 1 (1): 18-27.
- George MR, Nader G, McDougald NK, Connor M, Frost B. 2001. Annual rangeland forage quality. University of California,

- Agriculture and Natural Resources. Rangeland Manag. Series Pub, 8022: 1-13.
- Getachew G, Makkar HPS, Becker K. 2002. Tropical browses: Contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. J Agric Sci, 139: 341-352.
- Goel G, Makkar, HPS, Becker K. 2008. Effects of *Sesbania sesbon* and *Carduus pycnocephalus* leaves and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage and concentrate-based feeds to methane. Anim Feed Sci Technol, 147(1-3):72-89.
- Goetsch AL, Gipson TA, Askar AR, Puchala R. 2014. Invited Review: Feeding behaviour of goats. J Anim Sci, 88(1): 361-373.
- Haddi ML, Flacorda S, Meniai K, Rollin F, Susmel P. 2003. In vitro fermentation kinetics of some halophyte shrubs sampled at three stages of maturity. Anim Feed Sci Tech, 104: 215-225.
- He MZ, Zheng JG, Li XR, Qian YL. 2007. Environmental factors affecting vegetation composition in the Alxa Plateau, China, J Arid Environ, 69: 473-489.
- Hejcman M, Strnad L, Hejcmanova P, Pavlu V. 2014. Biological control of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* by g grazing. Weed Biol Manage, 14(2):115-120.
- Host PJ, Allan CJ. 1999. Targeted grazing of thistles using sheep and goats. Plant Quarterly, 11(Supplement 2): 271-273.
- Jafari M, Zare Chahouki MA, Tavili A, Azarnivand H, Amiri GZ. 2004. Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran). J Arid Environ, 56(4): 627-641.
- Jayanegara A, Togtokhbayar N, Makkar HPS, Becker K. 2009. Tannins determined by various methods as predictors of methane production reduction potential of plants by an in vitro rumen fermentation system. Animal Feed Sci Technol, 150: 230-237
- Jung HG, Allen MS. 1995. Characteristics of plant cell Wall affecting intake and digestibility of forages by ruminants J Anim Sci, 73: 2774-2790.
- Kamalak A, Canbola Ö, Gürbüz Y, Erol A, Özay O. 2005. Effect of maturity stage on chemical composition, in vitro and in situ dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tournefortii* L.). Small Rum Res, 58: 149-156.
- Kamalak A, Canbolat Ö. 2010. Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) hay harvested at three maturity stages using chemical composition and in vitro gas production. Trop Grasslands, 44: 128-133.
- Kaya İ, Öncüer A, Ünal Y, Yıldız S. 2001. Kars yöresi çayır-mera otlarının botaniksel bileşimi ve farklı biçim besin madde düzeyleri. I. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Elazığ, 100-108.
- Khan HR, McDonald GK, Rengel Z. 2004. Zinc fertilization and water stress affects plant water relations, stomatal conductance and osmotic adjustment in chickpea (*Cicer arietinum* L.) Plant Soil, 267: 271-284
- Koç A, Çakal Ş. 2004. Comparison of some rangeland canopy coverage methods. Int. Soil Cong. On Natural Resource Manage For Sustainable Development, June 7-10, 2004, Erzurum, Turkey, D7, 41-45
- Lacey JR, Wallander R, Olson-Rutz K. 1992. Recovery, germinability and viability of leafy spurge (*Euphorbia esula*) seed ingested by sheep and goats. Weed Technol, 6: 599-602.
- Larbi A, Smith JW, Kurdi IO, Raji AM, Ladipo DO. 1998. Chemical composition rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry season in humid tropics. Anim Feed Sci Technol, 72:81-96.
- Lamming L. 2001. Successfully controlling noxious weeds with goats. Alter Weed Strat, 21(4): 19-23.
- López A, Dávila-Vázquez G, León-Becerril E, Villegas-García E, Gallardo-Valdez J. 2010. Tequila vinasses: generation and full scale treatment processes. Rev Environ Sci Bio, 9(2): 109-116.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD and Morgan CA. 1995. Animal Nutrition. Longman Scientific and Technical, New York, USA.
- Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. J Agr Sci Camb, 93: 217-222.
- Menke KH, Steingass H. 1988. Estimation of the Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and in vitro Gas Production Using Rumen Fluid. Anim Res Devl Seperate Print, 28: 7-55.
- NRC, 2001. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th rev. ed.), National Academy Press, Washington, DC.
- Nelson CJ, Moser LE. 1994. Plant Factors affecting forage quality. Forage Quality, Evaluation and Utilization (Ed. Fahey JR.), Madison: American Society of Agronomy, pp. 115-154.
- Oba M, Allen MS. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J Dairy Sci 85: 589-596.
- Önder H. 2018. Nonparametric statistical methods used in biological experiments. BSJ Engin Sci, 1(1): 1-6
- Pallardy SG. 2008. Physiology of Woody Plants (3rd Ed). Elsevier Inc. 454p.
- Papachritou TG, Platis PD, Nastis AS. 2005. Foraging behaviour of cattle and goats in oak forest stands of varying coppicing age in Northern Greece. Small Rumin Res, 59: 181-189.
- Pierce JR. 1990. Controlling saffron thistle with goats in Western Australia. Cashmere Newsletter, May, 30-32.
- Redfearn DD, Zhang H, Caddel JL. 2004. Forage quality interpretations. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University
- Rohweder DA, Barnes RF, Jorgensen N. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. J Anim Sci, 47 (3): 747-759.
- Saricicek BZ. 2007. Büyükbaş baş ve küçükbaş hayvan besleme. Ders kitabı, OMU, Zir Fak. Yay No.37, 435p., Samsun
- Singh B, Todaria NP. 2012. Nutrients composition changes in lives of *Quercus somecarpifolia* at different seasons and altitudes. Annals Forest Res, 55(2): 189-196.
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, De Haan C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agric. Organization of the United Nations, 82-114.
- Thomsen CD, Williams WA, Vayssieres M, Bell FL and George MR. 1993. Controlled grazing on annual grasslands decreases yellow starthistle. California Agri, 47(6): 36-40.
- Torrano L, Holst PJ, Stanley DF. 1999. The effect of herbicide and goats on survival and seed production of Illyrian thistle (*Onopordum illyricum* L.). Plant Protect Quarterly, 14(1): 13-15.
- Tosun F, Altın M. 1986. Çayır-mera yayla kültürü ve bunlardan faydalanma yöntemleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayın no:9 Ondokuz Mayıs Üniversitesi Basım evi, Samsun.
- Undersander D, Moore JE. 2002. Relative forage quality. Focus on Forage, 4 (5): 1-2.
- Valentine SC, Clayton EH, Hudson GJ, Rowe JB. 2000. Effect of virginiamycin and sodium bicarbonate on milk production, milk composition and metabolism of dairy cows fed high levels

- of concentrates. *Australian J Experim Agric*, 40: 773-781.
- Van Soest PV, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*, 74(10): 3583-3597.
- Van Soest PV. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminants* (2.Ed) Cornell University Press. Ithaca, NY.
- Vázquez de Aldana BR, Garcia-Ciudad A, Pérez Corona ME, Garcia-Criado B. 2000. Nutritional quality of semi-arid grassland in western Spain over a 10-year period: changes in chemical composition of grasses, legumes and forbs. *Grass Forage Sci*, 55: 209-220.
- Wilson JR, Deinum H, Engels EM. 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Netherlands J Agri Sci*, 9(1): 31-48.
- Wood CD, Tewari BN, Plumb VE, Powell CJ, Roberts BT, Gill M. 1995. Intraspecific differences in ash, crude protein content and protein precipitation activity of extractable tannins from Napalese fodder trees. *Tropical Sci*, 35: 376-385.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 3 - Sayı 4: 278-285 / Ekim 2020
(Volume 3 - Issue 4: 278-285 / October 2020)

AGRO-METEOROLOJİK YÖNTEMLE MERCİMEK VERİMİNİN TAHMİNİ

Mustafa BAYDEMİR^{1*}

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

Gönderi: 20 Ağustos 2020; **Kabul:** 26 Ağustos 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020

(Received: August 20, 2020; **Accepted:** August 26, 2020; **Published:** October 01, 2020)

Özet

Bu çalışma Türkiye’de mercimek üretiminde yetiştiricilik açısından önemli yeri olan 41 ilde yer alan 238 ilçede mercimek verimine etkili iklim elemanlarını belirlemeye çalışılmıştır. Araştırmada bilgisayar yardımıyla kademeli çoklu regresyon yöntemi kullanılarak 113 farklı iklim elemanlarının mercimek verimine etkisi incelenmiştir. Mercimek verimi yani bağımlı değişken çalışmanın yürütüldüğü yıllara ilişkin ilçelerdeki kırmızı ve yeşil mercimek verimleri birleştirilerek Devlet İstatistik Enstitüsü arşivlerinden derlenmiştir. Mercimek verimine en etkili iklim elemanlarının özellikle zaman faktörü ve çeşitli zamanlardaki yağış miktarları ve sıcaklıklar olduğu saptanmıştır. Belirlenen iklim elemanları yardımıyla ilçeler için ileriye dönük mercimek verim tahminlerinde kullanabilecek tahmin eşitlikler elde edilmiştir. İklim elemanları kullanılarak eşitlikler yardımıyla elde edilen tahmini verim değerleri ile gerçek üretim değerleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Mercimek verimi, Mercimek üretimi, İklim faktörleri, Aşamalı çoklu regresyon yöntemi


Determination of Lentil Yield by Agro-Meteorological Method

Abstract: The main purpose of this study was to obtain the effect of climatic factors to lentil yield in Turkey. In the research by the help of the computers, multiple stepwise regression method was used and the effect of 113 various climatic factors to lentil yield were investigated. As a result the most effective factors to lentil yield in Turkey were found as; time variable (that is technological development) and amount of the rainfall and temperature of the some period. By the help of these climatic factors estimation equations were obtained to estimate lentil yield for the research area of Turkey In Addition, the estimated and real lentil production values are compared.

Keywords: Lentil yield, Lentil production, Climatic factors, Stepwise multiple regression method

*Corresponding author: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

E mail: mbaydemir1970@gmail.com (M. BAYDEMİR)

Mustafa BAYDEMİR  <https://orcid.org/0000-0003-2434-1478>

Cite as: Baydemir M. 2020. Determination of lentil yield by agro-meteorological method. BSJ Agri, 3(4): 278-285.

1. Giriş

Dünya üzerinde oldukça geniş bir alanda yayılma gösteren mercimek bitkisi 57° kuzey 40° güney enlemleri

arasında yetiştirilmektedir. Kurak geçen yıllarda ise 58° kuzey enlemine kadar mercimek yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir. Türkiye’ de ise mercimek bitkisi

en fazla Erzurum ilinde yetiştirilmektedir (Akçin, 1988). Mercimek iyi bir ekim nöbeti bitkisi olmasının yanında; protein içeriği de yüksek bir bitkidir. Kuru danelerinde; çeşide, çevre koşullarına ve yetiştirme tekniklerine göre değişiklik göstermekle beraber oldukça yüksek oranda (% 27-30) leucine, isoleucine, lycine, pphenylalanine ve valine gibi önemli aminoasitlerce zengin protein bulunmaktadır.

Kırmızı mercimeğin sindirilebilen protein miktarı bakımından da % 92 gibi bir değere sahiptir. Ayrıca A, B, C ve D vitaminleri ve Fe, Ma, Ca gibi minerallerce zengindir (Şehirali, 1988). Kırmızı mercimek yurt içi kullanımı yıllık 430 bin ton civarında olup, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2017 yılı kişi başı yıllık tüketim miktarı 5,1 kg'dır.

Bayraktar (2017), kırmızı mercimek üretiminin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yoğunlaştığını bildirerek, "en fazla üretim yapılan illerimiz Şanlıurfa, Gaziantep, Diyarbakır, Mardin ve Batman'dır. Mercimek bitkisi sıcak, ılıman ve subtropik bölgelerin ürünüdür fakat tropik bölgelerin yüksek kısımlarında ya da serin mevsimlerinde de yetiştirilebilmektedir. Düşük sıcaklıklara dayanıklılık yönünden genellikle yemeklik dane baklagiller içinde ilk sırada yer almaktadır. Bu nedenle kışlık ekimi önerilmektedir (Akçin, 1988).

Çimlenme için minimum 15 °C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Optimum çimlenme sıcaklığı 18-25 °C arasında değişiklik gösterir. Bu sıcaklıklarda fide 5-6 gün içinde toprak yüzeyine çıkar. Sıcaklık azalınca çıkış hızı yavaşalar ve 5 °C'nin altındaki sıcaklıklarda tüm bitkilerin toprak yüzeyine çıkışı 25-30 gün sürmektedir. Sıcaklığın 27 °C'nin üzerinde olması verimi olumsuz etkiler. Günlük ortalama sıcaklığın 24 °C olması yetiştirme yönünden uygundur.

Yıllık yağışın 750 mm olması verimi olumlu yönde etkilemektedir. Hasat sırasında mutlaka kurak koşullar ister (Şehirali, 1988). Yemeklik dane baklagillerden verim üzerine etkili olan faktörler; kültürel işlemler ve iklim faktörleri olmak üzere iki grupta toplanabilir. Bir bölgede kültürel işlemlerin optimum düzeyde uygulandığı kabul edilirse, verimdeki değişime, iklim faktörlerindeki farklılıklar neden olacaktır. Son yıllarda verim ve üretim tahminleri iklim faktörleri ve teknolojik faktörler yardımıyla istatistiksel yöntemlerle yapılmaktadır. Türkiye de bu şekildeki verim ve üretim tahminlerine 1976 yılında başlanmıştır.

İç Anadolu'daki Altınova Devlet Üretim Çiftliğinde buğday verimine, kasım ayı en düşük sıcaklığı, nisan ayındaki yağmurlu gün sayısı, kasım ayı ortalama toprak sıcaklığı ve kasım ayı en düşük toprak sıcaklıklarını en etkili faktör olarak varsayarak, tahmini buğday üretimi için bir metot geliştirilmiştir. Ayrıca buğday üretimine bu iklim değişkenlerinin etki yerini belirlemişlerdir (Sönmez ve ark, 1982).

Türkiye'de %70 buğday üretimini sağlayan 23 ilde verime etkili iklim elemanlarını belirleyerek bu iklim elemanlarıyla gerçek verim arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir. Her il için tahmin eşitliklerini

geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu tahmin eşitlikleriyle illerin buğday verim değerlerini tahmin etmişlerdir. Bu değerleri buğday ekiliş alanı ile çarparak Türkiye'nin toplam buğday üretimini hesaplamışlardır. Hesaplanmış buğday verim değerleriyle gerçek buğday üretim değerlerini grafiksel olarak göstererek hala miktarını yüzde hata ve milyon ton olarak belirlemeye çalışmışlardır (Benli, 1990).

Tecirlioğlu (1994) tarafından yapılan çalışmada; Türkiye'nin 2015 yılındaki mercimek üretimi yaklaşık olarak 350 bin ton, tahmini 2016 verilerine göre ise mercimek üretimi 360 bin ton olarak bildirilmiştir. TÜİK verilerine göre 2015-2016 yıllarındaki toplam mercimek üretimini 360 bin ton olarak belirtmekte. TÜİK 2015-2016 verilerine göre Türkiye'de tüketilen mercimek ise 421687 tondur (Tablo 1). Ülkemizde son yıllarda mercimek yetiştiriciliğinde çok büyük bir azalma olmakla birlikte, gerek ekiliş alanı gerekse üretim yönünden Güneydoğu Anadolu Bölgemiz ilk sırayı almaktadır.

Tablo1. Ülkemizde yıllara göre mercimek ekiliş alanı, üretim ve verim değerleri

Yıl	Ekiliş Alanı(ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
1992	740000	600000	810
2000	390000	353000	905
2005	438994	570993	1230
2010	248000	447000	1800
2012	237462	437997	1844
2013	260500	417000	1603
2014	232446	325000	1440
2015	207469	340000	1640
2016	235474	365000	1553
2017	269318	400000	1490
2018	243065	310000	1280

Türkiye'de mercimek yetiştiriciliği açısından önemli olan 41 ilde yer alan 238 ilçenin iklim elemanlarının mercimek verimine etkili olanların tespit edilerek, bunun için verim tahmin eşitliklerinin geliştirilmesi için yürütülmüştür. Çalışmada kademeli çoklu regresyon yöntemi kullanılmış ve tüm ilçelere ait eşitlikler elde edilerek gerçek veriler ile tahmin edilen veriler karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma alanı olarak seçilen Türkiye bir orta doğu ülkesidir. Avrupa kıtasının güneydoğu kesimine doğru sokulan 25° 40" – 44°-48" doğu boylamları ve 35° 51" – 44°-06" kuzey enlemleri arasında yer alan 779452 km² yüz ölçüme sahip olan bir toprak parçasıdır (Anonymous, 1994). Ülkemizdeki mercimek yetiştiriciliğinde önemli yer alan 41 ilde ait 238 ilçe ele alınmıştır. Araştırmada ele alınan ilçelerin illere göre dağılımı ve ortalama verim değerleri Tablo 2 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada ele alınan ilçelerin illere göre ortalama verim (kg/ha) değerleri

İl	İlçe	Ortalama verim(kg/ha)	
Ankara	Ayaş	878	
	Bala	810	
	Beypazarı	563	
	Çubuk	929	
	Elmadağ	1027	
	Haymana	816	
	Kalecik	654	
	Kızılcahamam	1043	
	Polatlı	853	
	Şereflikoçhisar	843	
	Delice	770	
	Keskin	662	
	Sulakyurt	825	
	Kırıkkale	1117	
	Güdül	711	
	Çankırı	Merkez	647
		Eldivan	860
Orta		699	
Şabanözü		859	
Bilecik	Yapraklı	966	
	Merkez	756	
Tokat	Söğüt	1040	
	Merkez	1064	
Hatay	Artova	1007	
	Erbaa	1006	
	Niksar	747	
	Reşadiye	1054	
	Turhal	1338	
	Zile	1052	
	Merkez	1199	
	Altınordu	1066	
	Hassa	1254	
	İskenderun	1012	
İçel	Kırıkhan	1236	
	Reyhanlı	1067	
	Yayaladağ	1602	
	Samandağ	1092	
	Merkez	899	
K.Maraş	Anamur	647	
	Silifke	670	
	Tarsus	734	
	Merkez	1250	
	Afşin	980	
Ağrı	Elbistan	975	
	Pazarcık	1011	
	Türkoğlu	1121	
	Merkez	1159	
	Eleşkirt	1064	
Erzurum	Hamur	1130	
	Taşlıçay	1067	
	Tutak	1069	
	Merkez	815	
	Hınıs	704	
	Horasan	793	
	Pasinler	940	
	Tortum	1067	

Tablo 2. Araştırmada ele alınan ilçelerin illere göre ortalama verim (kg/ha) değerleri (devamı)

İl	İlçe	Ortalama verim(kg/ha)
Adıyaman	Merkez	1125
	Besni	1574
	Gölbaşı	1178
Konya	Kanta	1009
	Merkez	1002
	Akşehir	910
	Bozkır	850
	Cihanbeyli	840
	Çumra	762
	Doğanşehir	1214
	Ereğli	951
	İlgin	1026
	Kadınhanı	942
	Karapınar	573
Niğde	Kulu	836
	Konuklar	774
	Yunak	797
	Karaman	647
	Merkez	870
	Bor	1109
	Çamardı	711
	Ulukışla	769
	Aksaray	
Eskişehir	Merkez	667
	Çifteler	773
	Mahmudiye	567
	Seyitgazi	661
	Sivrihisar	637
	Merkez	979
	Altıntaş	854
Kütahya	Domaniç	654
	Emet	950
	Gediz	1232
	Tavşanlı	951
	Merkez	1062
	Banaz	803
	Karahallı	943
	Sivaslı	990
	Ulubey	1072
	Uşak	930
Yozgat	Merkez	930
	Akdağmadeni	1158
	Boğazlıyan	943
	Çayıralan	895
	Sarıkaya	943
	Sorgun	945
	Şefaati	708
	Yerköy	883
	Akhisar	936
	Manisa	998
Samsun	Havza	998
	Ladik	1054
Kayseri	Merkez	1030
	Bünyan	1041
	Develi	962
	Felahiye	957
	Pınarbaşı	859
	Sarıoğlan	838
	Tomarza	972
	Yahyalı	1016
	Yeşilhisar	1017

Tablo 2. Araştırmada ele alınan ilçelerin illere göre ortalama verim (kg/ha) değerleri (devamı)

İl	İlçe	Ortalama verim(kg/ha)
Mardin	Merkez	1216
	Derik	1185
	Mazıdağ	953
	Midyat	1089
	Nusaybin	962
	Ömerli	1062
	Savur	1440
	Silopi	1050
	Cizre	1373
Sinop	İdil	1136
	Ayancık	776
	Gebze	804
Malatya	Merkez	809
	Akçadağ	1050
	Arapkir	617
	Darende	945
	Doğanşehir	836
Elazığ	Pötürge	1016
	Merkez	857
	Baskil	754
	Keban	797
Denizli	Sivice	781
	Merkez	819
	Buldan	707
	Çal	766
	Çivril	889
Afyon	Kale	749
	Tavas	822
	Merkez	1063
	Bolvadin	981
	Çay	594
	Dazkkırı	795
	Dinar	735
	Elmirdağ	957
	İhsaniye	1382
	Sincanlı	1071
Sultandağ	951	
Isparta	Şuhut	650
	Gelendost	840
	Keçiborlu	684
	Sütçüler	1004
Balıkesir	Şakrikaraağaç	764
	Yalvaç	1004
	Merkez	961
	Biğadiç	1023
	Dursunbey	1000
Amasya	İvrindi	1233
	Sındırğı	941
	Merkez	663
	Göynücek	620
	G.Hacıköy	937
Kırşehir	Merzifon	779
	Taşova	847
	Merkez	965
	Mucur	969
Bursa	Çiçekdağ	812
	Kaman	1006
	Merkez	1036
	İnegöl	1126
	İzmit	1215
	Keles	1261
	Yenişehir	948

Tablo 2. Araştırmada ele alınan ilçelerin illere göre ortalama verim (kg/ha) değerleri (devamı)

İl	İlçe	Ortalama verim(kg/ha)
Tekirdağ	Merkez	1011
	Hayrabolu	857
Gaziantep	Merkez	876
	Araban	1270
	İslahiye	1544
	Kilis	859
	Nizip	786
Muş	Dğuzeli	964
	Merkez	897
	Bulanık	985
Siirt	Mlazğırt	803
	Merkez	902
	Eruh	873
	Kurtalan	941
	Batman	972
Şanlıurfa	Beşiri	1103
	Kozluk	980
	Şırnak	1002
	Merkez	770
	Akçakale	599
	Birecik	785
	Bozova	814
	Ceylanpınar	1085
	Siverek	911
	Viranşehir	782
Vaün	Merkez	803
	Erciş	747
	Merkez	1200
Kastamonu	Araç	999
	Çatalzeytin	701
	Devrekani	649
	Tosya	1491
	Merkez	959
Sivas	Divriği	1081
	Gemerek	924
	Kangal	812
	Şarkışla	875
	Yıldızeli	1046
	Merkez	903
Nevşehir	Avanos	792
	Hacıbektaş	973
	Kozaklı	907
	Merkez	902
	Bismil	876
Diyarbakır	Çermik	673
	Dicle	939
	Ergani	960
	Hani	897
	Hazro	939
	Kulp	888
	Silvan	900
	Lice	883
	Merkez	1020
	Alaca	926
Çorum	Bayat	975
	İskilip	1010
	Karğı	679
	Mecitözü	898
	Ortaköy	923
	Osmancık	924
	Sungurlu	912



Şekil 1. Araştırma alanı olarak seçilen illerin Türkiye haritası üzerindeki konumu.

2.1. Araştırma Alanının İklimi

Türkiye, üç farklı iklim tipinin etkisi altında kalır. Genel olarak orta iklim kuşağı içinde yer almakla birlikte bazı kesimlerinin denize uzak oluşu, yükseklik ve dağların kıyıya paralel uzanışı gibi nedenlerde bu farklılığa neden olur. Akdeniz Bölgesinin tamamına yakını ile Ege Bölgesinin asıl Ege bölümü ve Marmara Bölgesi, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Akdeniz ikliminin en genel özelliği yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlı geçmesidir. Karadeniz ve Marmara Bölgesinin, Karadeniz'e komşu olan kıyı kesimi her mevsim yağışlı olan iklim etkisi altındadır.

İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesinin tümü bozkır ikliminin etkisi altındadır. Bu iklimin en belirgin özelliği fazla uzun sürmeyen yazların oldukça sıcak ve kurak, kışlarının da kar yağışlı, uzun ve sert geçmesidir. Az yağış görülen (300 mm den az) bu iklim tipinde yıllık ve günlük sıcaklık farkı büyüktür.

Türkiye'de mercimek bitkisine ilişkin verim değerlerinin derlenmesi çalışmada ele alınan ilçelere ilişkin yıllar itibariyle ortalama mercimek verim değerlerinin tümü Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Araştırmada kullanılan mercimek ekiliş alanı, üretim ve verim değerleri 1986 yılına kadar toplam mercimek olarak mevcutken bu yıldan sonrada kırmızı ve yeşil mercimek olarak ikiye ayrılmıştır. Bu sebepten dolayı bu yıldan sonra toplam değerler dikkate alınmış ve işlemler bu şekilde yapılmıştır.

Araştırmada ele alınan ilçelerde mercimek verimine etkili olabilecek iklim elemanları Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü Arşivinden derlenmiştir. Çalışmada verime etkili olabilecek 112 iklim elemanı seçilmiş ve bu iklim elemanlarının neler olduğu çizelgede gösterilmiştir. Bu iklim elemanlarına zaman faktörü de eklenince 113 tane bağımsız değişken olmuştur (Tablo 3). Bu değişkenler bitkinin ekim ve hasat dönemi göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Değişkenlerin yanında bulunan t : hasat yılını $t-1$: hasat öncesi yılı göstermektedir. Zaman faktörü (Z) değişkeni yapılan teknolojik gelişmeleri ve yapılan diğer faaliyetleri göstermektedir. Zaman faktörü çalışmanın yapıldığı yıl 1 olarak kabul edilmiş ve daha sonraki yıllar için bu değer 1 artırılarak devam edilmiştir.

Tablo 3. Araştırmada kullanılan bağımlı ve bağımsız kullanılan değişkenler

Sıra No	Değişken Adı (Bağımsız Değişken)	Simge
1	Zaman Faktörü	Z
2	Ekim Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y101
3	Ekim Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y102
4	Ekim Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y103
5	Ekim Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y10
6	Kasım Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y111
7	Kasım Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y112
8	Kasım Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y113
9	Kasım Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y11
10	Aralık Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y121
11	Aralık Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y122
12	Aralık Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y123
13	Aralık Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y12
14	Ocak Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y11
15	Ocak Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y12
16	Ocak Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y13
17	Ocak Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y1
18	Şubat Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y21
19	Şubat Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y22
20	Şubat Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y23
21	Şubat Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y2
22	Mart Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y31
23	Mart Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y32

Tablo 3. Araştırmada kullanılan bağımlı ve bağımsız kullanılan değişkenler (devamı)

Sıra No	Değişken Adı (Bağımsız Değişken)	Simge
24	Mart Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y33
25	Mart Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y3
26	Nisan Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y41
27	Nisan Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y42
28	Nisan Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y43
29	Nisan Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y4
30	Mayıs Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y51
31	Mayıs Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y52
32	Mayıs Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y53
33	Mayıs Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y5
34	Haziran Ayı birinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y61
35	Haziran Ayı ikinci 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y62
36	Haziran Ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı ,mm (T-1)	Y63
37	Haziran Ayı toplam yağış miktarı ,mm (T-1)	Y6
38	Ekim-Kasım ayları yağış toplamı, mm	TY1
39	Ekim-Şubat ayları yağış toplamı, mm	TY2
40	Ekim-Nisan ayları yağış toplamı, mm	TY3
41	Ekim-Mayıs ayları yağış toplamı, mm	TY4
42	Ekim-Haziran ayları yağış toplamı, mm	TY5
43	Nisan-Mayıs ayları yağış toplamı, mm	TY6
44	Kasım ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T-1)	YG11
45	Aralık ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T-1)	YG12
46	Ocak ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YG1
47	Şubat ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YG2
48	Mart ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YG3
49	Nisan ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YG4
50	Mayıs ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YG5
51	Haziran ayı yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YG6
52	Nisan-Mayıs ayları yağışı> 1mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YGT1
53	Kasım ayı yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı(T-1)	YS11
54	Aralık ayı yağışı> 2,6m'den fazla olan gün sayısı(T-1)	YS12
55	Ocak ayı yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YS1
56	Şubat ayı yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YS2
57	Mart ayı yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YS3

Tablo 3. Araştırmada kullanılan bağımlı ve bağımsız kullanılan değişkenler (devamı)

Sıra No	Değişken Adı (Bağımsız Değişken)	Simge
58	Nisan ayı yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YS4
59	Mayıs ayı yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YS5
60	Haziran ayı yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı(T)	YS6
61	Nisan-Mayıs ayları yağışı> 2,6mm'den fazla olan gün sayısı	YGT2
62	Kasım ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS11
63	Aralık ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS12
64	Ocak ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS1
65	Şubat ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS2
66	Mart ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS3
67	Nisan ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS4
68	Mayıs ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS5
69	Haziran ayı ortalama sıcaklığı 0C (T)	OS6
70	Kasım ayı en yüksek sıcaklığı 0C (T-1)	A11
71	Aralık ayı en yüksek sıcaklığı 0C (T-1)	A12
72	Ocak ayı en yüksek sıcaklığı 0C (T)	A1
73	Şubat ayı en yüksek sıcaklığı 0C (T)	A2
74	Mart ayı en yüksek sıcaklığı 0C (T)	A3
75	Nisan ayı en yüksek sıcaklığı 0C (T)	A4
76	Mayıs ayı en yüksek sıcaklığı 0C (T)	A5
77	Haziran ayı enyüksek sıcaklığı 0C (T)	A6
78	Kasım ayı en düşük sıcaklığı 0C (T-1)	D11
79	Aralık ayı en düşük sıcaklığı 0C (T-1)	D12
80	Ocak ayı en düşük sıcaklığı 0C (T)	D1
81	Şubat ayı en düşük sıcaklığı 0C (T)	D2
82	Mart ayı en düşük sıcaklığı 0C (T)	D3
83	Nisan ayı en düşük sıcaklığı 0C (T)	D4
84	Mayıs ayı en düşük sıcaklığı 0C (T)	D5
85	Haziran ayı en düşük sıcaklığı 0C (T)	D6
86	Kasım Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T-1)	T11
87	Aralık Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T-1)	T12
88	Ocak Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T)	T1
89	Şubat Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T)	T2
90	Mart Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T)	T3
91	Nisan Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T)	T4
92	Mayıs Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T)	T5
93	Haziran Ayı en düşük toprak sıcaklığı (5cm) 0C (T-1)	T6
94	Kasım ayı güneşlenme süresi , h (T-1)	GS11
95	Aralık ayı güneşlenme süresi , h (T-1)	GS12
96	Ocak ayı güneşlenme süresi , h (T)	GS1
97	Şubat ayı güneşlenme süresi , h (T)	GS2
98	Mart ayı güneşlenme süresi , h (T)	GS3
99	Nisan ayı güneşlenme süresi , h (T)	GS4
100	Mayıs ayı güneşlenme süresi , h (T)	GS5
101	Haziran ayı güneşlenme süresi , h (T)	GS6
102	Kasım ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T-1)	GK11
103	Aralık ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T-1)	GK12
104	Ocak ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T)	GK1

Tablo 3. Araştırmada kullanılan bağımlı ve bağımsız kullanılan değişkenler (devamı)

Sıra No	Değişken Adı (Bağımsız Değişken)	Simge
105	Şubat ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T)	GK2
106	Mart ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T)	GK3
107	Nisan ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T)	GK4
108	Mayıs ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T)	GK5
109	Haziran ayı güneş ışınları şiddeti cal/cm2.gün (T)	GK6
110	Kasım ayı karla örtülü gün sayısı (T-1)	KG11
111	Aralık ayı karla örtülü gün sayısı (T-1)	KG12
112	Ocak ayı karla örtülü gün sayısı (T)	KG1
113	Şubat ayı karla örtülü gün sayısı (T)	KG2
114	Bağımlı Değişken Mercimek verimi, kg/ha	Y

İkiden fazla değişkene bağlı olan bağımlı değişken için en iyi hangi değişkenin ne oranda nasıl etkilediğini ve bunun ileriye doğru tahmininin yapılabilmesi, regresyon analizi ile sağlanabilir. En iyi regresyon eşitliğinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gerekli başlıca iki özellik vardır (Drapher ve Smith,1968);

- Daha sonra tahmin amacı ile kullanılacak eşitliğin gerçek bağımlı değişkeni en iyi şekilde belirtebilmesi için mümkün olduğunca en fazla bağımsız değişkeni içermesi,
- Çok fazla sayıdaki bağımsız değişkenin elde edilmesinde karşılaşılan mali sorunlar ve bunun hesaplanmasında ortaya çıkan güçlükler nedeniyle bağımlı değişkeni belirleyecek eşitliğin mümkün olduğunca az sayıda bağımsız değişkeni bulundurmasıdır.

Yukarıda belirtilen bu iki özellik aynı anda yerine getirildiği koşulda en iyi regresyon eşitliği belirlenmiş olur. Ancak en iyi regresyon eşitliğini belirlemede istatistiksel olarak kesin bir yaklaşım yoktur (Drapher ve Smith, 1968).

İkiden fazla değişkene bağlı olan bir değişken için en iyi tahmin eşitliğinin seçiminde; tüm mümkün regresyon yönetimi, geriye doğru eleme yöntemi, ileriye doğru seçim yöntemi, kademeli çoklu regresyon yöntemi, bölümlü regresyon yönetimi ve konunun özelliğine göre bu yöntemlerin kombinasyonları kullanılabilir.

Türkiye de mercimek üretimi yapılan il ve ilçeler için, mercimek verim tahmininde diğerlerine göre daha pratik ve avantajlı olan ve az bilgisayar zamanına gerek gösteren ve amaca en uygun olan kademeli regresyon yönetimi MINITAB programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Mercimek verim tahmininde kullanılacak eşitlikler ve bu eşitliklerin korelasyon ve belirtme katsayıları elde edilmiştir. Eşitliklerde korelasyon katsayısının 0,90'ın üzerinde olmasına, ayrıca be eşitliklerde az sayıda

bağımsız değişkenin bulunmasına çalışılmıştır. Bu sayede en az iklim değişkeni yardımıyla en iyi tahminin yapılabileceği eşitliklerin geliştirilmesine çalışılmış ve en fazla 5 tane değişkenin eşitliğe girmesine izin verilmiştir. Bu çalışma ile çalışmanın yapıldığı yıllar için tahmini verim değerleri elde edilmiş ve eşitlikler yardımıyla bulunmuş ve ekiliş alanıyla çarpılarak üretim miktarları elde edilmiştir (Tablo 4).

Ülkemizde ve dünya genelinde baklagiller ve tahıllar için yapılan verim miktarının belirlenmesi için yapılan çalışmalarda iklim elemanlarının verime etkileri araştırılmıştır ve gelecek verimlerin hesaplanması için eşitlikler geliştirilmiştir(Tsukibayoski, 1976). Türkiye de buğday üretimi için 23 ili üzerinde çalışmış ve verime Ocak ayı yağışı, Ekim ayı bağıl nem oranı, haziran ayı sıcaklığı, Ekim-Nisan ayı toplam yağış miktarı etkili olduğunu belirlemişlerdir. Konya 'da buğday verimi için yapılan çalışmada Ekim ayı sıcaklığı, Mayıs ayı bağıl nemi, Eylül-Haziran ayları arası toplam yağış ve Ocak ayı en düşük sıcaklığının etkili olduğu belirlenmiştir (Benli ve Tokgöz,1981).

Türkiye geneli için ele aldığımız 41 ilin ve 238 ilçesinde mercimek verimine etkili yağışların ve diğer elemanların etki miktarları incelendiğinde ilde hangi değişkenin etkili olduğu, hangi değişkenin kaç ilçede etkili olduğu görülebilmektedir. Ayrıca bu çalışma ile illerin bulunduğu bölgelerde göz önüne alınarak bölgelere göre tespit edilmiş tahmini üretim ve gerçek üretimle bağlantılı olarak hangi iklim değişkeninin daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Türkiye genelinde mercimek verimine en fazla etkili olmuş iklim elemanlarının sırasıyla, zaman faktörü (Z), Haziran ayı birinci 10 günlük yağış miktarı (Y6₁), Ocak ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı (Y1₃), Aralık ayı üçüncü 10 günlük yağış miktarı (Y12₃) Ekim-Şubat ayları yağış toplamı (TY2), mart ayı en düşük sıcaklığı (D3), Mayıs ayı en düşük sıcaklığı (D5) olduğu belirlenmiştir.

Türkiye genelinde mercimek verimine, kasım ayı en düşük toprak sıcaklığı (5 cm) Şubat ayı en düşük toprak sıcaklığı (5 cm), Kasım ayı en düşük sıcaklığı, Aralık ayı en yüksek sıcaklığı, Aralık ayı en düşük sıcaklığı, Kasım, Ocak ve Şubat ayları güneş ışınları şiddeti, Kasım, Aralık ve Şubat ayları ortalama sıcaklığı ve Mart ayı ortalama sıcaklığının hiç etkisi olmayan iklim elemanları olduğu belirlenmiştir.

Eşitlikler yardımıyla hesaplanan tahmini üretim değerleri ile yıllara göre gerçek üretim değerleri karşılaştırılmış ve hesaplamalar sonucunda toplam yıllık üretim farklarının -82452 ton (% 14,95) ile 35081 ton (% 6,81) arasında değerler olduğu tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Sonuç olarak; Türkiye'de mercimek üretimi yapılan ilçelerin verim tahmin eşitlikleri çıkarılmış ve tahmini üretim değerleri bulunmuştur. Eşitlikler yardımıyla bulunan verim değerlerinin gerçeğe daha yakın sonuçlar verebilmesi için, çalışmada ele alınan gözlem süresinin

15-20 yıl olması önerilmiştir. Ayrıca, iyi bir tahmin eşitliğinin kurulabilmesi için, kullanılan iklim elemanlarının sayısının artırılması ve verimi etkilediğini düşündüğümüz zaman faktörü (gübreleme, kaliteli

tohum, ilaçlama vb.) ayrı ayrı ele alınarak verim tahminlerinde kullanılmasıyla, gerçeğe daha yakın sonuçlar verebilen tahmin eşitlikleri elde edilebileceği düşünülmüştür.

Tablo 4. İl düzeyinde elde edilen mercimek verim tahmin eşitlikleri

İl	İlçe	Eşitlik	R	R ²
Ankara	Ayaş	V=5064+99,681Z+4,22YS3-4,8545Y10	0,998	0,996
Çankiri	Merkez	V=2637,6+48,75YG5-64,7A6-3,898Y12	0,984	0,968
Bilecik	Merkez	V=1476-104,685D6+22,0668T5-20,4024T3	0,998	0,996
Çorum	Merkez	V=1560-44,910Z-59,02T4-2,5606Y63	0,951	0,904
Eskişehir	Merkez	V=1059-131,125GS4-5,13662Y112+1,16936GK3	0,982	0,964
Kırşehir	Merkez	V=3368+20,9746Y61+92,503YS3	0,954	0,910
Kütahya	Merkez	V=2232+242,1930S5-114766Y112-8,2327Y13	0,982	0,964
Uşak	Merkez	V=547,6+19,96Y102+14,64Y103+12,79Y53-4,54Y122	0,983	0,966
Yozgat	Merkez	V=581,2+4,78305Y111-39,3937T3	0,995	0,990
Manisa	Akhisar	V=981,8-2,1412Y122-2,8627Y51+1,9353Y101	0,997	0,994
Balikesir	Merkez	V=716,9-1,89577Y112-13,3134YG3+12,5256YS3+12,7956A3	0,930	0,881
Denizli	Merkez	V=842,0+3,9350Y53-1,26496Y12-10,010D4	0,990	0,980
Isparta	Gelendost	V=560+82,253YG6+7,4573Y41-0,60635Y10	0,999	0,998
Bursa	Merkez	V=790,3+26,3185T5+2,76304Y123+5,6576Y63-0,23764TY3	0,966	0,933
Tekirdağ	Merkez	V=876,6+9,9455Y111+53,131T3-4,7168Y103	0,990	0,980
G.antep	Merkez	V=221,12+2,715TY5+62,46YS5-42,31D6	0,965	0,931
Hatay	Merkez	V=1927-37,6410YG11-79,744YS12+1,24365Y12	0,984	0,968
İçel	Merkez	V=674,2+103,6612YG1-746579YS1-13,9608D3	0,981	0,962
K.maraş	Merkez	V=2326-89,2Z+4,08Y31-126,40S1+33,8D1	0,981	0,962
Ağrı	Merkez	V=5223-9,7237GK5+8,29777Y102+50,3527T4	0,993	0,986
Erzurum	Merkez	V=190,547+5,61Y2+1,215TY5+7,13Y123-2,06Y102	0,998	0,996
Muş	Merkez	V=4221,6+1,80852Y5+1,7419Y31	0,987	0,974
Samsun	Havza	V=742,3+1,1633TY2-1,456Y61	0,984	0,968
Diyarbakır	Merkez	V=5694-316,0GS6-2,86GK12-49,7D6	0,963	0,966
Mardin	Merkez	V=1638-186,04GS1+6,173Y22+9,564D5+4,801Y31	0,970	0,941
Sinop	Ayancık	V=1276,1-49,4Z+4,22Y123+4,47Y51-0,562TY5	0,978	0,956
Siirt	Merkez	V=1443-124,4D5+39,86YG2-29,75Z+21,0YS2	0,976	0,954
Şanlıurfa	Merkez	V=328,56+2,1435TY2+73,950S1+6,041Y103	0,979	0,958
Van	Merkez	V=822,3-130,935A4+4,4155GK6-34,59D5	0,992	0,984
Kastamonu	Merkez	V=511,3+52,20Z+11,254Y123-5,96Y41+67,5GS4	0,977	0,954
Adiyaman	Merkez	V=1219,0+115,4T1+5,47Y12+72,7D1	0,962	0,925
Amasya	Merkez	V=898,7-15,284Y12+6,180Y121-8,074A4	0,996	0,992
Eleziğ	Merkez	V=1491,0-80,5Z+11,29Y52-50,2YG5-7,43Y43+6,96Y23	0,979	0,958
Malatya	Merkez	V=1107-87,066Z+33,028Y11-2,6538Y22	0,999	0,998
Sivas	Merkez	V=5054-7,944TY2-4,488GK6-15,527Y52-32,84T4+47,180YS5	0,951	0,904
Tokat	Merkez	V=1326-26,10Z-5,6239Y31-9,648D5	0,965	0,931
Afyon	Merkez	V=1136-12,3687Y102+4,11701Y113-3,68782Y12	0,964	0,968
Kayseri	Merkez	V=1808-87,93GS5-2,972Y53-4,430Y101	0,980	0,960
Konya	Merkez	V=1313-10,951Y11-83,63D4-31,98Z	0,956	0,914
Nevşehir	Merkez	V=2814,7+1081,85Y61+38,34Y12+15,86Y123	0,980	0,960
Niğde	Merkez	V=401,9+9,3122Y5-10,792Y51+25,651D4	0,993	0,986

R= korelasyon katsayısı; R²= belirtme katsayısı

Çıkar İlişkisi

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Anonymous. 1994. Tarımsal Yapılar ve Üretim 1981 Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları No: 1685, Ankara.
- Akçin NA. 1988. Yemelik dane baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları: 43 Ziraat Fakültesi Yayını: 8, Konya.
- Benli E, Tokgöz A. 1981. Buğdaydan ekmeğe. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları: 1191. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, Ankara.
- Benli E. 1990. Türkiye Buğday Üretimimin Tahmini. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1191, Bilimsel

Araştırma ve İncelemeler, Ankara.

- Drapher R, Smith H. 1968. Applied Regression Analysis. Jhon Wiley and Sons Inc. New York.
- Sönmez N, Benli E, Kodal S. 1982. Hasat öncesi, hasat ve hasat sonrası ürün kayıpları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi 13-17 Aralık Seminer Bildirisi, Ankara.
- Şehirli S. 1988. Yemelik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ankara.
- Tecirlioğlu B. 1994. İklim elemanlarının Eskişehir ilinde buğday verimine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim dalı Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Tsukibayoski C. 1976. Result of an experimental study of forecasting wheat production in Turkey using meteorological data. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.



Research Article

Volume 3 - Issue 4: 286-289 / October 2020

SOCIOECONOMIC EFFECT OF HIGH PATHOGENIC AVIAN INFLUENZA ON POULTRY FARMERS IN RIVERS STATE, NIGERIA

Isaiah Sotonye ORUENE^{1*}, Onyilofe Sunday ENEJOH²

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Port Harcourt, 500102, Nigeria

²Department of Veterinary Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Ahmadu Bello University, Zaria, 810211, Nigeria

Received: March 27, 2020; **Accepted:** August 28, 2020; **Published:** October 01, 2020


Abstract


The study was carried out to evaluate the economic effect of the 2015 HPAI outbreak on poultry farmers in Rivers State, Nigeria. 44 farmers (farms) across three LGAs viz. Obio/Akpor (81.8%), Ikwerre (11.4%) and Port Harcourt City (6.8%) were affected, 23 (52.3%) of them being women and 21 (47.7%) men. The number of layers, broilers, turkeys and cockerels culled and compensated were 87,485 (₦47,808,250.00), 8,478 (₦3,190,950.00), 670 (₦467,500) and 65 (₦47,625.00) respectively. 27,900 eggs were destroyed and compensation of ₦209,250.00 was paid. Compensation was not paid for 23,565 layers, 1,480 broilers and 450 turkeys that died before reports were made. Although the Federal Government spent a whopping sum of ₦51,723,575.00 in paying compensation to the farmers, they lost ₦108,468,425.00 when considering the prevailing market price of the products at the time and value of the dead birds not compensated. They also lost an uncalculated amount on medication and veterinary consultations. Having lost their capital and considering that the waiting period was 2 years, 43% of the farmers were discouraged and never went back to poultry farming. To mitigate these effects in the future, I recommend therefore that poultry farmers should be trained to improve on and observe strict biosecurity measures to prevent the occurrence of the disease. In addition to having veterinarians attached to their farms, they should be taught the clinical signs of HPAI for early detection and reporting should outbreaks occurs. Farmers should as well be made to insure their farms to be covered during outbreaks and the Federal Government of Nigeria should improve on their compensation plans in the future to alleviate the sufferings of farmers.

Keywords: HPAI, Economic effect, Poultry, Farmers, Compensation, Discouraged

***Corresponding author:** Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Port Harcourt, 500102, Nigeria

E mail: drisoruene@gmail.com (I.S. ORUENE)

Isaiah ORUENE  <https://orcid.org/0000-0002-8195-8792>

Onyilofe Sunday ENEJOH  <https://orcid.org/0000-0002-9948-3748>

Cite as: Oruene IS, Enejoh OS. 2020 Socioeconomic effect of high pathogenic avian influenza on poultry farmers in Rivers State, Nigeria. BSJ Agri, 3(4): 286-289.

1. Introduction

World Organization for Animal Health (OIE, 2004)

defined avian influenza as “an infection of poultry caused by any Influenza A virus of the H5 or H7 subtypes or by

any influenza virus with an Intravenous Pathogenicity Index (IVPI) greater than 1.2 (or as alternative at least 75% mortality)".

Influenza A viruses are highly contagious and widespread in birds and belong to the family, Orthomyxoviridae. They exhibit high variability and classified on the basis of their hemagglutinin (HA) and neuraminidases (NA) surface glycoproteins (Acha and Szyfre, 2003; Oladokun et al., 2012a).

High Pathogenic Avian Influenza (HPAI) is a zoonotic disease and of great economic importance that has led to high incidence and death rates in domestic animals and humans (Muzaffar et al., 2006; Olsen et al., 2006; Gauthier-Clerc et al., 2007). It has caused deaths in poultry and poultry handlers that were inappropriately exposed to aerosols generated from handling chickens (Oladokun et al., 2012b). The mortality rate can be up to 90-100% in a flock, devastating the poultry industry and leading to restrictions in trade (CDC, 2015). Swayne (2003) has described it as a disease of international significance requiring global collaboration to eradicate.

The first outbreak of HPAI in Nigeria occurred in January 2006, at Sambawa Farms, Jaji, Kaduna State and initially diagnosed at the Veterinary Teaching Hospital, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria (Adene et al., 2006). On February 6, 2006, it was confirmed to be Avian Influenza A virus infection at the laboratory of the National Veterinary Research Institute, Vom. Subsequently, the OIE, FAO and National Reference Laboratory for Newcastle disease and Avian Influenza viruses in Padova Italy on February 7, 2006 confirmed it based on the amino acid sequences (PQGERRRKRGLFG) at the cleavage site of Haemagglutinin as HPAI H5N1 (NADIS INFO, 2006). By April 2006, the H5N1 virus has led to the destruction of more than 325,000 chickens in Nigeria and subsequently spreading to 22 States in 2007 (You and Diao, 2007; Monne et al., 2008). Ifende et al. (2015) reported that molecular analysis showed a new clade of the H5N1 virus which lead to the resurgence of the disease in 2015 after the last outbreak in 2008, affecting FCT and 20 states including Rivers where the virus was still circulating.

In Rivers State, the first outbreak was confirmed in a backyard poultry farm at Bori Camp, Port Harcourt in March, 2006 by National Veterinary Research Institute (NVRI) laboratory. The farm was depopulated and compensation paid. There was a resurgence of the disease in 2015, this time spreading beyond one farm and Local Government Area. There was no report or research on the devastating impact of HPAI on the wellbeing and economic life of poultry farmers in Rivers State, hence, the need for this research.

2. Material and Methods

2.1. Study Area

The study was carried out in Rivers State, located in the Niger Delta region of Nigeria with humid tropic climate

with latitude 4.8396° N and longitude 6.9112° E. HPAI outbreak occurred in 3 out of the 23 LGAs viz. Obio/Akpor, Ikwerre and Port Harcourt City (PHC).

In Obio/ Akpor LGA, located at 4°45' N - 4°60' N and 6°50'E, 8°00'E, the following towns were Egbelu, Eligbolo, Elioparanwo, Elioza, Eneka, Mgbuogba, Nkpolu-Rumuigbo, Ozuoba, Rukpokwu, Rumuekini, Rumuokoro and Rumuosi. In Ikwerre LGA is located within 4°50'N 5°15'N, 6°30'E 7°15'E. Towns involved were Aluu and Igwuruta. In Port Harcourt City LGA is located within 4°46'38.71"N 7°00'48.24"E. Towns involved were Abuloma, Amadi Flats and Eagle Island.

2.2. Data Collection

Data of all the confirmed cases of HPAI in Rivers State from 14th January, 2015 to 17th November, 2016 were collated by reading the records of confirmed cases from NVRI at the Avian Influenza Desk Office, Rivers State Ministry of Agriculture, Port Harcourt. The type of bird, flock size, number of dead birds and number depopulated, number of eggs destroyed and the amount paid to each farmer were taken. A total of 44 farms were affected.

2.3. Data Management and Analysis

Collated data were entered into an excel sheet and analyzed using Statistical Package for Social Sciences (SPSS) software 16.0 version. Descriptive statistics were employed to summarize the data and expressed in terms of frequencies and percentages.

3. Results

The results show that the 2015 outbreak of HPAI in Rivers State affected only three LGAs; Ikwerre, Obio/Akpor and PHC, the worst hit being Obio/Akpor (81.8%), followed by Ikwerre (11.4%) and then PHC (6.8%) as seen in Table 1.

Table 1. Distribution of HPAI outbreak across the LGAs

LGA	Frequency	Percentage (%)
Ikwerre	5(44)	11.4
Obio/Akpor	36(44)	81.8
Port Harcourt City	3(44)	6.8

Forty four farmers were affected in all, 23 (52.3%) being females and 21 (47.7%) being males (Table 2).

Table 2. Gender distribution of the farmers and number who were discouraged and never returned to poultry farming and number who died before compensation was paid

Gender	Female	Male
Frequency	23(44)	21(44)
Percentage (%)	52.3	47.7
Number of discouraged and never farmed again	2	6
Number of dead	0	1

Eight of these farmers were discouraged and never went back to poultry farming and one died before

compensation was paid, although the death was not related to losses he incurred. 90.9% of the poultry population affected were chicken while 9.1% are turkeys (Table 3). Layers made up the bulk of the poultry depopulated (87,485), followed by broilers (8,478), then turkeys (670) and then cockerels (65). A total of 27,900 eggs were destroyed.

Table 3. Type of product

Type of product	Frequency	Percentage (%)
Chicken	40(44)	90.9
Turkey	4(44)	9.1

The amount paid for layers depopulated was ₦47,808,250.00. For the broilers, it was ₦3,190,950.00. ₦47,625.00 was paid for cockerels, ₦467,500 was paid for the turkeys and ₦209,250.00 was paid for the eggs. It took 2 years, from 2015 when the report was made to 2017 before compensation was paid. The number of dead layers before report was made was 23,565, broilers were 1,480, and turkeys were 450. These numbers were not compensated. The overall amount paid as compensation to the farmers was ₦51,723,575.00 (Table 4).

Table 4. Distribution of type of bird, number dead and culled, and amount paid as compensation and the year of report and year of payment

Type of bird	No. culled	Amt. paid as compensation for culled birds (₦)	Worth of culled birds at the time (₦)	No. dead	Worth of dead birds at the time (₦)	Year of Payment
Layers	87,485	47,808,250.00	104,982,000.00	23,565	28,278,000.00	2017
Broilers	8,478	3,190,950.00	12,717,000.00	1,480	2,220,000.00	2017
Cockerels	65	47,625.00	97,500.00	-	-	2017
Turkeys	670	467,500.00	6,700,000.00	450	4,500,000.00	2017
Eggs	27,900	209,250.00	697,500.00	-	-	2017
Total	-	51,723,575.00	125,194,000.00	-	34,998,000.00	-

4. Discussion

Three LGAs of Rivers State were affected by HPAI in 2015; Obio/Akpor (81.1%), Ikwerre (11.4%) and PHC (6.8%). Indeed, Obio/Akpor LGA, particularly Rumuagholu, Rukpokwu, Eneka, Nkpolu-Rumuigbo, Rumuokoro, Elioizu, Eligbolo, Elioizu, Rumuokini, Eliopranwo, Ozuoba, Egbelu, Mgbuoba and Ozuoba towns hold the greatest number of poultry farms in the state. This explains why it had the highest percentage of farms affected. The only towns affected in Ikwerre LGA, Aluu and Igwuruta share a common boundary with Rumuekini, Rukpokwu and Eneka in Obio/Akpor LGA. They host 11.4% of the affected farms. Towns affected in PHC were Amadi Flats, Eagle Island, and Abuloma with only 6.8% of the affected farms. This is probably due to the fact that PHC is the heart of the town with the fewest number of poultry farms. It is clear from this pattern that the more densely concentrated poultry farms are the higher the chances of HPAI spreading from farm to farm.

There were more female farmers (52.3%) affected than male (47.7%). This may not be unconnected with the fact that more women are into poultry farming because the entry costs are low and they could easily combine it with house duties (You and Diao, 2007). Nineteen out of the

forty four farms were closed down as the farmers lost interest and never went back to poultry farming even after compensation was paid. This could be due to discouragement. For instance, Obayelu (2007) reported that losses as a result of HPAI outbreak caused emotional trauma amongst farmers. These losses lead to loss of source of cash income and livelihood for producers and protein source for consumers (Abdu et al., 2005; You and Diao, 2007). One of the strategies the Federal Government of Nigeria adopted to curb HPAI besides public enlightenment was culling of affected birds and payment of compensations (Ugwu, 2007). A total of 87,485 layers were culled and compensation of ₦47,808,250 was paid at an average price of ₦546 per bird instead of ₦104,982,000 at ₦1200 per bird being the market value of spent layers at the time. A total of 23,565 layers (valued at ₦28,278,000 at the time) died before the confirmation of the disease and compensation wasn't paid because the policy doesn't allow for payment of compensation for dead birds. The resultant effect was that the farmers lost about ₦85,451,750 on their layers. However, in comparison to the compensation price during the 2006 HPAI outbreak (₦250 per bird), the ₦546 per bird was high because the effect of inflation was taken care of (Osakwe, 2006). A total of 8,476 broilers were

slaughtered and a compensation of ₦3,190,950 at an average price of ₦376 per bird instead of ₦12,717,000 at market value of ₦1,500 per bird at the time. The 1,480 dead broilers valued at ₦2,220,000 were not compensated for resulting in a loss of about ₦11,746,050. The number of cockerels depopulated were 65 and a total of ₦ 47,625 at ₦733 per bird instead of ₦97,500 at the market price of ₦1500 at the time leading to a loss of ₦49,875. 670 turkeys were culled and ₦467,500 compensation was paid at ₦ 697 per bird instead of ₦6,700,000 at the prevailing market price of ₦10,000 to ₦25,000 per mature turkey at the time. The 450 turkeys valued at ₦4,500,000 were not compensated for resulting in a loss of about ₦10,732,500 on the turkeys. 27,900 eggs were destroyed and compensation of ₦209, 250 paid at ₦ 7.5 instead of ₦697,500 at the prevailing wholesale price of ₦25 per egg at the time resulting in a loss of ₦488,250.

Asides the fact that the farmers were made to wait for one to two years before compensations were paid, the amounts paid were way below the selling prices of the layers, broilers, cockerels, turkeys and eggs at the time, resulting in a loss of ₦73,470,425. The value of the dead layers, broilers and turkeys not compensated was ₦34,998,000.00. Thus, a cumulative sum of ₦108,468,425.00 plus the uncalculated amount spent on drugs was lost by the farmers during the epidemic. Overall, Federal Government of Nigeria spent a whopping sum of ₦ 51,723,575 to compensate Rivers State farmers alone and in spite of this monetary cost on Federal Government, the farmers suffered more economic losses, in addition to psychological trauma which would be difficult to quantify economically. Indeed, the impact of HPAI on poultry industry is two dimensional – financial impact (losses incurred by individual farmers) and derived economic impact (social, psychological and political effects) (Ugwu, 2007).

I recommend therefore that poultry farmers should be trained to improve on and observe strict biosecurity measures to prevent the occurrence of the disease. In addition to having a veterinarian attached to each farm, the farmers themselves should be taught the clinical signs of HPAI for early detection and reporting should outbreaks occurs. Farmers should as well be made to insure their farms to be covered during outbreaks. The Federal Government of Nigeria should improve on their compensation plans in the future to alleviate the sufferings of farmers.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

This research was presented as an oral presentation at the International Congress on Domestic Animal Breeding Genetics and Husbandry - 20 (ICABGEH-2020) held on 12-14 August 2018 as Online.

References

- Abdu PA, Wakawa AM, Sa'idu L, Umoh JU. 2005. Avian influenza: A review. *Nigerian Vet J*, 26(1): 34-43.
- Acha PN, Szyfres B. 2003. (Pan American Health Organization 309). *Zoonoses and communicable diseases common to man and animals*. Volume 2. Chlamydiosis, rickettsioses and viroses. 3rd ed. Washington DC: PAHO; Scientific and Technical Publication No. 580. Influenza; p. 155-172.
- Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. Avian flu. CDC; 2015. URL: <http://www.cdc.gov/flu/avianflu/> (20.03.2020).
- Ifende VI, Meseko CA, Odita CI, Akanbi BO, Moses GD, James AS, Barde IJ, Rimfa AG, Ugbe D, Shittu IA, Gado D, Olawuyi A, Joannis TM., Kubish PR, Muhammad LU, Okewole PA, Ahmed MS, Shamaki D. 2015. High pathogenic avian influenza in Nigeria: Overview of 2015 outbreaks. *National Veterinary Research Institute Seminar Series*.
- Monne, I, Joannis TM, Fusaro A, de Benedictis P, Lombin LH, Ularanu H, Egbuji A, Solomon P, Obi TU, Cattoli G, Capua I. 2008. Reassessment of avian influenza virus (H5N1) in poultry, Nigeria, 2007. *Emerging Infect Diseases*, 14(4): 637-640.
- NADIS INFO. 2006. Special avian flu edition. *National Animal Disease Information and Surveillance (NADIS INFO) Bulletin*. Pan African Programme for the Control of Epizootics (PACE). Federal Department of Livestock and Pest Control Services. No.9, pp.1-3.
- Obayelu AE. 2007. Socio-economic analysis of the impact of avian influenza epidemic on households poultry consumption and poultry industry in Nigeria. *Empirical investigation of Kwara state*. *Livestock Res for Rural Dev*, 19(1).
- Osakwe C. 2006. An Overview of the Avian Influenza in Nigeria, Being a Paper Presented at a One Day Workshop Held at Enugu, Nigeria.
- Swayne DE. 2003. Viral diseases of poultry. Program and Abstracts of the XIII Congress of the World Veterinary Poultry Association, July 19-23, Denver, USA, pp. 94.
- Ugwu DS. 2007. Economic impact of avian bird flu on the poultry industry in Nigeria. *Pakistan J of Soc Sci*, 4(4): 518-524.
- You L, Diao X. 2007. Assessing the Potential Impact of Avian Influenza on Poultry in West Africa: A Spatial Equilibrium analysis. 58(2): 348-367.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 3 - Sayı 4: 290-300 / Ekim 2020
(Volume 3 - Issue 4: 290-300 / October 2020)

TÜRKİYE'DE ÇELTİK ÜRETİMİNDE YABANCI OT DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayşe YAZLIK^{1*}, Ali Rıza BÖR², Ezgi EROĞLU¹

¹Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 81620, Düzce, Türkiye

²Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 81620, Düzce, Türkiye

Gönderi: 26 Ağustos 2020; **Kabul:** 04 Eylül 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020

(Received: August 26, 2020; **Accepted:** September 04, 2020; **Published:** October 01, 2020)

Özet

Bu çalışmada, Türkiye'de pirinç üretiminde doğrudan ve/veya dolaylı etkileri olan yabancı otların genel değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun için Türkiye'de çeltik üretiminde yabancı otlara yönelik yapılan çalışmalar, basılı kitap ve raporlar dahil olmak üzere toplam 37 kaynak ele alınmış ve bu kapsamda değerlendirilmiştir. Çeltik üretiminde yabancı otlara karşı uygulanabilecek ortak önlemler ve yönetim çalışmalarına bir kaynak hazırlamak amacıyla ilgili alanlarda sorun teşkil eden yabancı otların genel özellikleri ve bölgelere göre dağılımını kapsayan bir liste oluşturulmuştur. Oluşturulan listenin değerlendirilmesi sonucunda; 26 familyadan 95 yabancı ot taksonunun çeltik üretim alanlarında mevcut olduğu tespit edilmiştir. Taksonlara ait familyalar incelendiğinde; 23 takson ile Poaceae ilk sırada yer alırken, bunu sırayla Cyperaceae (14 takson) ve Asteraceae (11) familyaları takip etmiştir. Taksonların yaşam formları incelendiğinde 50 taksonun karasal, 34 taksonun sucul, 11 takson ise hem karasal hem de sucul forma sahiptir. Yaşam süreleri göz önüne alındığında ise 54 taksonun çok yıllık, 38 taksonun tek yıllık, 3 taksonun ise çoklu yaşam süresine sahip olduğu belirlenmiştir. Çeltik üretim alanlarında yabancı otların doğrudan tespitine yönelik çalışmaların bölgesel dağılımı dikkate alındığında; Marmara Bölgesi 10 çalışma ile ilk sırada yer alırken bu bölgeyi sırasıyla Karadeniz (5 çalışma), Güney Doğu Anadolu (3) ve diğer bölgeler (2) takip etmiştir. Elde edilen tüm veriler Türkiye'de çeltik üretim sahalarında yabancı ot sorunları ve kontrol önlemleri ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca yönetim çalışmalarının genel olarak kimyasal kontrol ile ilgili olduğu vurgulanmalıdır. Bu nedenle yabancı ot + çeltik üzerine yapılan çalışmaları tüm bölgelerde sürdürmek, arttırmak ve desteklemek faydalı olacaktır. Nitekim ülke genelinde ihtiyaç duyulan pirinç tüketimini karşılamak ve çeltik üretiminde sürdürülebilirliği sağlamak için yapılacak bu tür çalışmaların önemli katkıları olacaktır.

Anahtar kelimeler: Çeltik, Poaceae, Sürdürülebilirlik, Yabancı ot, Yönetim

Evaluation of Weed Status in Rice Production in Turkey


Abstract: In this study, an overall assessment of weeds was done which have the direct and /or indirect impacts, in rice production in Turkey. For this, studies for weeds in paddy production in Turkey, including books and reports, a total of 37 sources were considered and evaluated in this context. In order to prepare a resource for the common measures and management studies that can be applied against weeds in paddy production, a complete list was created that includes the general characteristics and distribution of weeds that pose problems in the relevant areas. The results


of the evaluation of the created list; it has been determined that 95 weed taxa from 26 families exist in paddy production areas. Considering the families belonging to the determined taxa, Poaceae ranks first with 23 taxa, followed by Cyperaceae (14 taxa) and Asteraceae (11). In terms of life forms, 50 taxa were terrestrial and 34 were aquatic, while 11 taxa have both terrestrial and aquatic forms. Considering the lifetime, it determined that 54 taxa have perennial, 38 taxa annual and 3 taxa multiple life forms. Take into account in the regional distribution, the studies for the direct detection of weeds in the paddy fields, the Marmara Region ranks first with 10 studies, it was followed by the Black Sea (5 studies), South East Anatolia (3) and other regions (2). Based on the obtained all the data, the studies about the problems and control measures of weed species in rice production fields are limited in Turkey. Also it should be emphasized that the management studies have generally related chemical control. Therefore it would be useful to sustain, increase and support studies on weed + paddy in all regions. As a matter of fact, such studies that can be done to fulfil the rice consumption needed throughout the country and to ensure sustainability in paddy production will be significant contributions.


Keywords: Paddy, Poaceae, Sustainability, Weed, Management

*Corresponding author: Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 81620, Düzce, Türkiye

E mail: ayseyazlik@duzce.edu.tr (A. YAZLIK)

Ayşe YAZLIK  <https://orcid.org/0000-0001-7059-0761>

Ali Rıza BÖR  <https://orcid.org/0000-0002-7755-4111>

Ezgi EROĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-0449-360X>

Cite as: Yazlık A, Bör AR, Eroğlu E. 2020. Evaluation of weed status in rice production in Turkey. BSJ Agri, 3(4): 290-300.

1. Giriş

İnsanoğlunun temel besin ihtiyacını karşılayan hayati maddeler, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, nüfus artış hızının tersine bir seyir izleyerek her geçen gün biraz daha azalmakta ve böylece beslenme ihtiyacı tüm dünyada en temel sorunlardan biri haline gelmektedir (Öztürk ve Akçay, 2010). Bu nedenle tüm Dünya için önemli ürün gruplarının üretim miktarlarının artırılması ve sürdürülebilirliği en önemli önceliklerden biridir. Özellikle tahıl ürünlerinin (örneğin; buğday, çeltik, yulaf, mısır vb.) insan beslenmesindeki payı (FAO, 2018) dikkate alındığında bu ürün gruplarının önemi daha da artmaktadır.

Tüm Dünya'da en fazla üretimi yapılan tahıllar (Tablo 1) dikkate alındığında çeltik en fazla üretimi yapılan ürünler arasında ilk sıralarda yer almaktadır (FAO, 2018).

Tablo 1. Dünya'da en fazla üretimi yapılan tahılların üretim miktarı (FAO, 2018)

Ürünler	Üretim miktarı (ton)
Mısır	1.147.621.938
Çeltik	782.000.147
Buğday	734.045.174
Arpa	141.423.028
Yulaf	23.051.204
Çavdar	11.273.579

Ana vatanı Güneydoğu Asya (Muson Asya'sı), bir diğer olasılıkla da Hindistan olduğu bildirilen (Doğanay, 1985; Şahin, 2002; Gül, 2003; Bulut, 2006) çeltik (*Oryza sativa* L.), buğdaygiller (Poaceae) familyasının bir üyesidir (Allard, 1960) ve insan beslenmesinde temel besin kaynaklarından biridir (Taşlıgil ve Şahin 2011; FAO, 2018). Sıcak iklim tahılları arasında bulunan çeltik, Çin'de yer alan eski kaynaklara göre M.Ö. 2800 yıllarında var

olmasına rağmen, M.Ö. 3000 yıllarında Güney Hindistan'dan Çin'e yayıldığı ve yaklaşık 5000 yıldır tarımının yapıldığı bildirilmektedir (Gözenç, 1985; Göney, 1986; Özşahin, 2008). M.Ö. 1000 yıllarında da Java'ya doğru yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Özşahin, 2008). Avrupa'ya Büyük İskender tarafından M.Ö. 300 yıllarında getirilmiş olmasına rağmen tarımına, M.S. 700 yıllarında, Amerika Birleşik Devletlerinde (USA) ise 17. yüzyılın sonlarında başlanmıştır. Türkiye'de ise tarımına, Suriye, Tuna kıyıları, Meriç ve kollarının geçtiği alanlardan, özellikle Filibe'den tohumlarının alınması ve bu tohumların 1750'de Tosya'ya getirilmesi ile başladığı bildirilmektedir (Özşahin, 2008).

Çeltik, su içinde çimlenebilme ve suda erimiş oksijenden kökleri aracılığıyla yararlanabilme özelliği taşıyan tek tahıl cinsidir (Güngördü, 2006; Özşahin, 2008; Türkseven ve Demirci, 2015). Ekildiği andan itibaren hasat dönemine kadar su içinde yetişir. Yetiştirme periyodu boyunca, suda eriyen oksijen ile fotosentez sırasında yapraklardan açığa çıkarak köklere ulaşan oksijenden yararlanmaktadır (Özşahin, 2008). Sıcak iklim tahılları grubunda yer alan çeltik (Işık ve Mennan, 2001; Sezer ve Mut, 2004) toprak isteği bakımından seçici olmasa da su geçirgenliği az, derin, tınlı ve besin maddelerince zengin olan topraklarda daha iyi yetişir. Ayrıca en uygun 5,5-7,5 pH aralığında yetiştiriciliği istense de pH'sı 3-8 arasında değişen topraklara da uyum sağladığı bildirilmiştir (Anonim, 2007).

Günümüzde dünya çeltik ekiliş alanının 161 milyon hektar, üretim miktarının 782 milyon ton ve çeltik veriminin ise 4,6 ton/h olduğu bildirilmektedir (FAO, 2018). Bu üretimde Asya ülkeleri en büyük paya (%91,00) sahiptir (FAO, 2018) ve üretim miktarı bakımından Hindistan, Çin, Endonezya, Bangladeş ve Vietnam önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır (Tablo 2). Tablo 2 incelendiğinde dünya üretiminde Çin %30,6 gibi bir oran ile ilk sırada yer alırken, bunu

Hindistan (%21,2) takip etmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünyada kişi başına düşen pirinç tüketimi ise yıllık 56,5 kg'dır (FAO, 2018).

Tablo 2. Ülkeler bazında çeltik üretim miktarı (FAO, 2018)

Ülkeler	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)
Çin	30.460.956	214.078.796
Hindistan	44.500.000	172.580.000
Endonezya	15.995.000	83.037.000
Bangladeş	11.910.361	56.417.319
Vietnam	7.570.741	44.046.250
Türkiye	120.137	940.000

Türkiye'de uzun yıllardır tarımı yapılan çeltiğin verim düzeyi, ekim alanı ve üretim miktarı yıllara değişmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Türkiye'de çeltik ekiliş, üretim ve verim değerleri (TÜİK, 2019)

Yıllar	Ekiliş (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2009	967.541	750.000	775
2010	990.000	860.000	869
2011	994.000	900.000	905
2012	1.197.247	880.000	735
2013	1.105.924	900.000	814
2014	1.108.844	830.000	749
2015	1.158.561	920.000	794
2016	1.160.563	920.000	793
2017	1.095.599	900.000	821
2018	1.201.424	940.000	782
2019	1.264.190	1.000.000	791

Türkiye'de bölgelere göre çeltik üretim miktarı (Tablo 4) incelendiğinde ise iklim ve topografik açıdan en ideal koşulları sağlayan Marmara Bölgesindeki çeltik üretiminin Türkiye'deki çeltik üretim miktarının yarısından fazlasını sağladığı görülmektedir (TÜİK, 2019). Marmara Bölgesindeki toplam 74500 ha çeltik ekilişinin 47000 hektarının Marmara Bölgesinin Avrupa yakasından (Trakya Bölgesi), 27500 hektarının ise Anadolu yakasından sağlandığı bildirilmektedir (Demircan, 2006; Uzun ve Demirkan, 2013). Verim değerleri dikkate alındığında ise Türkiye'de birim alandan elde edilen verim değerlerinin dünya ortalamasından yüksek olduğu ancak çeltik üretim miktarının Türkiye için gerekli olan ihtiyacı karşılayamadığı ve tüketim miktarının karşılanabilmesi için pirinç ithal edildiği bildirilmektedir (Damar, 2006).

Besin değeri açısından ele alındığında ise çeltik buğdaya göre daha önemli bir yer tutmaktadır. Nitekim buğdayın 100 gramında 350 kalori ve %1,5 yağ varken çeltiğin 100 gramında 360 kalori ve %1,7 yağ bulunmaktadır ve bu durum insanlarda artan kalori ihtiyacının sağlanması açısından önemlidir (Uzun ve Demirkan, 2013).

Tablo 4. Türkiye'de çeltik üretiminin bölgelere göre dağılımı (TÜİK, 2019)

Bölgeler	Ekilen alan (da)	Üretim (ton)
Marmara	1.039.885	719.996
Karadeniz	319.626	238.942
İç Anadolu	63.400	22.534
Güneydoğu Anadolu	20.736	9.452
Diğer bölgeler	14.573	9.076

Çeltik ürünü fabrikasyon sürecinde işlenmesi sonucunda (100 kg dikkate alınarak), 55 – 60 kg pirinç, 15 – 20 kg kavuz, 8 – 10 kg kepek, 7 – 8 kg kırık, 2 – 3 kg hasarlı pirinç ve 2 kg taneli ürün elde edilir (Tosun ve ark., 1979; Taşlıgil ve Şahin, 2011). Bu duruma bağlı olarak tüm Dünya'da üretilmiş olan çeltiğin işlendikten sonra yaklaşık %90'ını insan beslenmesinde kullanılabildiği, geri kalanının tohumluk (%3,5) ve endüstriyel alanda (%1,5) kullanıldığı ve azımsanmayacak bir bölümünün ise kayıp (%4,5) olduğu bildirilmektedir (Damar, 2006; Uzun ve Demirkan, 2013). Dolayısıyla pirinç ürününün eldesinde en önemli engellerden biri hasat sonrasında yaşanan kayıplar olarak değerlendirilebilir. Ayrıca çeltik üretiminde bitki koruma etmenlerinden (hastalık, zararlı ve yabancı otlar), yetiştiricilik sorunlarından (gübreleme, toprak yapısı, su kalitesi vb.) kaynaklı problemler de (Tepe, 2014, Öktem, 2016; Günçan ve Karaca, 2018) dikkate alındığında bu sorunların en aza indirilmesi veya giderilmesi önem arz etmektedir. Örneğin; tarımsal üretim alanlarında önemli zararlara neden olan yabancı otlara karşı gerekli yönetim tedbirleri uygulanmadığında, kültür bitkisinin ve yabancı otun türüne bağlı olarak, %20 ile %100 arasında ürün kaybı meydana geldiği bildirilmektedir (Özer, 1993; Damar, 2006; Anonim, 2017; Günçan ve Karaca, 2018). Bu zarar durumu Türkiye için en önemli ürünlerden biri olan çeltik üretimi için de geçerlidir.

Yabancı otlar su, ışık ve besin maddelerine ortak olarak çeltik ile doğrudan yüksek oranda rekabet halindedir. Bu rekabet sonucunda ise sadece çeltik üretim miktarında değil çeltik kalitesinde de ciddi kayıplar yaşandığı ve ayrıca hastalık ve zararlılara konukçuluk ederek ikincil zararların da ortaya çıkmasına neden olduğu bildirilmektedir (Tepe, 2014; Anonim, 2017; Günçan ve Karaca, 2018). Ayrıca yabancı ot tohumları ürüne karışarak ürünün pazar değerinin düşmesine ve bulaşık tohumluk oluşumuna da neden olabilmektedir. Bulaşık tohumluk kullanımıyla yabancı otlar yeni bulaşmalara ve böylece daha geniş alanlara yayılmaya veya mevcut alanlarda popülasyonun artmasına da neden olur. Yabancı ot ile bulaşık çeltik tarlalarında hasat ve harman işlemleri de daha güç ve maliyetli hale gelmektedir (Uzun ve Demirkan, 2013; Tepe, 2014; Anonim, 2017; Günçan ve Karaca, 2018). Bu durumlar dikkate alındığında çeltik üretim alanlarında yabancı otlarla mücadele önem taşımaktadır. Ancak etkili bir mücadelenin yapılabilmesi için temel ilkelerden biri yabancı ot türlerinin tespit

edilmesi ve bunların yoğunluğuna bağlı olarak verim ve konukçuluk (hastalık ve zararlılara) gibi yüksek olumsuz etkilere neden olan türlere yönelik yönetim programlarının düzenlenmesidir. Nitekim türlere bağlı olarak etki düzeylerindeki farklılık pek çok çalışmada özellikle vurgulanmıştır (Işık ve ark., 2000; Damar, 2006; Uzun ve Demirkan, 2013; Özaslan, 2015; Sürek ve ark., 2016). Örneğin; Samsun'da 1998-1999 yılları arasında çeltik üretim alanlarında yapılan bir çalışmada; 87 tarlada yapılan surveyler sonucunda 21 farklı familyadan 47 takson saptandığı bildirilmiştir. Çalışmada en yüksek oranlarda rastlanılan taksonlar %97,70 ile *Echinochloa crus-galli*, *Alisma plantago aquatica* ve *Paspalum paspalodes* olurken, %2,29 oranıyla *Convolvulus arvensis* ve *Lathyrus* spp. en az rastlanılan taksonlar olarak belirlenmiştir (Işık ve ark., 2000).

Burada Türkiye'deki bölgelere göre çeltik üretiminde sorun olan yabancı ot taksonları ve bu taksonların genel özelliklerini kapsayan bir liste oluşturulmuş ve bu temelde Türkiye'de çeltik üretim alanlarında belirlenen yabancı otların kapsamlı bir değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca çeltik üretiminde birim alandan yüksek verimin elde edilebilmesi ve çeltik üretiminin sürdürülebilirliği için en önemli etkenler arasında yer alan yabancı otlara karşı uygulanabilecek yönetim çalışmalarına öneriler sunan bir kaynağın sağlanabilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada çeltik üretim alanlarında belirlenmiş olan yabancı otlar üzerine yazılmış bilimsel makale, tez ve kitaplardan (Tepe, 2014; Güncan, 2017) yararlanılmıştır. Aynı zamanda, yabancı otların kontrolü ile ilgili ulusal çalışmalar (Anonim, 2011) dahil edilmiştir.

Literatür taramaları sonucunda; Marmara Bölgesi genelinden 10, Karadeniz Bölgesi'nden beş, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden üç, İç Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nden birer araştırma çalışmasına ulaşılmış ve toplam 20 makale değerlendirilmiştir. Ayrıca çeltik yetiştiriciliği ve çeltikte yabancı otlarla mücadele ile ilgili çalışmalardan (tezler, kitaplar, konferans bildirileri) da yararlanılarak toplam 37 kaynak incelenmiştir.

Oluşturulan listeye göre bitki taksonlarının familyaları, yaşam süresi (tek yıllık, iki yıllık, çok yıllık ve çoklu yaşam süresi) ve yaşam formları (karasal, sucül) gibi bilgiler eklenmiştir. Bu bilgiler işlenirken; USDA (The United States Department of Agriculture), IPNI (International Plant Name Index), GBIF (Global Biodiversity Information Facility)'dan yararlanılmıştır. Bitkilerin Latince isimlerin kontrolü IPNI ve GBIF'e göre yazılırken, Türkçe isim yazımında Bizim Bitkiler'den yararlanılmıştır (Anonim, 2020).

3. Sonuç

Çeltik üretim alanlarında yabancı ot türlerinin belirlendiği 20 kaynak esere göre veriler değerlendirildiğinde; Türkiye genelinde 26 familyaya bağlı 95 taksonun çeltik alanlarında kayıt altına alındığı belirlenmiştir. Bu

taksonlara ait familyalar dikkate alındığında, *Poaceae* familyası 23 takson ile ilk sırada yer alırken bu familyayı sırasıyla; *Cyperaceae* (14 takson) ve *Astraceae* (11) familyaları takip etmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Türkiye'de çeltik üretim alanlarında sorun olan yabancı ot taksonların familyalara göre dağılımı

Familyalar	Takson sayısı
Poaceae	23
Cyperaceae	14
Asteraceae	11
Alismataceae, Polygonaceae,	12*
Potamogetonaceae	
Amaranthaceae, Fabaceae,	12**
Plantaginaceae, Solanaceae	
Apiaceae, Convolvulaceae,	14***
Lamiaceae, Lythraceae, Malvaceae,	
Onagraceae, Typhaceae	
Butomaceae, Characeae,	9****
Equisetaceae, Euphorbiaceae,	
Juncaceae, Linderniaceae,	
Portulacaceae, Potenderiaceae,	
Rubiaceae	
Toplam	95

*Her bir familyadan 4 takson, **Her bir familyadan 3 takson, ***Her bir familyadan 2 takson, ****Her bir familyadan 1 takson

Yaşam süreleri incelendiğinde türlerin büyük bir çoğunluğu çok yıllık (P - 54 takson) iken bunu 38 takson ile tek yıllık (A) bitkiler takip etmiştir. Belirlenen üç takson ise çoklu yaşam (A/B, A/P) süresine sahiptir. Türlerin yaşam formları dikkate alındığında ise 50 takson karasal, 34 sucül ve 11 takson ise hem karasal hem de sucül olarak belirlenmiştir (Tablo 6).

4. Tartışma ve Öneriler

Bu çalışma ile Türkiye genelinde çeltik üretim alanlarında 95 yabancı ot taksonunun sorun teşkil ettiği belirlenmiştir (Tablo 6). Türkiye'de çeltik üretim alanlarında yabancı ot türlerinin tespiti konusunda yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde; *Poaceae* 23 takson ile en fazla takson içeren familya olarak kaydedilmiştir. Tüm bölgelerde mevcut olan takson ise takson ise *E. crus-galli*'dir. Bu durum *Poaceae* familyası üyelerinin yüksek yayılma ve rekabet yeteneklerinden kaynaklanabilir (Linder ve ark. 20018; Yazlık ve ark. 2019). Ayrıca, *Poaceae* Dünya'da bulunan bitki türlerinin bağlı bulunduğu familyalar dikkate alındığında, en fazla rastlanılan familyalar arasında yer alır (Linder ve ark. 2018) ve çeltik bitkisinin de bağlı bulunduğu familya olduğundan bu ortak yaşam istekleri ve rekabet durumlarının olması bu familya üyelerinin çeltik ürününü yüksek oranda etkilemesinin de bir sebebidir. Bu nedenle bu familyaya bağlı yabancı ot taksonlarının çeltik alanlarındaki varlığını engellemek için ilk öncelik buluşmayı önleyici tedbirler olmalıdır.

Tablo 6. Türkiye’de çeltik üretim alanlarında bulunan yabancı ot taksonları (A= tek yıllık, B= iki yıllık, P= çok yıllık)

No	Latince adı	Türkçe adı	Familyası	Yaşam süresi	Yaşam formu	Bölge
1	<i>Alisma canaliculatum</i>	Su muzu	Alismataceae	P	Sucul	Marmara
2	<i>Eclipta prostrata</i>	Yer paskalyası	Alismataceae	A	Sucul	Marmara
3	<i>Alisma plantago</i>	Çobandıdügü	Alismataceae	P	Sucul	Güneydoğu Anadolu
4	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Kırbağa kaşığı	Alismataceae	P	Sucul	Güneydoğu Anadolu, Karadeniz, Marmara
5	<i>Sagittaria trifolia</i>	Suoku	Amaranthaceae	P	Sucul	Marmara
6	<i>Amaranthus albus</i>	Horozibiği	Amaranthaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
7	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Kırmızı köklü tükükuyruğu	Amaranthaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
8	<i>Chenopodium album</i>	Kazayağı, Sirken	Apiaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
9	<i>Eryngium campestre</i>	Kirsenet	Apiaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
10	<i>Eryngium creticum</i>	Göz diken	Asteraceae	A/B	Karasal	Güneydoğu Anadolu
11	<i>Anthemis sp.</i>	Papatya	Asteraceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
12	<i>Artemisia vulgaris</i>	Misk otu, Pelin otu	Asteraceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
13	<i>Bidens frondosa</i>	Yaprak sukteni	Asteraceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
14	<i>Cichorium intybus</i>	Hindiba	Asteraceae	P	Sucul	Marmara
15	<i>Cirsium arvense</i>	Köyğöçüren	Asteraceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
16	<i>Conyza canadensis</i>	Kanada şifa otu	Asteraceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu, Marmara
17	<i>Lactuca saligna</i>	Deli marul	Asteraceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
18	<i>Sonchus sp.</i>	Eşek marulu	Asteraceae	A/B	Karasal	Güneydoğu Anadolu
19	<i>Xanthium spinosum</i>	Dikenli pıtrak	Asteraceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
20	<i>Xanthium strumarium</i>	Koca pıtrak	Asteraceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
21	<i>Butomus umbellatus</i>	Bataklık güllü	Butomaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu, Marmara
22	<i>Chara sp.</i>	Su avizeleri	Characeae	P	Sucul	Marmara
23	<i>Convolvulus arvensis</i>	Tarla sarmaşığı	Convolvulaceae	P	Sucul	Güneydoğu Anadolu
24	<i>Convolvulus galaticus</i>	Boz sarmaşık	Convolvulaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
25	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Kofalık, Sivri saz	Cyperaceae	P	Sucul	Güneydoğu Anadolu, Karadeniz
26	<i>Carex sp.</i>	Ayak otları	Cyperaceae	P	Sucul	Akdeniz, Güneydoğu Anadolu,
27	<i>Cyperus difformis</i>	Kızotu	Cyperaceae	A	Karasal/ Sucul	Karadeniz, Marmara
28	<i>Cyperus esculentus</i>	Abdulaziz	Cyperaceae	P	Sucul	Karadeniz
29	<i>Cyperus fuscus</i>	Esmer ventüs otu	Cyperaceae	A	Sucul	Güneydoğu Anadolu
30	<i>Cyperus glomeratus</i>	Gecebiten	Cyperaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
31	<i>Cyperus rotundus</i>	Topalak	Cyperaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu, Marmara
32	<i>Rhynchospora alba</i>	Gagalı saz otu	Cyperaceae	P	Sucul	-
33	<i>Scirpoides holoschoenus</i>	Vurla	Cyperaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
34	<i>Cyperus glaber</i>	Kösünüotu	Cyperaceae	A	Sucul	Marmara
35	<i>Cyperus longus</i>	Kara topalak	Cyperaceae	P	Sucul	Güneydoğu Anadolu, Marmara
36	<i>Scirpus acutus</i>	Saz	Cyperaceae	P	Sucul	Marmara
37	<i>Scirpus maritimus</i>	Üç köşeli sandalye sazi	Cyperaceae	P	Sucul	Marmara
38	<i>Scirpus mucronatus</i>	Sandalye sazi	Cyperaceae	P	Sucul	Karadeniz, Marmara
39	<i>Equisetum arvense</i>	At kuyruğu	Equisetaceae	P	Karasal	Marmara

Tablo 6. Türkiye’de çeltik üretim alanlarında bulunan yabancı ot taksonları (A= tek yıllık, B= iki yıllık, P= çok yıllık) (devam ediyor)

No	Latince adı	Türkçe adı	Familyası	Yaşam süresi	Yaşam formu	Bölge
40	<i>Chrozophora tinctoria</i>	Sığılotu	Euphorbiaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
41	<i>Trifolium arvense</i>	Tarla üçgülü	Fabaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
42	<i>Trifolium resupinatum</i>	Anadolu üçgülü	Fabaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
43	<i>Vicia sativa</i>	Fig	Fabaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
44	<i>Juncus inflexus</i>	Sazak	Juncaceae	P	Sucul	Marmara
45	<i>Mentha longifolia</i>	Uzun yapraklı nane	Lamiaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
46	<i>Mentha spicata</i>	Antep nanesi	Lamiaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
47	<i>Lindernia dubia</i>	Dip otu	Linderniaceae	A	Sucul	Marmara
48	<i>Ammannia coccinea</i>	Söğüt otu	Lythraceae	A	Sucul	Marmara
49	<i>Lythrum hyssopifolia</i>	Hevhulma	Lythraceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
50	<i>Abutilon theophrasti</i>	İmam pamuğu, pamukotu	Malvaceae	A	Karasal	-
51	<i>Alcea setosa</i>	Hitmiçiçeği	Malvaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
52	<i>Epilobium hirsutum</i>	Hasan hüseyin çiçeği	Onagraceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
53	<i>Epilobium parviflorum</i>	İraz yakrotu	Onagraceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
54	<i>Plantago lanceolata</i>	Yılan dili	Plantaginaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
55	<i>Plantago major</i>	Sinirotu	Plantaginaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
56	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Sugedemesi	Plantaginaceae	A/P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
57	<i>Agrostis capillaris</i>	Karahasanotu	Poaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
58	<i>Cynodon dactylon</i>	Köpekdişi ayırığı	Poaceae	P	Karasal/Sucul	Güneydoğu Anadolu, Marmara
59	<i>Digitaria songuinialis</i>	Kızıl çatalotu	Poaceae	A	Karasal/ Sucu	Marmara Bölgesi
60	<i>Diplachne fusca</i>	Baraj otu	Poaceae	A	Karasal/ Sucul	Akdeniz, Güneydoğu Anadolu
61	<i>Echinochloa colonum</i>	Benekli darırcan	Poaceae	A	Karasal/ Sucul	Akdeniz, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz, Marmara
62	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Darırcan	Poaceae	A	Karasal/ Sucul	Güneydoğu Anadolu, Marmara
63	<i>Echinochloa oryzoides</i>	Çeltiksi darırcan	Poaceae	A	Karasal/ Sucul	Güneydoğu Anadolu, Marmara
64	<i>Eleusine indica</i>	Kaz çimi	Poaceae	A	Karasal/ Sucul	-
65	<i>Elymus repens</i>	Ayrık	Poaceae	P	Karasal/ Sucul	Karadeniz
66	<i>Eragrostis collina</i>	Köseyulaf	Poaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
67	<i>Eragrostis pilosa</i>	Tüylü aşk çimeni	Poaceae	A	Karasal	Marmara
68	<i>Leersia oryzoides</i>	Alibeyköy otu	Poaceae	P	Sucul	Marmara
69	<i>Leptochloa fascicularis</i>	Baraj otu	Poaceae	A	Karasal/ Sucul	Marmara
70	<i>Oryza sativa</i>	Kırmızı çeltik	Poaceae	A	Sucul	Marmara
71	<i>Panicum miliaceum</i>	Yabani darı	Poaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu, Marmara
72	<i>Paspalum dilatatum</i>	Adı yalancı darı	Poaceae	P	Karasal/ Sucul	-
73	<i>Paspalum distichum</i>	Göl ayırığı	Poaceae	P	Sucul	Marmara
74	<i>Paspalum paspaloides</i>	Su ayırığı	Poaceae	P	Karasal	Akdeniz, Marmara
75	<i>Poa nemoralis</i>	Orman salkımı	Poaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
76	<i>Polygona monspeliensis</i>	Hıtır	Poaceae	A	Karasal	Karadeniz, Marmara
77	<i>Pragmites communis</i>	Kamış	Poaceae	P	Sucul	Güneydoğu Anadolu
78	<i>Setaria viridis</i>	Kırpı darı	Poaceae	A	Karasal	Karadeniz, Marmara
79	<i>Sorghum halepense</i>	Kanyaş	Poaceae	P	Karasal/ Sucul	Güneydoğu Anadolu

Tablo 6. Türkiye’de çeltik üretim alanlarında bulunan yabancı ot taksonları (A= tek yıllık, B= iki yıllık, P= çok yıllık) (devam ediyor)

No	Latince adı	Türkçe adı	Familyası	Yaşam süresi	Yaşam formu	Bölge
80	<i>Polygonum aviculare</i>	Köy otu	Polygonaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
81	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Biberotu	Polygonaceae	A	Sucul	Güneydoğu Anadolu, Marmara
82	<i>Polygonum persicaria</i>	Söğüt otu	Polygonaceae	A	Sucul	Akdeniz, Güneydoğu Anadolu, Marmara
83	<i>Rumex crispus</i>	Kıvrıkcık labada	Polygonaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu, Karadeniz
84	<i>Portulaca oleracea</i>	Semizotu	Portulacaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
85	<i>Potamogeton natans</i>	Deniz dilli	Potamogetonaceae	P	Sucul	-
86	<i>Potamogeton nodosus</i>	Boğumlu su sümbüllü	Potamogetonaceae	P	Sucul	-
87	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Su sümbüllü	Potamogetonaceae	P	Sucul	-
88	<i>Stuckenia pectinata</i>	Tarakası su sümbüllü	Potamogetonaceae	P	Sucul	-
89	<i>Heteranthera rotundifolia</i>	Menekşe otu	Potenderiaceae	A	Sucul	Marmara
90	<i>Galium aparina</i>	Yapışkan otu	Rubiaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
91	<i>Physalis angulata</i>	Fener otu	Solanaceae	A	Karasal	Akdeniz, Güneydoğu Anadolu
92	<i>Physalis philadelphica</i>	Pırpıp	Solanaceae	A	Karasal	Güneydoğu Anadolu
93	<i>Solanum nigrum</i>	Köpek üzümü	Solanaceae	P	Karasal	Güneydoğu Anadolu
94	<i>Typha angustifolia</i>	Dar yapraklı hasır otu	Typhaceae	P	Sucul	Güneydoğu Anadolu
95	<i>Typha latifolia</i>	Geniş yapraklı hasır otu	Typhaceae	P	Sucul	Marmara

Ayrıca *E. crus-galli*'nin yüksek tohum oluşturma ve çoklu çoğalma yetenekleri (vejetatif ve generatif), su ve besin için rekabet yeteneği ve geniş iklim toleransına sahiptir (CABI, 2020). Ayrıca ilgili türün herbisitlere dayanıklı biyotiplerinin belirlenmiş olması (Altop ve ark., 2015) bu türün mücadelesini engelleyerek farklı alanlara daha hızlı yayılmasına olanak sağlar. Bir diğer konu ise ilgili türe ait tohumların Türkiye’de sulu tarım olarak üretilen çeltik tavalara su ile de kolaylıkla yayılma potansiyeline sahip olmasıdır (CABI, 2020). Dolayısıyla bu taksona tüm bölgelerde rastlanması şaşırtıcı değildir.

Bölgesel farklılıklar farklı bitki gruplarında da mevcuttur. Örneğin; *E. crus-galli*, *C. difformis*, *S. halepense*, *A. plantago-aquatica*, *O. sativa*, *P. persicaria*, *P. angulata*, gibi bitkiler birçok bölgede rastlanılan türlerdir (Tablo 6). Ayrıca bölgelere göre farklılıklar gösteren *D. fusca*, *A. coccinea* ve *P. communis* taksonlarının sadece Marmara Bölgesinde mevcutken Güneydoğu Anadolu Bölgesinde diğer bölgelerde rastlanılmayan 42 takson olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 6). Örneğin; *C. dactylon*, *S. nigrum*, *C. arvensis* gibi yabancı otlar sadece Güneydoğu Anadolu Bölgesinde görülen bitkiler arasındadır. Bu durum yabancı otların ekolojik faktörlere ve uygulanan tarımsal yöntemlere bağlı olarak yayılım gösterebildiğinin de bir göstergesidir.

Taksonların bölgelere göre bulunma oranlarında da değişimler de görülmektedir. Hatta tüm bölgeler de varlığı tespit edilen *E. crus-galli* gibi bir taksonun yoğunluk oranları dahi, çok yüksek olmasa da, değişim göstermektedir. Örneğin; ilgili taksona Güneydoğu Anadolu Bölgesinde %86,2 oranında rastlanmışken (Özaslan, 2015), Marmara bölgesinde %100 (Uzun ve Demirkan, 2013) ve Karadeniz bölgesinde %97,70 (Işık ve ark., 2000) oranında rastlanılmıştır.

Türkiye’de toplam 31 ilde çeltik üretimi yapıldığı ve çalışmaların en fazla Marmara bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. Marmara bölgesinde Damar (2006)’ın yapmış olduğu çalışmada yoğun olarak bulunan familyalar sırasıyla *Poaceae*, *Cyperaceae* ve *Astraceae* iken, daha az tür içermelerine rağmen *Lythraceae*, *Polygonaceae*, *Scrophulariaceae*, familyaları ise içerdikleri taksonların metrekaredeki yoğunluklarının yüksek olmasından dolayı önemli familyalar olarak bildirilmiştir. Edirne’nin Uzunköprü ilçesinde yapılan bir başka çalışmada ise en çok rastlanılan familyaların; *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Lythraceae* ve *Scrophulariaceae* olduğu ve *D. fusca*, *E. crus-galli* ve *C. rotundus* taksonlarının rastlanma sıklığının %100 olduğu bildirilmiştir (Uzun ve Demirkan, 2013). Farklı bir çalışma ise Damar (2006) tarafından Edirne ili çeltik üretim alanlarında yürütülmüş ve bu çalışmada 12 familyadan 30 takson tespit edildiği bildirilmiştir. Araştırmacı survey yapılan alanlarda en fazla *Poaceae* (8 takson), *Cyperaceae* (6) ve *Astraceae* (4) familyalarına bağlı taksonlara rastlanıldığını ve en fazla rastlanılan türlerin ise *E. crus-galli*, *Echinochloa oryzoides* *D. fusca* ve *C. difformis* olduğu bildirilmiştir.

Türkiye’deki çeltik üretiminde en büyük pay Marmara bölgesine ait olsa da, Karadeniz bölgesi de çeltik üretimi

için oldukça önemli bir bölgedir (Tablo 4). Örneğin, Samsun ilinde çeltik alanlarında Işık ve ark., (2000) tarafından yapılmış olan çalışmada; en çok rastlanılan türlerin *E. crus-galli*, *A. plantago aquatica* ve *P. paspaloides* olarak belirlendiği bildirilmiştir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde çeltik üretim alanlarındaki yabancı otları belirlemeye yönelik bir çalışma incelendiğinde ise diğer bölgelerden farklı türlere ve familyalara rastlanmış olduğu, ancak en fazla takson içeren familyaların yine *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Asteraceae* familyaları olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin; Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Diyarbakır, Şanlıurfa, Siirt ve Adıyaman illeri çeltik üretim alanlarında 22 familyadan 70 takson tespit edildiği ve bu taksonların en fazla sırasıyla; *Poaceae* (12 takson), *Asteraceae* (12) ve *Cyperaceae* (8) familyalarına ait olduğu bildirilmiştir (Özaslan, 2015). Araştırmacı ayrıca en sık rastlanılan türlerin *E. crus-galli*, *P. philadelphica* ve *X. strumarium* olduğunu bildirmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi çeltik alanlarında yabancı otların tespiti ise Üremiş ve ark. (2015) tarafından çalışılmıştır. Araştırmacılar, Hatay'da çeltik üretim alanlarında 12 familyaya ait 27 yabancı ot taksonunu kayıt altına almışlardır. Çalışmada en sık görülen yabancı otların; *E. crus-galli*, *C. difformis*, *P. paspaloides*, *E. colonum* ve *P. persicaria* olduğunu ve çeltik tarlalarında düşük oranlarda karşılaşılmalarına rağmen, *S. halepense* ve *P. angulata* gibi yabancı otların bazı virüslerin vektörü olan yaprak biti türlerini barındırmaları nedeniyle risk oluşturduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, son birkaç yılda çeltik üretim alanlarında yeni taksonlar da mevcuttur. Bu konuda Görel ve ark. (2015); çeltik üretim alanlarında mevcudiyeti belirlenen *D. fusca*, *H. rotundifolia*, *B. frondosa*, *L. oryzoides* ve *E. prostrata* gibi yeni yabancı ot taksonlarına karşı etkili bir yönetim uygulanmadığı takdirde yakın gelecekte ilgili taksonların yüksek sorunlarla oluşturabileceğini vurgulamışlardır.

Çeltik üretim alanlarında yabancı otlar ile mücadele konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde ise çalışmalar çoğunlukla kimyasal mücadeleye yöneliktir (Uzun ve Demirkan, 2013; Sokat ve Özkul, 2015). Ayrıca çalışmaların bazen tek bir türü dikkate alarak yapıldığı da belirlenmiştir. Örneğin; Edirne Uzunköprü'de çeltik alanlarında sorun olan *D. fusca*'nın mücadelesine yönelik yapılan bir çalışmada; baraj otunun kardeşlenme öncesinde uygulanan cyhalafop – buthyl 150 ml/da dozda 18. ve 33. günlerde %100 etkili bulunmuştur. Fenoxaprop-p-ethyl + izoxafen etken maddeli herbisit 80 ml/da dozunda 33. günde %98 etkili olduğu belirlenmiştir. Çeltiğin 2-3 kardeşli döneminde ise cyhalafop – buthyl 150 ml/da dozda 26. ve 45. günlerde %100, Fenoxaprop-p-ethyl + izoxafen ise 100 ml/da dozda 45. günde % 98 oranında *D. fusca*'ya karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Uzun ve Demirkan, 2013).

Çeltik alanlarındaki yabancı ot kontrolünde tek çözüm olarak görülen herbisitlerin yoğun kullanılması sonucunda herbisit dayanıklılığı da yabancı otların üretim alanlarında çoğalmalarına neden olan en önemli etkenlerden biridir. Nitekim Altop ve ark. (2015) çeltik

tarımında *O. sativa* ve *E. oryzicola* yayılımını inceledikleri bir çalışmada her iki taksonun da çeltik tarımında meydana getirdikleri sorunlar ve mücadele konusunda yaşanan zorluklar nedeniyle çalışmaların yoğunlaştırılması gerektiğini ve bu iki yüksek rekabet gücüne sahip taksonlar ile mücadele edebilmek için yeni mücadele stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Çeltik üretim alanlarında çoklu direnç dahil yüksek herbisit direnci belirlenmiş olan *A. plantago-aquatica*, *E. oryzoides*, *E. crus-galli*, *C. difformis* gibi yabancı otlara karşı sürdürülebilir bir yönetim sistemi geliştirilmezse ilgili kültür alanlarında yabancı ot sorunlarının çok daha artacağı vurgulanmaktadır (Görel ve ark., 2015).

Mücadele yöntemi olarak sadece herbisitlere başvurulması sonucunda dayanıklılık kazanan istilacı tür popülasyonlarının artması dışında morfolojik farklılıklar da görülebilmektedir. Bu durum sonucunda popülasyonların kontrol edilmesi daha da zor hale gelmektedir. Buna çeltik ekim alanlarında sorun olan *C. difformis*' in genetik ve morfolojik çeşitliliğinin belirlenmesi konusundaki çalışma örnek olarak verilebilir. Çalışma kapsamında, farklı coğrafik lokasyonlardan toplanan 50 *C. difformis* popülasyonunda en yüksek bitki boyunun Samsun-Çarşamba (121,10 cm) ve en kısa bitki boyuna ise Kastamonu-Tosya (60,01 cm) popülasyonlarından saptandığı bildirilmiştir (Altop ve Mennan, 2018).

Yabancı ot türlerinin tespiti ve yayılma yollarının saptanması, buna göre mücadelesinin yapılması üretim alanlarındaki yabancı ot popülasyon artışını engelleyecek önemli bir yöntem olabilir. Örneğin; Türkseven ve Demirci (2015) çeltik tarımında önemli bir tür olan *D. fusca*'nın tanımı, biyolojisi ve yayılması ile ilgili derleme niteliğinde çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında, çeltik tarımı açısından mücadelesi son derece önemli olan Baraj otunun mücadelesinde en fazla herbisit kullanımının tercih edildiğini ve bunun bitkide gelecek zamanlarda dayanıklılık riski oluşturabileceğini bu nedenle etki mekanizması farklı herbisitlerin tercihinin ve bulaşmayı önleyici tedbirlerin bitkinin yönetiminde kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Yabancı ot türlerinin tespiti ve buna göre izlenecek mücadele yöntemleri konusunda çeltik tarımıyla uğraşan kişilerin bilgilendirilmesi ile farklı mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi sağlanabilir. Bu kapsamda yapılan bir çalışmada; Trakya Bölgesi'nde görülen *L. dubia* bitkisinin çeltik tarımı ile uğraşan kişilere tanıtımı amaçlanmıştır. *Scrophulariaceae* familyasına ait olan *L. dubia*'nın tek yıllık bir bitki olduğu ve son yıllarda çeltik ekim alanlarında yoğun olarak bulunmasına rağmen herhangi bir mücadele yönteminin geliştirilmediği bu nedenle ilgili tür ile alakalı çalışmaların gerekliliği vurgulanmıştır (Aybeke, 2016).

Yabancı otların çeltik verimine ve kalitesine doğrudan veya dolaylı yoldan verdiği zarar göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bu konuda, Işık ve Mennan (1999) tarafından Samsun ilinde yapılan çalışmada; *E. crus-galli*,

A. plantago aquatica ve *Scirpus mucranatus*'un çeltikte meydana getirdikleri ürün kayıpları araştırılmıştır. Çalışmada, 17x17 cm ebadındaki saksılarda kurulan denemeler ile yabancı ot sayılarının yoğunluğu arttıkça çeltiğin boyunda, veriminde, toprak üstü yaş ağırlığında ve kuru ağırlığında azalmalar olduğu belirtilmiştir.

Damar (2006), Türkiye'de yeni tarım teknikleri geliştirilmesiyle yabancı ot florasında sürekli değişimler olduğunu, bazı türler ortadan kaybolurken daha önceden sorun olmayan yeni türlerin sorun olması gibi olayların yaşandığını bildirmiştir. Bu durumda yabancı otlarla mücadelede en uygun mücadele yönteminin seçilmesinin, yabancı ot popülasyonunu kontrol altında tutmak için oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Çeltik tarımının sürdürülebilir olması ve birim alandan en yüksek verimi elde edebilmek için gerekli önlemlere/tebirlere uymak gereklidir. Bu bağlamda çeltik üretim alanlarında sorun teşkil eden yabancı otlara karşı alınabilecek önlemler ayrı maddeler halinde sıralanabilir:

- Yabancı otlar ile iyi bir mücadele sağlayabilmek için sorunun kaynağı iyi bilinmelidir. Bunun için tarla kontrolleri yapılmalı ve yeni bulaşmaların önüne geçmek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Örneğin; sulama kanallarından gelen sulara, subaşlıklarına filtre takılarak yabancı ot tohumlarının bulaşma yolları kapatılabilir. Ayrıca motopomplarla çekilen su ile sulama yapılan alanlarda, motopompların ağızlarına elek takılabilir (Anonim, 2017).
- Çeltik alanlarında sorun teşkil eden yabancı otların büyük bir kısmı ilgili alanlara bulaşık tohum ile taşınmaktadır (Aybeke, 2016; Damar, 2006). Bu durum dikkate alınarak çeltik ekim alanlarında kullanılacak tohumluğun yabancı ot tohumları ile bulaşık olmaması için sertifikalı tohumluklar tercih edilmelidir.
- Çeltik üretiminin yapıldığı alanda üst üste çeltik bitkisi ekiminden kaçınılmalıdır. Bu amaçla çeltik üretim alanlarında ekim nöbeti uygulanmalıdır. Ayrıca üst üste çeltik bitkisi ekilmesinin topraktaki oksijensiz bakteri yoğunluğunun azalmasına sebep olacağından bu durum verim değerlerinin düşürmesine neden olur (Anonim, 2017). Bu nedenle ekim nöbeti ile bu anlamda verime olumlu katkılarda sağlanabilir.
- Küçük alanlarda yabancı otlar ile mücadelede elle yolma işlemi uygulanabilmektedir (Anonim, 2017). Bu işlem çeltik bitkisi 30-40 cm boyuna ulaştığında tavadaki sular boşaltılarak gerçekleştirilmelidir. Ancak bu işlem sırasında bazı otların çeltik bitkisiyle karıştırılmamasına dikkat edilmeli ve çeltik bitkisinin kırılmamasına özen gösterilmelidir.
- Yabancı otlarla mücadelenin sağlanabilmesi için çeltik üretiminin başlangıcında iyi bir tohum yatağının hazırlanması önemlidir (Anonim, 2011). Yazın ve sonbaharda toprak işleme yapılmalı, tavalar düzleştirilmelidir. Toprak işleme sonucu parçalanmış bitki artıklarının çürümesinin sağlanması

için toprak işleme ile ekim arasında altı haftalık bir süre olmalıdır (Anonim, 2011).

f. Yabancı otlar ile yoğun bulaşık alanlarda dayanıklı çeltik çeşitlerinin (Sürek ve ark., 2016) kullanılması yararlı olabilir.

g. Ekim nöbeti ve kültürel mücadele yöntemleri yanı sıra çeltik alanlarında kimyasal mücadele de uygulanmaktadır (Anonim, 2017). Bu mücadele yöntemi uygulanırken öncelikle kullanılan ilaçların bölgelere ve ilgili kültür bitkisine karşı ruhsat durumu dikkate alınmalıdır. Ayrıca çeltik alanlarında yabancı otlara karşı herbisit direncinin oluşmaması için tıpkı ekim nöbetinde olduğu gibi herbisit nöbetinin uygulanması konusunda üreticiler bilgilendirilmelidir. Bu amaçla üreticilere özellikle farklı etki mekanizmasına sahip herbisitlerin kullanılmasının önemi anlatılmalıdır.

Bu çalışma çeltik üretim alanlarındaki zararlı bitki taksonlarının bilinmesi ve çeltik üretiminde yabancı otlar konusunda yapılan çalışmaların ne oranda yapılabildiğini göstermesi adına önemli veriler içermektedir. Çeltik üretim alanlarında sorun teşkil eden yabancı ot taksonlarının doğrudan tespiti (Örneğin; Uzun ve Nemli, 1985; Işık ve ark., 2000; Damar, 2006; Uzun ve Demirkan, 2013; Özaslan, 2015; Üremiş ve ark., 2015) ve mücadelelerine (Örneğin; Uzun ve Demirkan, 2013; Sokat ve Özkul, 2015) yönelik yapılan çalışmalar genel anlamda değerlendirildiğinde, Türkiye'de ilgili konuda yapılan çalışmaların çok yeterli olmadığı görülmektedir. Bu durum çeltik üretim alanlarında var olan yabancı ot sorunlarının yönetimine bir engel teşkil edebilir. Çünkü yönetim çalışmalarının yürütülebilmesi için ilgili alanlarda var olan sorunların belirlenmesi ilk öncelikli konulardan biridir (Yazlık ve ark., 2019). Ayrıca özellikle Türkiye'de çeltik ürününün önemi, üretim alanı (Tablo 2) ve yabancı otların doğrudan ve dolaylı etkileri dikkate alındığında var olan çalışmaların nerelerde ne oranda yapıldığına ve çeltik üretiminde tespit edilen yabancı otların belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların artırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Özellikle ilgili konuda yapılacak çalışmaların çeltik üretimi yapılan tüm bölgeler de artırılmasının, Türkiye'de ciddi bir tüketimi bulunan pirinç ihtiyacının karşılanabilmesi ve çeltik üretiminin sürdürülebilirliği için gerekli ve önemlidir. Bu nedenle çeltik alanlarında yapılacak çalışmaların teşvik edilmesi ve yeterli kaynak sağlanması yararlı olacaktır.

Son olarak sürdürülebilir çeltik üretimi için tüm bitki koruma etmenlerine yönelik çalışmalar önem arz etmektedir. Bu konuda Türkiye'de çeltik entegre mücadele teknik talimatının (Anonim, 2017) bulunması oldukça önemlidir. Bu talimatın bölgeleri de dikkate alacak ve güncel hastalık, zararlı ve yabancı otları da kapsayacak şekilde belli aralıklar ile güncellenmesi Türkiye'de çeltik üretimine önemli katkılar sağlamaya devam etmesi bakımından faydalı olacaktır.

Çıkar İlişkisi

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan

etmektedirler.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Bu çalışma, Ali Rıza BÖR'ün Yüksek Lisans, Ezgi EROĞLU'nun Lisans tez verilerini ve ayrıca ilave araştırma verilerini içermektedir. Ayrıca bu çalışma, 01-03 Eylül 2020 tarihlerinde, Edirne'de düzenlenen International Conference on Agricultural, Biological and Life Science kongresinde "An Assessment to Weeds in Rice Production in Turkey" isimli sözlü bildiri olarak sunulmuş ve çalışmanın özeti kongrenin bildiri kitabında yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- Anonim 2007. Çeltik Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları. URL: https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/celtik.pdf (erişim tarihi: 05.12.2019).
- Anonim 2011. Ulusal Hububat Konseyi Çeltik Raporu. URL: http://www.uhk.org.tr/dosyalar/UHK_celtikraporu.pdf (erişim tarihi: 12.01.2020).
- Anonim 2017. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Çeltik Entegre Mücadele Teknik Talimatı. URL: <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/çeltik%20entegre.pdf> (erişim tarihi: 20.05.2020).
- Anonim 2020. Türkçe Bitki Adları. URL: <http://www.bizimbitkiler.org.tr> (erişim tarihi: 14.02.2020).
- Allard RW. 1960. Principles of plant breeding. John Wiley and Sons, Inc, Newyork.
- Altop E, Mennan H, Hagnama K. 2015. Çeltik tarımında *Oryza sativa* L. (kırmızı çeltik) ve *Echinochloa oryzicola* Vasinger (geç akdarı) istilası. Türk Herb Derg, 18(3): 32-35.
- Altop E, Mennan H. 2018. Çeltik Ekim alanlarında sorun olan *Cyperus difformis* L. (kız otu)'in genetik ve morfolojik çeşitliliğinin belirlenmesi. Bitki Kor Bülnt, 58(4): 231-246.
- Aybeke M. 2016. Trakya bölgesi çeltik tarlalarında görülen yeni bir yabancı otun (dip otu = *Lindernia dubia* (L.) Pennell, Scrophulariaceae) morfolojik özellikleri. Trakya Üniv Fen Bil Derg, 7(1): 33-36.
- Bulut İ. 2006. Genel Tarım bilgileri ve tarımın coğrafi esasları. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Damar İ. 2006. Edirne ili çeltik üretim alanlarında bulunan yabancı ot türleri ve yoğunluklarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Demircan AK. 2006. Gönen rehberi. Referans Yayınları, İstanbul.
- Doğanay, H. 1985. Tarım coğrafyası. Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Ders Notları, 86.
- FAO, 2018. Uluslararası Pirinç Komisyonu. URL: <http://www.fao.org/3/Y6618E/Y6618E00.htm> (erişim tarihi: 23.04.2020).
- GBIF Secretariat: GBIF Backbone Taxonomy. DOI: 10.15468/39omei, URL: <https://www.gbif.org/species/5284517> (erişim tarihi: 02 April 2020).
- Göney S. 1986. Sıcak bölgelerde ziraat hayatı. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Görel E, Muslu EE, Üremiş İ, Uludağ A. 2015. Weeds in rice fields of Turkey and provisions for future. In: Sixth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2015".
- Gözenç S. 1985. Japonya ve Güneydoğu Asya'da pirinç ziraatı. İstanbul Üniversitesi Deniz Bil ve Coğrafya Enst Bülten, 2(2).
- Gül U. 2003. Çeltik. Tarımsal Ekonomik Araştırma Enstitüsü-Bakış, 15(3).
- Güncan A, Karaca M. 2018. Yabancı ot mücadelesi. Selçuk Üniversitesi Basım Evi, Konya.
- Güngördü E. 2006. Türkiye'nin beşeri ve ekonomik coğrafyası. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- IPNI. 2020. International Plant Name Index. URL: <http://www.ipni.org> (erişim tarihi: 05.02.2020).
- Işık D, Mennan H, Ecevit O. 2000. Samsun ili çeltik ekim alanlarında görülen yabancı ot türlerinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniv Zir Fak Derg, 15(3): 99-104.
- Işık D, Mennan H. 2001. Çeltikte darıcan (*Echinochloa crus galli* (L.) P. Beauv), kurbağa kaşığı (*Alisma plantago aquatica* L.) ve sandalye sazının (*Scirpus mucronatus* Pollich) rekabet yeteneklerinin araştırılması. Türkiye Herb Derg, 4(2): 47-57.
- Linder HP, Lehmann CER, Archibald S, Osborne CP, Richardson DM. 2018. Global grass (Poaceae) success underpinned by traits facilitating colonization, persistence and habitat transformation. Biol Rev, 93(2): 1125-1144.
- Öktem A. 2016. Şanlıurfa koşullarında karacadağ çeltiği (*Oryza sativa* L.) yetiştiriciliği üzerine anket çalışması. Türkiye Tar Araş Derg, 3(2): 102-108.
- Özaslan C. 2015. Determination of weeds in rice of south eastern anatolian region of Turkey. Scientific Papers Series A. Agron, LV(III): 260-265.
- Özer Z. 1993. Niçin yabancı ot bilimi. Türkiye 1. Herboloji Kongresi, 3-5 Şubat 1993, 1-7, Bildiri Kitabı, Adana.
- Özşahin E. 2008. Gönen ovasında pirinç tarımı. Fırat Üniv Sos Bil Derg, 18(2): 49-70.
- Öztürk D, Akçay Y. 2010. Güney Marmara bölgesinde çeltik üretiminin genel bir değerlendirmesi. Gaziosmanpaşa Üniv Zir Fak Derg, 27(2): 61-70.
- Sezer İ, Mut Z. 2004. Samsun ilinde çeltik tarımının durumu ve üretimi artırmak için öneriler. GOÜ Ziraat Derg, 21(1): 57-66.
- Sokat Y, Özkul Ç. 2015. Bentozone+Mcpa etken maddeli herbisitlerin çeltik üretim alanlarında sorun olan darıcan ve kızotu yabancı ot türlerine etkisinin araştırılması. Uluslararası Katılımlı Konuralp Çeltik Çalıştayı, 14-16 Aralık 2015, 47, Düzce, Türkiye, Bildiriler Kitabı.
- Sürek H, Ünvan R, Beşer N, Kaya R, Kara A. 2016. yabancı ot ilaçlarına dayanıklı bazı çeltik (*Oryza sativa* L.) genotiplerinin geliştirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araş Enst Derg, 25(Özel sayı-1): 94-99.
- Şahin S. 2002. Tosya - Osmancık ve Kargı İlçelerinde çeltik tarımı. Gazi Eğitim Fak Derg, 22(3): 19-35.
- Taşlıgil N, Şahin G. 2011. Türkiye'de çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. Adıyaman Üniv Sos Bil Enst Derg, 6: 182-203.
- Tepe I. 2014. Yabancı otlarla mücadele. Sidas Medya Yayıncılık, Van.
- Tosun O, Eser D, Yürür N, Gökçora H, Kün E, Şehirli S. 1979. Bitki yetiştirme ve ıslahı, Ders Notu No: 33, Ankara Üniv Zir Fak, Ankara.
- Türkseven S, Demirci M. 2015. Pirinç tarlalarında istilacı bir tür; *Diplachne fusca* (L.) P. Beauv. Türk Bil Derg, 18(3): 56-57.
- USDA. 2020. Agricultural Research Service (ARS), (erişim tarihi: 14.04.2020).
- Uzun K, Demirkan H. 2013. Determination of weeds in rice region of Edirne - Uzunköprü and Researches on chemical control of those weeds. Türkiye Fitopat Dern Derg, 42(1-3): 1-12.
- Uzun A, Nemli Y. 1985. Güneydoğu Anadolu bölgesindeki çeltik alanlarındaki bazı darıcan (*Echinochloa* spp.) ve bazı tek yıllık topalak (*Cyperus* spp.) türleri üzerinde çalışmalar I, türlerin biyolojisi ve ekolojisi. IV. Türk Fitopatoloji Kong Bil Özet, 29.
- Üremiş İ, Sertkaya G, Çarpar H, Sertkaya E, Yıldırım AE. 2015. Hatay ili yerli "Derviş" çeşidi çeltik alanlarında bulunan

yabancı ot türlerinin belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı Konuralp Çeltik Çalıştayı, 14-16 Aralık 2015, 42-43, Düzce, Türkiye.
Yazlık A, Çöpoğlu E, Özçelik A, Tembelo B, Yiğit M, Albayrak B,

Baykuş MA, Aydın V. 2019. Yabancı ot türleri ve etkileri: Düzce'de meyve fidanlık alanı örneği. Tekirdağ Zir Fak Derg, 16(3): 389-401.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 3 - Sayı 4: 301-307 / Ekim 2020
(Volume 3 - Issue 4: 301-307 / October 2020)

BİBER VE DOMATES TOHUMLARINDA ORGANİK PRİMİNG UYGULAMALARI

Ercan ÖZKAYNAK^{1*}, Yasemin ORHAN¹, İffet KARGIN¹, Mevlüt TUNCEL¹

¹Yüksel Tohum Tarım San. ve Tic. A.Ş., Kurşunlu Mahallesi, Madenler Sokak, 07112, Antalya, Türkiye

Gönderi: 30 Haziran 2020; **Kabul:** 06 Eylül 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020

(Received: June 30, 2020; **Accepted:** September 06, 2020; **Published:** October 01, 2020)

Özet

Araştırma insan beslenmesinin temel başlangıç noktasını oluşturan tohumda, organik priming uygulamalarının biber ve domates türlerinin tohumlarında çimlenme ve homojen fide gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Domates ve biber tohumlarında priming çalışmasında; defne meyvesi (*Laurus nobilis*), kurutulmuş kara kekik (*Thymbra spicata*) yaprak ve sapları ve deniz yosunu özütü (*Ascophyllum nodosum*) olmak üzere 3 organik bitkisel ürün kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en başarılı uygulama biberde sağlanmış, bunu domates uygulamaları takip etmiştir. Biberde yosun (1g/L) ve defne uygulamaları, domateste yosun (1g/L) ve kekik uygulamaları başarılı olmuştur. Çalışma yapılan iki bitki türünde de organik kökenli ürünlerin (defne, kekik ve deniz yosunu) fidelere herhangi bir olumsuz etki yapmadan etkili ve başarılı bir şekilde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Araştırmada domates ve biber tohumlarında priming uygulamasında organik bitkisel ürünlerin kullanımı olumlu sonuçlar vermiştir. Ayrıca ithal kimyasallara olan ihtiyaç ortadan kalkmakta en önemlisi de doğayı koruyan çevreci ürünler tohum sanayinde etkin bir şekilde kullanılmış olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Deniz yosunu, Fide, *Laurus nobilis*, *Thymbra spicata*


Organic Priming Applications in Pepper and Tomato Seeds


Abstract: The research was carried out to determine the effects of organic osmotic priming applications germination and homogeneous seedling development in the tomato and pepper species seed, which constitutes the main starting point of human nutrition. In the osmotic conditioning study of tomato and pepper seeds; 3 organic herbal products were used: laurel fruit (*Laurus nobilis*), dried black thyme (*Thymbra spicata*) leaves and stems and seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). As a result of the study, the most successful application was provided in pepper, followed by tomato applications. Seaweed (1g/l) and laurel applications in pepper, seaweed (1g/l) and thyme applications in tomato were successful. In the study, the use of organic herbal products in the priming application of tomato and pepper seeds gave positive results. In addition, the need for imported chemicals disappears, and most importantly, environmentally friendly products that protect nature were used effectively in the seed industry.


Keywords: Germination, Seaweed, Seedling, *Laurus nobilis*, *Thymbra spicata*


*Corresponding author: Yüksel Tohum Tarım San. ve Tic. A.Ş., Kurşunlu Mahallesi, Madenler Sokak, 07112, Antalya, Türkiye

E mail: eozkaynak@yukseletohum.com (D.Y. ERZURUMLU)

Ercan ÖZKAYNAK  <https://orcid.org/0000-0002-4793-7963>

Yasemin ORHAN  <https://orcid.org/0000-0001-5331-5303>

İffet KARGIN  <https://orcid.org/0000-0002-1738-6400>

Mevlüt TUNCEL  <https://orcid.org/0000-0002-0526-350X>

Cite as: Özkaynak E, Orhan Y, Kargin İ, Tuncel M. 2020. Organic priming applications in pepper and tomato seeds. BSJ Agri, 3(4): 301-307.

1. Giriş

Başarılı bir tarımsal üretimde, sağlıklı bitkilerin geliştirilmesi, yüksek verim ve kalite elde edilmesi için o çeşide ait tohumun yüksek çimlenme oranına ve çıkış hızına sahip olması gerekmektedir. Çimlenme ve fide çıkış aşamasında başarılı olmak, istenen sayıda fideyi homojen olarak elde edebilmek, dormansiye kırmak, fide gücünü artırmak amacıyla tohumlar ekim öncesi, paketleme aşamasından önce genel olarak priming (ön çimlendirme) adı verilen çeşitli uygulamalara tabi tutulmaktadır (Heydecker ve Gibbins, 1978). Tohumda farklı fizyolojik faaliyetler değişik nem oranları istemektedir (Taylor, 1997). Çimlenmenin son aşamasındaki fizyolojik aktivite kökün ucunun çıkışı olup, kök çıkışı faaliyeti için yeterli tohum su içeriğine ihtiyaç duyulmaktadır. Osmotik koşullandırma, tohumun çimlenmesinde ihtiyaç duyulan metabolik faaliyeti fizyolojik olarak başlatacak, ancak kök çıkışına ve çimlenmenin aktif hale gelmesine engelleyecek seviyedeki kontrollü su alımı olarak ifade edilmektedir (Heydecker ve Gibbins, 1978). Uygulamasından sonra tohumlar yıkama ve kurutma işlemlerine alınmaktadır. Kurutulan tohumlar hemen ekilebildiği gibi, ekim zamanına kadar uygun koşullarda muhafaza edilebilmekte ve ekim yapıldığında tohumda priming uygulaması yapılmamış olan tohumlara göre daha hızlı ve homojen çıkış gösterebilmektedirler (Elkoca, 2007; Delian ve ark., 2017).

Priming uygulaması yapılmış tohumlar uygulama yapılmayan tohumlara göre daha geniş sıcaklık aralıklarında çimlenebilmektedir (Bray, 1995). Priming uygulaması farklı bitki türlerinde, düşük sıcaklık gibi uygun olmayan şartlarda, çimlenmeyi, çıkış oranını ve çıkış hızını artırmakta ve sonuçta, kısa sürede istenilen özelliklere sahip fidelerin elde edilmesine imkan sağlamaktadır (Zheng ve ark., 1994; Elkoca, 2007; Demirkaya 2016, Demirkaya 2017). Priming ile ilgili çalışmalar değerlendirildiğinde kekik (*Thymbra spicata*) ve defnenin (*Laurus nobilis*) priming çalışmalarında kullanılmadığı görülmüştür. Tarımda bitki sağlığı koruma araştırmalarında defne ve kekik; bitkilerde hastalık yapan bakteri ve funguslara etkili olabilecek organik ürünlerin ve bileşiklerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Toroğlu, 2007; Markovic ve ark., 2011). Dolayısıyla araştırmada kekik ve defne seçilirken organik kökenli olmaları, tohumda aynı zamanda bakteri ve fungusların bulaşmalarının önlenmesinde kullanılabilme potansiyelleri yönünden değerlendirilmiştir. Priming çalışmalarında polietilen glikol (PEG-6000),

mannitol, potasyum nitrat, magnezyum nitrat, sukroz, salisilik asit, potasyum fosfat, borik asit gibi çeşitli kimyasal ürünler kullanılmaktadır (Mavi ve ark., 2006; Elkoca, 2007; Demirkaya, 2010; Delian ve ark., 2017; Nafees ve ark., 2019). Konu üzerinde yapılan araştırmalar, özellikle çimlenmesi geç olan veya ekonomik önemi fazla olan; domates, biber, kereviz ve soğan gibi türlerde yoğunlaşmıştır (Yanmaz ve Özdil, 1992). Priming uygulamasının farklı biber türlerinde ve farklı tohum lotlarında tohum kalitesini artırmak amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir (Garruna-Hernandez ve ark., 2014; Mavi, 2016; Mavi, 2018). Kullanılan priming ürünleri büyük oranda ithal edilmekte ve maliyeti yüksek ürünler olmaktadır. Son yıllarda deniz yosunu başta olmak kaydıyla doğal bitki ürünlerinin priming çalışmalarında kullanılma olanakları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır (Sivritepe, 2000). Domates, şalgam, bezelye, biber ve turp tohumlarında deniz yosundan elde edilen ekstraktlar kullanılarak yapılan priming uygulamaları sonucunda, tohumlarda çimlenme gücünde önemli artışlar olduğu belirtilmektedir (Sivritepe 2000; Demir ve ark., 2006; Demirkaya, 2010; Sivritepe ve ark., 2015).

Priming uygulamalarında kullanılan maddeler tamamen yurt dışından ithal edilen kimyasallardır ve çoğunlukla da birkaç priming kimyasalı uygulamada birlikte kullanılmaktadır. Araştırmanın amacı domates ve biber türlerine ait tohumlarda organik priming materyallerinin tohum çimlenmesi üzerine etkilerini belirlemek olmuştur.

2. Materyal ve Metot

Araştırmada defne bitkisinin küçük siyah meyveleri, kara kekiğin kurutulmuş bitki sap ve yaprakları, deniz yosununun kurutulmuş ve öğütülmüş siyah renkli bitki özütü organik priming çalışma materyalleri olarak kullanılmıştır. Kara kekik ve defne materyalleri Antalya sahil bölgesinde doğadan toplanmıştır. Deniz yosunu çalışmasında aynı zamanda organik gübre olarak kullanılan Proton marka deniz yosunu özütü kullanılmıştır (URL1). Çalışmada Yüksel Tohum'a ait Burhan domates ve Hazine dolma biber çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma kapsamında kekik, yosun, defne ve üçünün birlikte karışımını içeren farklı konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanarak uygun oran ve uygulamalar için priming ön çalışması yapılmıştır. Ön çalışmalar sonucunda Tablo 1'de yer alan organik priming uygulama ve oranları seçilmiştir.

2.1. Priming Uygulamaları

Priming uygulamalarında domates ve biberde 25'er g tohum kullanılmıştır. Priming sıvısı hesaplanmasında farklı araştırmalardan ve ön çalışmalardan faydalanarak domates ve biberde 1 kg tohuma 600 ml çözelti oranı olarak hesaplama yapılmıştır. Priming sıvısı konulan domates ve biber tohumları 250ml'lik kapaklı plastik kutulara konularak sürekli olarak belirli bir hızda zincir şeklinde yatay olarak hareket yapan sisteme konulmuştur. Priming çalışması 25 °C sıcaklık ve %70 nem koşullarında yapılmıştır. Çalışmada domates ve

biberde 72 saat süreyle priming uygulaması yapılmıştır. Priming uygulaması sonucunda domates ve biber tohumları kurutulduktan sonra çimlendirme çalışmalarına geçilmiştir. Kurutma eleklerde gölge koşullarda 25-30 °C sıcaklıkta sera ortamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada çimlendirme çalışmaları petri kutusunda kurutma kağıdında, petri kutusunda torfta ve fidelik koşullarında viyolde çimlendirme olmak üzere 3 farklı yerde uygulama (viyolde 3:1:0.5 torf: perlit: vermikülit karışımı) yapılmıştır.

Tablo 1. Araştırmada yapılan priming uygulamaları

No	Uygulamalar	Uygulama İçeriği
1	Defne	50g defne meyvesi 500 ml distile su içeren beher içine konularak blender ile parçalanmıştır. Parçalanmış karışım kaynatıncaya kadar ısıtılmıştır. Daha sonra soğumaya bırakılmıştır. Karışımdan 10ml'lik alınarak ayrı bir beherde 90 ml'lik su ile 100ml'ye tamamlanarak seyreltilmiştir. 100ml'lik son çözelti organik priming çalışmasında kullanılmıştır
2	Kekik	5g kuru kekik 500 ml su içine konmuştur. 500ml'lik karışım kaynatılıp soğutulmuştur. Çözeltiden 25ml alınmış ve 175 ml'lik su ilave edilerek karışım hazırlanmış ve uygulama yapılmıştır
3	Deniz Yosunu	1g hazır deniz yosunu özütü 1 lt suda çözülmüştür. Çözelti doğrudan organik priming uygulamasında kullanılmıştır
4	Defne, Kekik ve Deniz Yosunu Karışımı	İlk 3 uygulamada kullanılan kekik, defne ve deniz yosununun oranları yarıya düşürülerek üçlü karışım hazırlanmıştır
5	Kontrol	Sadece su kullanılarak yapılan priming çalışması sonucunda tohumlarda çimlenme testleri ve ölçümleri yapılmıştır.

2.2. Ölçülen Özellikler ve Değerlendirme

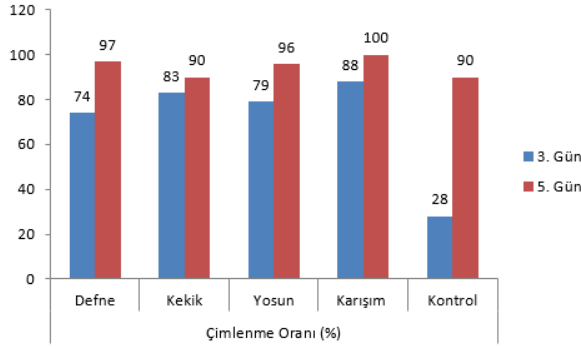
Petri kutularında çimlendirme çalışmaları her petride 50 tohum olacak şekilde 4 tekerrürlü (her uygulamada 4 petri kullanılmıştır) olarak yürütülmüştür. Petri kutusunda yapılan çalışmalar 24-25 °C sıcaklık %68-70 nem koşulları bulunan büyütme kabinde yapılmıştır. Petri kutularında çimlendirme çalışmalarında domateste 3. günden başlayarak, biberde ise 4.günden başlayarak çimlenen fideler sayılarak çimlenme oranları hesaplanmıştır (Demirkaya, 2016). Çimlenme oranları, biber ve domateste petri kutusunda hem torf hem de kurutma kağıdında çimlenen ve gelişen fide sayısı sayılarak hesaplanmıştır. Çimlenme oranlarının farklı günlerde sayılmasında petride kurutma kağıdında, petride torfta ve viyolde çimlenme oranlarının farklılık göstermesi dikkate alınarak yapılmıştır. Domates ve biber tohum uygulamalarında çimlenme oranları hesaplanırken anormal fide oranları düşürülerek oranlar belirlenmiştir. Pratik ticari uygulama açısından değerlendirmek için viyollerde tohumlar çimlendirilerek çimlenme oranları bulunmuştur. Çimlendirme çalışmaları her iki bitki türünde 15 gün sonunda tamamlanmış ve çimlenme oranları grafiklerle gösterilmiştir. Petride kurutma kağıdı ve torf uygulamalarında bitki boyu, kök uzunluğu ve bitki yaş ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Viyollerde çimlendirme çalışmalarında 128 adet tohum ekilebilen viyollerde, her uygulama için 2'şer viyol olarak yapılmıştır. Araştırmada tüm uygulamalarda petri

kutusunda kurutma kağıtlarında gelişen bitkilerde 12. günde örnek olarak seçilen 5'er bitkide bitki boyu, kök uzunluğu ve bitki yaş ağırlığı değerleri belirlenmiş, ortalama değerler bulunmuş ve grafiklerle gösterilmiştir. Petri kabı torf ortamı ve viyollere ekilen tohumlarda çimlenme oranları belirlenmiştir. Bitki boyu, kök uzunluğu ve bitki yaş ağırlığı özellikleri MSTAT-C istatistik programı kullanılarak analiz yapılmış ve ölçülen özelliklere ait ortalama değerler bulunmuştur ve LSD değerleri verilmiştir (Freed ve ark., 1989).

3. Bulgular

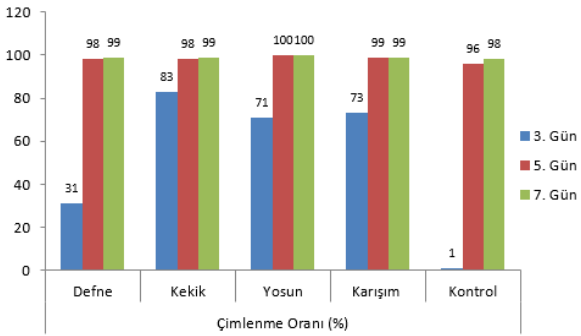
3.1. Çimlenme ve Çıkış Oranları

Araştırmada çimlenme oranları kurutma kağıdında, petri kutusunda torfta ve viyolde olarak ayrı ayrı grafiklerle verilmiştir. Çalışmada priming uygulamalarının genel olarak her iki bitki türüne ait tohumlarında kontrole göre daha iyi çimlendiği görülmektedir. Domateste çimlenme oranı en yüksek üçlü karışım uygulamasında bulunurken, defne ve yosun uygulamaları da yüksek çimlenme oranı değerleri vermiştir (Şekil 1).

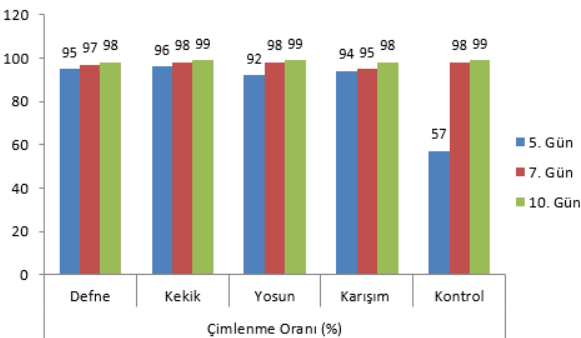


Şekil 1. Domateste petride kurutma kağıdında çimlenme oranları.

Çalışmada domateste petri kutusunda torfta çimlendirme çalışmasında 7. gün sonunda yosun uygulamasında %100 çimlenme gerçekleşmiş, bu uygulamayı diğer organik materyal uygulamaları takip etmiştir (Şekil 2). Viyol uygulamasında 10. günde kontrolde, kekik ve yosun uygulamasında %99, defne ve karışımında ise %98 çimlenme oranı sağlanmıştır. Organik priming uygulamalarında daha hızlı çıkış ve gelişme sağlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Domateste petride torfta çimlenme oranları.



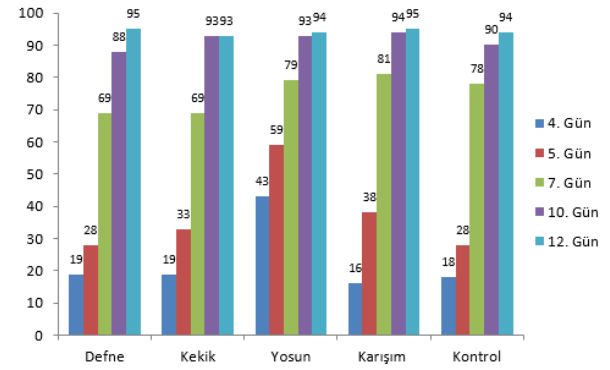
Şekil 3. Domateste viyolde çimlenme oranları.

Biberde petri kutusunda kurutma kağıdında çimlenme oranları 4. günden itibaren sayılmaya başlamış ve 12. güne kadar sayılmaya devam etmiştir. 12. gün sonunda en yüksek çimlenme oranı değerleri 3'lü karışım ve defne uygulamasından elde edilmiştir. Petride torfta çimlendirme uygulamasında ise en yüksek çimlenme oranı değeri 12. günde kekik uygulamasında saptanmıştır (Şekil 4, 5). Biberde viyolde çimlendirme çalışmasında en

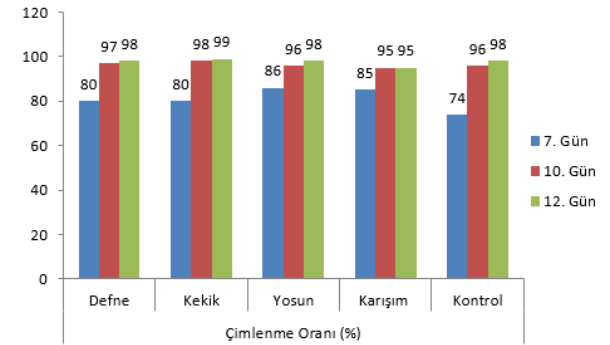
yüksek çimlenme oranı, yosun uygulamasında elde edilmiştir ve tüm uygulamalar kontrole göre daha iyi çimlenme oranı ve daha güçlü, sağlıklı fideler vermişlerdir. Kontrol uygulamasında anormal fide oranı (kotiledon yaprağını atamayan, normal yaprağını geliştiremeyen) çok yüksek bulunmuştur (Şekil 6).

3.2. Bitki Boyu, Kök Uzunluğu ve Bitki Yaş Ağırlığı Değerleri

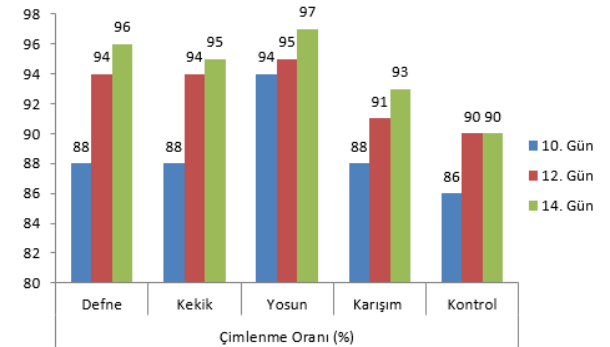
Çimlenmenin 12. gününde petrilere kurutma kağıdında gelişen fidelerde bitki boyu, kök uzunluğu, bitki yaş ağırlığı değerleri ölçülmüştür. Biberde bitki boyu değerleri incelendiğinde 12. gün sonunda en yüksek bitki boyu değerleri kekik uygulamasında gerçekleşmiş, bunu yosun ve karışım uygulamaları takip etmiştir (Şekil 7a).



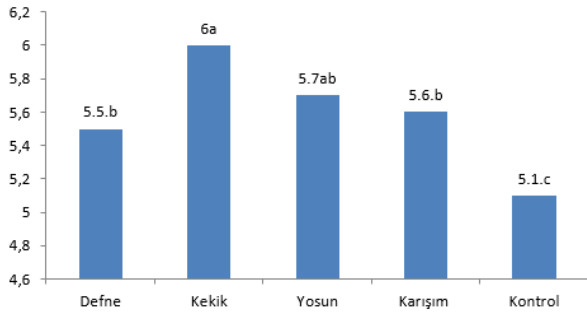
Şekil 4. Biberde petride kurutma kağıdında çimlenme oranları.



Şekil 5. Biberde petride torfta çimlenme oranları.

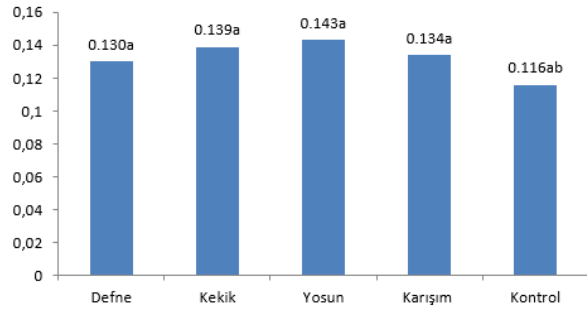


Şekil 6. Biberde viyolde çimlenme oranları.

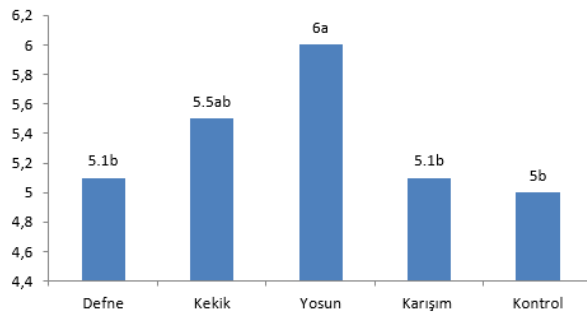


Şekil 7a. Biberde çimlenmenin 12. gününde bitki boyu değerleri (Lsd 0.05: 034).

Uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar elde edilmiştir. Fide gelişiminde büyüyen fidelerin hem standart boyda hem de güçlü bir bitki yapısında olması istenmektedir. Dolayısıyla bitki boyu bakımından biberde priming uygulamaları ile kontrole göre hem uzun boylu, hem de daha kaliteli fideler elde edilmiştir. Çimlenme hızı da uygulamalarda kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Biberde bitki yaş ağırlığı değerleri incelendiğinde 12. gün sonunda en yüksek ağırlık yosunda bulunmuş, bu değeri kekik ve karışım uygulaması takip etmiştir (Şekil 7b). Biberde kök uzunluğu değerleri incelendiğinde, istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmuştur. 12. gün sonunda en yüksek değer yosunda bulunurken bu değeri kekik uygulaması takip etmiştir. Defne ve karışım uygulamaları ise kontrole yakın değerler vermiştir (Şekil 7c).



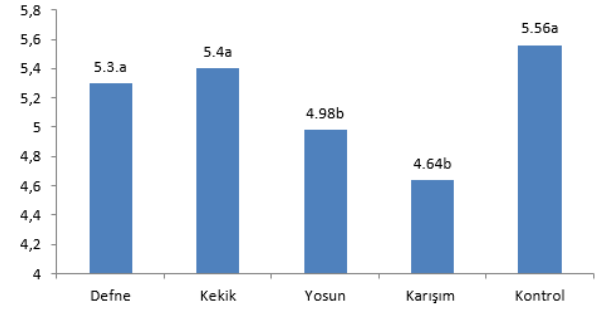
Şekil 7b. Biberde çimlenmenin 12. gününde bitki yaş ağırlığı değerleri (Lsd 0.05: 0.0243).



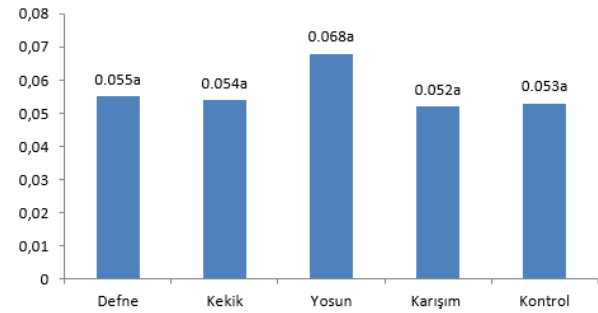
Şekil 7c. Biberde çimlenmenin 12. gününde kök uzunluğu değerleri (Lsd 0.05: 0.89).

Domates bitki boyu değerleri en yüksek kontrolde bulunurken, uygulamalarda en yüksek değerler kekik ve

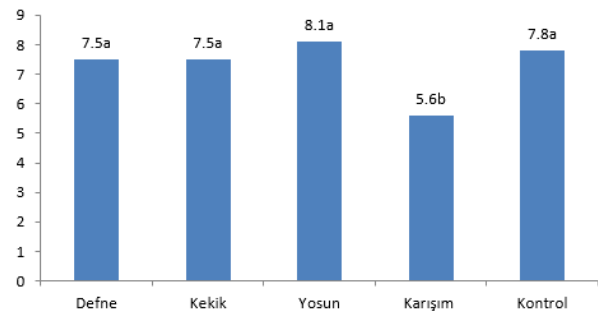
defnede bulunmuştur. 3'lü karışım uygulaması ise en düşük değeri vermiş ve bitki boyu farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 8a). Bitki yaş ağırlığı bakımından en yüksek değer yosun uygulamasında bulunmuş diğer uygulamalar ise birbirine yakın değerler vermiştir (Şekil 8b). Bitki yaş ağırlığı farklılıkları istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Domates kök uzunluğu değerleri incelendiğinde 3'lü karışım hariç istatistiki olarak önemli ve birbirine yakın değerler elde edilmiştir. En yüksek kök uzunluğu yosun uygulamasında bulunmuştur. Yosun uygulamasını kontrol takip etmiştir. (Şekil 8c).



Şekil 8a. Domateste çimlenmenin 12. gününde bitki boyu değerleri (Lsd 0.05: 0.53).



Şekil 8b. Domateste çimlenmenin 12. gününde bitki yaş ağırlığı değerleri (Lsd 0.05: 0.076).



Şekil 8c. Domateste çimlenmenin 12. gününde kök uzunluğu değerleri (Lsd 0.05: 1.92).

3.3. Organik Priming Materyalleri Maliyet Hesabı

Araştırmada priming uygulama maliyeti Tablo 2'de verilmiştir. Tablo'da defne, deniz yosunu ve kekik uygulama maliyetleri karşılaştırılmıştır. Tohumda kimyasal priming uygulamalarında genelde birkaç farklı priming kimyasalı (potasyum nitrat+PEG 6000+borik asit

vb.) belirli oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır. Priming karışımına bakteri ve fungal hastalık bulaşmalarını engellemek için tohum ilaçları konulabilmektedir. Dolayısıyla 100 kg domates ya da biber tohumunu priming yapabilmek için alt yapı maliyetleri (distile su, büyüme kabini, terazi, tohum kurutma fırını, tohum koyma bidonları vb.) hariç koşullara göre değişmekle birlikte yaklaşık 50.000 TL'lik bir maliyet gerekebilmektedir (Yüksel Tohum basılmamış veri). Tohum firmaları yıllara, domates, biber, hıyar, marul, kavun gibi bitki türlerine göre değişmekle birlikte sebze türlerinde yılda 1000-2000 kg tohumda priming uygulaması yapabilmektedirler. Hıyar, karpuz

gibi büyük tohumlu sebze türlerinde miktar daha da artabilmektedir. Kimyasal maddelerle 1000 kg tohumda priming uygulaması yapan bir firmanın yıllık maliyeti 500.000 TL gibi bir rakama denk gelmektedir. Aynı miktarda sebze tohumu (1000 kg) organik ürünler kullanılarak yıllık 50-500 TL'lik bir maliyetle yapılabilir. Priming kimyasallarının maliyeti ile kekik, deniz ve defne yosunu maliyetleri değerlendirildiğinde bu ürünlerin maliyetleri neredeyse sıfıra yakındır. Organik priming materyallerinin doğadan kolaylıkla sağlanarak maliyetsiz kullanılacak ürünler olduğu Tablo 2'de ayrıntılı olarak görülmektedir.

Tablo 2. Priming materyalleri maliyet hesabı*

Priming Materyalleri	Maliyeti (TL)	Kullanılan Konsantrasyonu (g/1kg tohum)	100 kg Tohum Maliyeti (TL)
Kekik (50g)	13	1g	26
Defne (50g)	26	4g	78
Deniz Yosunu (1kg)	78	1g	7.8

*: Maliyet hesabı domates ve biber ortalaması olarak hesaplanmıştır.

4. Tartışma

İyi bir domates ya da biber çeşidi geliştirildikten sonra o çeşidin üretiminde kullanılan tohumunun da üstün bir çimlenme gücüne ve iyi bir fide geliştirme kapasitesine sahip olması gerekmektedir. Çünkü bitkisel üretim tohumla başlar ve tohumdan geliştirilecek iyi bir fide iyi bir bitki ve iyi bir üretim anlamına gelmektedir. İyi tohum kapasitesi için de farklı uygulamalar yapmak gerekebilmektedir. İşte bu aşamada tohumda genetik potansiyeli yüksek, yeterli olgunluğa sahip, üstün kaliteli tohumları elde etmek ilk aşama, çimlenme seviye ve kalitesini artırmak için priming (ön çimlendirme) uygulaması ikinci aşama olarak devreye girmektedir.

Araştırmada domateste en yüksek çimlenme oranları petri içinde torfta çimlendirme uygulamasında elde edilmiştir. Bu uygulamayı petride kurutma kağıdında ve viyolde çimlendirme oranları izlemiştir. Domateste petride torfta çimlendirme çalışmasında torfun su tutma kapasitesi daha yüksek olduğu için çimlenme oranları 7. günde % 98-100 seviyelerine ulaşırken petride kağıtta çimlendirme uygulamasında daha erken çimlenme gerçekleşmiştir. Biberde çimlenme oranı en iyi petri kutusunda torfta gerçekleşirken, bu uygulamayı viyolde ve petride kağıtta çimlendirme uygulaması izlemiştir. Her 3 uygulamada (petride kağıtta ve torfta ve torfta çimlendirme) da kontrol suyla priming uygulaması organik materyallere göre daha düşük çimlenme oranı değerleri vermiştir.

Bitki boyu, kök uzunluğu ve bitki yaş ağırlığı değerleri hem domates ve biber tohumlarında hem de farklı priming uygulamalarında (kekik, yosun, defne, kontrol) farklılıklar göstermiştir. Uygulamaların ortak noktası ise priming uygulamalarında bitkiler kontrol olarak kullanılan suda çimlendirmeye göre daha erken, daha hızlı, daha homojen ve daha güçlü bir fide gelişimi sağlamışlardır. Sivritepe ve Sivritepe (2008), biber

tohumda deniz yosunu kullanarak yaptıkları çalışmada; en iyi sonucu 1:500 deniz yosunu konsantrasyonunda elde etmişlerdir. Demirkaya (2010) biberde, deniz yosunu özütü kullanarak farklı biber tiplerinde (Demre Sivri, kandil Dolma ve Yalova Çarliston) yaptığı çalışmada sonucunda ekim öncesi yapılan priming uygulamalarında deniz yosunu özütünün kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Mavi ve ark., (2013) biberde yaptıkları çalışmada organik priming uygulamalarının (patula çiçeği çay yaprakları, çay atığı ve leonardit) laboratuvar koşullarında çimlenmeyi geliştireceğini ve uygulamayan tohumlara göre daha yüksek bitki yaş ağırlığı elde edileceği sonucuna varmışlardır. Araştırmada biberde deniz yosunu kullanılarak elde edilen sonuçlar Sivritepe ve Sivritepe (2008) ve Demirkaya (2010) sonuçları; organik priming yönünden ise Mavi ve ark., (2013) sonuçları ile uyum içindedir.

Demir ve ark., (2006), domates ve biber farklı deniz yosunu türleri (yeşil, kırmızı ve kahverengi yosunlar) kullanarak 15 ve 25 °C'lerde priming uygulaması yapmışlardır. Çalışmada yeşil ve kahverengi yosun çözeltileri biberde çimlenme oranını artırmış, domateste ise yosun uygulamaları çimlenme oranına kontrole göre önemli bir etki yapmamıştır. Demirkaya (2012), 1:500 oranındaki deniz yosunu kullanarak bazı sanayilik domates çeşitlerinde petri kaplarında 1, 2 ve 3 gün süreler ile priming uygulamaları yapmıştır. Çalışma sonucunda, üç domates çeşidinde çimlenme oranları artarken; çıkış süreleri de kısalmıştır. Yaptığımız çalışmada da yosun uygulamaları domates ve biberde Demir ve ark., (2006) ve Demirkaya (2012)'nin çalışmalarına benzer şekilde başarılı sonuçlar vermiştir.

5. Sonuç

Çalışmada pratik anlamda viyollerde çimlenme, çıkış ve gelişme durumları incelendiğinde organik priming

uygulamalarının kullanılan tohum partileri özelinde biberde daha etkili olduğu söylenebilir. Biberde organik priming uygulamalarında en iyi sonuçları yosun ve defne uygulaması vermiştir. Domateste ise yosun ve kekik uygulaması daha başarılı olmuştur. Tohumda priming uygulamalarında büyük oranda kimyasallar kullanılmaktadır. Kullanılan kimyasallar yurt dışından getirilmekte ve yüksek maliyetli olmaktadır. Kimyasal priming uygulamalarında genellikle tek bir kimyasal ya da sistem kullanılmamakta birkaç kimyasal belirli dozlarda karıştırılarak kullanılmaktadır. Organik priming uygulamalarında kekik, defne ve deniz yosunu başarılı bir şekilde priming çalışmalarında kullanılabilir. Kullanılan bitkisel materyallerin doğal olması, kolaylıkla temin edilebilmesi, maliyetinin priming kimyasallarına göre çok düşük olması önemli avantajlardır. Organik priming ürünleri aynı zamanda fide çıkışına, gücüne ve erkenciliğine olumlu etki yapmaları, homojen standart fide gelişimi sağlamaları, tohuma ve fideye bilinen olumsuz bir etkisinin olmaması yönünden de son derece önem arz etmektedir. Domates, biber gibi farklı türlerde etkili bir şekilde kullanılabilmesi, aynı zamanda yönünden pratikte ticari sebze fidesi üretiminde etkili bir şekilde kullanılabilir priming materyalleri olduğu sonucuna varılmıştır. Sonraki çalışmalarda bu materyallerin tohum hastalık ve zararlıları üzerindeki etkilerinin de belirlenmesi tohum uygulamalarındaki kullanımlarını arttırabilecektir.

Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Bray CM. 1995. Biochemical Processes during the osmopriming of seeds. In: Kigel J, Galili G. (ed.) Seed development and germination. 767-789. Marcel Dekker, New York.
- Delian E, Bădulescu L, Dobrescu A, Chira L, Lagunovschi-Luchian V. 2017. A brief overview of seed priming benefits in tomato. Romanian Biotech Letters, 22(3): 12505-12513.
- Demir N, Dural B, Yıldırım K, 2006. Effect of seaweeds suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. Journal of Biol Sci, 6(6): 1130-1133.
- Demirkaya M. 2010. Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı uygulamalarının biber ve soğan tohumlarının canlılığı ve gücüne etkileri. Erciyes Üniv Fen Bil Enst Derg, 26(3): 217-224.
- Demirkaya M. 2012. Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı uygulamalarının domates tohumlarının canlılığı ve gücü üzerine etkileri. Alatarım, 11(1): 13-18.
- Demirkaya M. 2016. Metil Jasmonat ve Deniz Yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı ile priming uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çimlenme ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri. Selçuk Tar Bil Derg, 3(1): 42-47.
- Demirkaya M. 2017. Metil Jasmonat ve deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı ile yapılan priming

- uygulamalarının düşük sıcaklıkta domates tohumlarının çimlenme, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme indeksi üzerine etkileri. Erciyes Üniv Fen Bil Enst Derg, 33(3): 83-89.
- Elkoca E. 2007. Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları, Atatürk Üniv Zir Fak Derg, 38(1): 113-120.
- Freed R, Einensmith SP, Guetz S, Reicosky D, Smail VW, Wolberg P. 1989. User's guide to MSTAT-C analysis of agronomic research experiments. Michigan State Univ. USA.
- Garruna-Hernandez, R, Lotourneria-Moreno L, Ayala-Garay O, Santamaria JM, Pinzon-Lopez L. 2014. Pre-sowing treatments: An option to increase germination of habanero pepper seeds (*Capsicum chinense* Jacq.). Agrociencia, 48: 413-423.
- Heydecker W, Gibbins B. 1978. The priming of seeds. Acta Hort, 83: 213-215.
- Marković T, Chatzopoulou P, Šiljegović J, Nikolić M, Glamočlija J, Cirić A, Soković M. 2011. Chemical analysis and antimicrobial activities of the essential oils of *Satureja thymbra* L. and *Thymbra spicata* L. and their main components. Arch Biol Sci Belgrade, 63(2): 457-464.
- Mavi K, Ermiş S, Demir İ. 2006. The effect of priming on tomato rootstock seeds in relation to seedling growth, Asian J Plant Sci, 5(6): 940-947.
- Mavi K, Atak M, Atış İ. 2013. Effect of organic priming on seedling emergence of pepper under salt stress. Soil-Water J, 2(1): 401-408.
- Mavi K. 2016. The effect of organic priming with marigold herbal tea on seeds quality in aji pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* Willd.). J Agri Fac of Mustafa Kemal Univ, 21: 31-39.
- Mavi K. 2018. Evaluation of organic priming to improve the emergence performance of domesticated *Capsicum* species. Seed Sci and Tech, 46 (1): 131-137.
- Nafees K, Kumar M, Bose B. 2019. Effect of different temperatures on germination and seedling growth of primed seeds of tomato. Russian J Plant Phys, 66(5): 778-784.
- Sivritepe HÖ. 2000. Deniz yosunu ekstraktı (*Ascophyllum nodosum*) ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının biber tohumlarında canlılık üzerine etkileri, III. Sebze Tarımı Sempozyumu. 11-13 Eylül 2000, 482-486, Isparta.
- Sivritepe N, Sivritepe HÖ. 2008. Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of pepper seeds, Asian J Chem, 20(7): 5689-5694.
- Sivritepe HÖ, Şentürk B, Teoman S. 2015. Biber tohumlarında yapılan organik priming ve kurutma uygulamaları fide kalitesi ve performansını iyileştirmektedir, UÜ Zir Fak Derg, 29(2): 83-94.
- Taylor AG. 1997. Seed storage, germination and quality. In: Wien, H.C. (ed.) The physiology of vegetable crops. 1-36. CAB International, Wallingford, U.K.
- Toroğlu S. 2007. In vitro antimicrobial activity and antagonistic effect of essential oils from plant species. Journal of Environ Biol, 28(3): 551-559.
- URL1: Deniz yosunu: <http://www.drt.com.tr/blog/labels/proton.html> (erişim tarihi: 12.06.2020)
- Yanmaz R, Özdil AH. 1992. Domates ve biber tohumlarında ekim öncesi PEG (Polyethylene Glycol) uygulamalarının çimlenme ve çıkış oranı ile süresi üzerine etkileri, Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 13-16 Ekim 1992, Cilt II: 25-27, İzmir.
- Zheng GH, Wilen RW, Slinkard AE, Gusta LV. 1994. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming, Crop Sci, 34:1589-1593.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 3 - Sayı 4: 308-316 / Ekim 2020
(Volume 3 - Issue 4: 308-316 / October 2020)

LEBLEBİ ÜRETİMİNDE YAN ÜRÜN OLARAK AÇIĞA ÇIKAN KIRIK LEBLEBİ UNUNUN MUFİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Çiçek ATAMAN^{1*}, Hülya GÜL¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 32000, Isparta, Türkiye

Gönderi: 24 Temmuz 2020; **Kabul:** 09 Eylül 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020

(Received: July 06, 2020; **Accepted:** September 09, 2020; **Published:** October 01, 2020)

Özet

Bu çalışmada; leblebi üretiminde yan ürün (elek altı) olarak açığa çıkan ve tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği düşük olan kırık leblebinin öğütülmesi ile elde edilen kırık leblebi ununun (KLU) mufin kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. KLU mufin üretiminde kek unu ile yer değiştirme prensibine göre 4 farklı oranda (%0, %10, %20, %30) kullanılmıştır. KLU eklenerek üretilen mufinlerin bazı kimyasal ve besinsel özellikleri ile birlikte fiziksel, yapısal, tekstürel ve duyuşal özellikleri de belirlenmiştir. KLU oranı arttıkça mufinlerin protein, kül ve toplam diyet lif içerikleri artmış; hacim, spesifik hacim, simetri indeksi gibi yapısal nitelikleri ile dış ve iç renk değerlerinde önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. %20 KLU kullanım düzeyine kadar mufinlerin tekstürel ve duyuşal özelliklerinde olumsuz bir etki saptanmamış, hatta KLU ilavesinin mufinlere hoş giden bir tat ve lezzet kazandırdığı belirlenmiş ancak %30 düzeyine çıktığında zaman bu özelliklerde sınırlı düzeyde bir gerileme tespit edilmiştir. Bu çalışmada leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan ve katma değeri düşük olan kırık leblebilerin un haline getirildikten sonra %20 düzeyine kadar mufin ve farklı kek üretimlerinde başarı ile kullanılabilmesi, böylece tüketicilere farklı tat ve lezzette, fonksiyonel alternatif bir mufin çeşidi sunulabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Leblebi, Mufin, Mufin kalitesi, Diyet lif

The Effect of Broken Roasted Chickpea Flour as a By-Product in Roasted Chickpea Production on Mufin Quality


Abstract: In this study; the effects of broken roasted chickpea flour (BRCF) on mufin quality were investigated. BRCF was obtained by grinding the broken chickpea which are the by-product (under the sieve) of leblebi production process and has low acceptability by consumers. BRCF was used in mufin production in 4 different ratios (0%, 10%, 20%, 30%) according to the principle of displacement with cake flour. Physical, structural, textural and sensory properties of the muffins produced by adding BRCF have been determined along with some chemical and nutritional properties. As the BRCF ratio increased; protein, ash (mineral matter) and total dietary fiber content of the muffins increased and there were no significant changes in crust and crumb colors with their structural properties such as volume, specific volume and symmetry index. There was no negative effect on the textural and sensory properties of the muffins when BRCF was used up to 20% level. Furthermore the addition of the BRCF was determined to bring a pleasant taste and flavor to the


mufins, but a limited deterioration was detected in these properties when the usage level of BRCF was increased to 30% level. It has been concluded that broken chickpeas, which are produced as a by-product in roasted chickpea production and have low added value, can be successfully used in the production of muffins and different cakes up to 20% addition level, so that consumers can be offered a functional alternative muffins with different taste and flavour.

Keywords: Chickpeas, Muffin, Muffin quality, Dietary fiber

***Corresponding author:** Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 32000, Isparta, Türkiye

E mail: c.ataman7@outlook.com (Ç. ATAMAN)

Çiçek ATAMAN  <https://orcid.org/0000-0002-4028-5958>

Hülya GÜL  <https://orcid.org/0000-0002-6791-817X>

Cite as: Erzurumlu DY. 2020. Technologies and added its values on machine used in cotton harvest in Turkey. BSJ Agri, 3(3): 308-316.

1. Giriş

Nohut zengin besin içeriğine sahip bir baklagil olup çerez olarak tüketilen leblebinin hammaddesidir. Nohut taneleri proteinler, esansiyel aminoasitler, karbonhidratlar, kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum gibi mineraller, vitaminler, diyet lif, folat, beta karoten ve yağ asitleri bakımından mükemmel bir kaynaktır (Gül ve ark., 2018). Bununla birlikte nohut diğer baklagillere oranla daha fazla protein ve kalsiyum oranına sahiptir (Azkan, 1999).

Geçmişten günümüze insan beslenmesinde önemli rol oynayan nohutun protein ve mineral içeriğinin de yüksek olması beslenmede ve vücut fonksiyonlarında büyük fayda sağlamaktadır. Nohutta tane rengi, nohutun kimyasal yapısı hakkında bilgi vermektedir. Renkli nohutlar kalın kabuklu ve hayvan yemi olarak değerlendirilirken renksiz nohutlar iri taneli olup yemeklik olarak değerlendirilmektedir (Çelebi, 2015).

Barışık ve Tavman (2018) yaptıkları çalışmada nohutun kimyasal birleşimini incelemiş; pH değerini % 6,63, protein değerini %19,11, nem değerini %10,59, su aktivite değeri %0,618 ve kül değeri ise %2,84 olarak belirlenmiştir.

Baklagil ürünleri birçok aşamadan (kabukların ayrılması, kaynatma, kavurma, ayıklama ve öğütme vb.) geçirilerek çeşitli yiyeceklerin hazırlanmasında kullanılır. Baklagillerin kavrulması veya pişirilmesi Asya, Orta Doğu ve Güney Amerika'da uzun yıllar boyunca uygulanmıştır. 'Leblebi' olarak adlandırılan kavrulmuş nohut ürünü, Farsça bir kelimedir. Akdeniz Bölgesi ve Ortadoğu'da yaygın olarak tüketilen leblebi Türkiye'de de geleneksel bir aperatif çerezdur. İki farklı leblebi türü vardır; kabukları soyulmuş leblebi (Sarı Leblebi ve Girit Leblebi) ve kabukları ayrılmamış leblebi (Beyaz Leblebi ve Sakız Leblebi). Ayrıca, leblebi düşük nem içeriğinden dolayı uzun bir raf ömrüne sahiptir (Coşkuner ve Karababa, 2004).

Leblebi üretiminde kabuk ayırma aşamasından sonra elek altı denilen kırık leblebiler oluşmaktadır. Kabuk ayırma aşamasında kırılan bu leblebiler bütün leblebiye göre tüketiciler tarafından daha az kabul görmektedir. Besin değeri yüksek, ucuz ve tüketiciler tarafından kabul ve satın alınma oranı çok düşük olan kırık leblebinin kullanım alanının artırılması bu ürüne katma değer kazandırılması açısından önem arz etmektedir.

Günümüzde tüketiciler hem besin açısından zengin hem

de insan sağlığına olumlu etkileri bulunan gıdalara ilgi göstermektedir. Tahıl ve ürünlerinin günlük beslenmede önemi oldukça büyük olup günlük diyetin büyük bir bölümü tahıl ve ürünlerinden karşılanmaktadır. Üretilen tahıl ürünlerinin lezzetli ve tüketimlerinin pratik olması nedenleriyle özellikle kek, bisküvi gibi ürünler tüketicilerin dikkatini çekmektedir. Tüketicilerin bu talepleri karşısında tahıl ürünlerinde üretim ve ürün çeşitliliği de her geçen gün artmaktadır. Yapılan literatür taramasında ulusal ve uluslararası düzeyde gerek bilimsel gerekse sanayi bazında leblebi ununun mufin üretiminde kullanımına yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada; leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebilerin öğütülmesi ile edilen kırık leblebi ununun mufin üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması, üretilen mufinlerin bazı kimyasal, fiziksel besinsel, tekstürel ve duyuşsal kalite özellikleri üzerindeki etkisinin araştırılması, böylece tercih edilmeyen/satılmayan bir yan ürün olan ancak besin değeri açısından oldukça yüksek olan kırık leblebinin bütün yaş gruplarının severek tüketebileceği fırıncılık ürünü olan mufine ilavesi yapılarak hem lezzetli hem besleyici fonksiyonel bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Özel amaçlı buğday unu (Türk Gıda Kodeksi [TGK], 2013), Hediye Un Fabrikası'ndan (Isparta)'dan temin edilmiştir. Şeker (TSE, 2017), margarin (TSE, 2014), yağsız süt tozu (TSE, 2007), kabartma tozu (TSE, 2019), pastörize yumurta (TSE, 2009) ve tuz (TSE, 2003) Isparta piyasasından satın alınmıştır.

Leblebi üretim prosesi sırasında kırılan ve ekonomik değeri daha düşük olan kırık leblebiler Badez Kuruyemiş (Isparta)'den temin edilmiştir. Kırık leblebi örnekleri Badez Kuruyemiş'de bulunan süper mikser (SMP-104) marka öğütücü kullanılarak öğütülmüştür. Öğütülen kırık leblebi örnekleri laboratuvarında elenmiş ve 200 µm partikül boyutunun altında olan kırık leblebi unu (KLU) mufin üretiminde kullanılmıştır.

2.2. Metod

Mufin üretimi İpek ve Dizlek (2018) tarafından kullanılan yöntemine göre yapılmıştır. Mufin üretiminde kullanılan formülasyon Tablo 1'de verilmiştir. Pastörize yumurtalar el mikserinde (Tefal Smart, Türkiye) 1. devirde 2 dakika

çırpılmıştır. 35 ml su ilave edilerek 1. devirde 1 dakika, daha sonra şeker ilave edilip 1. devirde 1 dakika, margarin ilave edilerek 1. devirde 1,5 dakika daha çırpıldıktan sonra kuru bileşenler eklenerek 1. devirde 1 dakika olmak üzere 2. devirde 1 dakika daha çırpılmış ve elde edilen hamurdan 35 g mufin pişirilme kağıtlarına tartılarak 12'li mufin kalıplarına konulmuştur. Siemens marka set üstü fırının orta katında 210 °C 'de 20 dakika pişirilmiştir. Fırından çıktıktan sonra laboratuvar koşullarında 20 dakika kalıpta, 40 dakika kalıp dışında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan mufin örneklerine aşağıda belirtilen analizler uygulanmıştır.

Tablo 1. Mufin üretiminde kullanılan formülasyon

Bileşenler	Miktar (g)
Un	100
Şeker	80
Yumurta	60
Margarin	60
Su	35
Yağsız süt tozu	7,5
Kabartma tozu	3
Tuz	0,5
Leblebi unu	Mufin örneklerinde leblebi unu özel amaçlı buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilmiştir.

2.2.1. Özel amaçlı buğday unu, kırık leblebi unu ve mufin örneklerinde yapılan bazı kimyasal ve fiziksel analizler

Özel amaçlı buğday ununda, kırık leblebi ununda ve mufin örneklerinde; nem (AACC Method, 44-01.01, 2000), kül (AACC Method, 08-01.01, 2000), protein (AOAC Method, 950.36, 2000), toplam yağ (AOAC, 1990), toplam diyet lif (AACC Method, 32-07.01, 2000), su aktivitesi (Novasina, Lab Touch-aw, Lachen, İsviçre)(Ulutürk,2018), renk değerlerinden L, a ve b değerleri (Minolta CR-410, Minolta Co Ltd., Tokyo, Japonya) saptanmıştır.

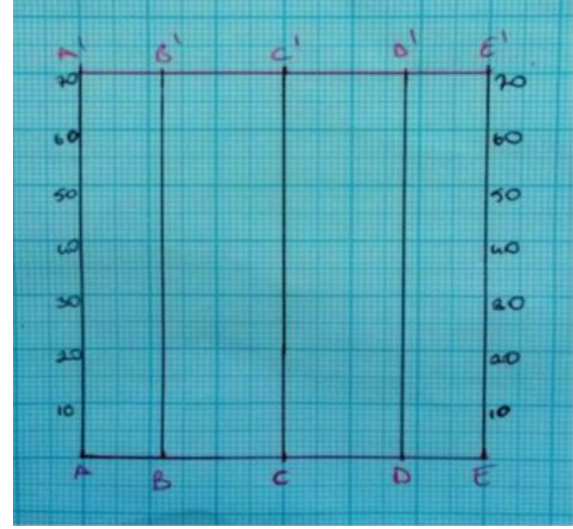
Mufin örneklerinde yapılan fiziksel analizleri

KLU'nun özel amaçlı buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre %0, %10, %20, %30 oranlarda ilave edilmesi ile üretilen mufin örneklerinin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri ile büzülme değeri ve toplam hacim indeksi değerleri belirlenmiştir (AACCI Metot 10-91.01; AACCI, 2000; İpek ve Dizlek, 2018). Tüm bu değerlerin ölçülebilmesi için Şekil 1'de verilen kek ölçüm şablonu, mufin kek kalıbının ebatları dikkate alınarak modifiye edildikten sonra kullanılmıştır (Giritlioğlu, 2017). Mufin örneklerinin hacim değerleri kuşyemi ile yer değiştirme metoduna (Uluöz, 1965) göre hesaplanmıştır.

Hacim indeksi değeri (HI), keklerin tepe noktası ile tabanı arasındaki fark ile kenarlarının tepe noktası ile alt noktaları arasındaki farkların toplamını bilerek hacimleri hakkında fikir vermektedir. Mufin örneklerinde HI

değerleri aşağıdaki (1 numaralı) eşitlikle hesaplanmıştır.

$$HI \text{ (mm)} = |BB'| + |CC'| + |DD'| \quad (1)$$



Şekil 1. Mufinlerin yapısal analizinde kullanılan ölçüm şablonu (Giritlioğlu, 2017).

Kek endüstrisinde simetri indeksi (SI), keklerin üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemek için kullanılmaktadır. Simetri indeksi değerinin pozitif bir değere sahip olması kek üst yüzeyinin bombeli olduğunu yani kekin kabarık olduğunu, negatif bir değer alması ise kekin çöktüğünü gösterir. Simetri indeksi, aşağıda gösterilen (2 numaralı) eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$SI \text{ (mm)} = 2 |CC'| - |BB'| - |DD'| \quad (2)$$

Tekdüzelik indeksi (TI), kekin yanal olarak simetrisini gösterir. Kek merkezine eşit uzaklıktaki 2 ayrı noktadan alınan bu ölçümlerin birbirine eşit olması yani bu indeks değerinin 0 olması istenir. TI aşağıdaki eşitlik (3 numaralı) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$TI \text{ (mm)} = |BB'| - |DD'| \quad (3)$$

Büzülme değeri (BD), doldurulan hamur tabanı çapında meydana gelen küçülmeyi ifade etmek için kullanılır. Üst ve alt büzülme değeri aşağıda verilen 4 ve 5 numaralı eşitlikler ile belirlenmiştir.

$$\text{Üst BD (mm)} = \text{Kek kalıbının üst çapı (62 mm)} - \text{Kekin üst çapı (|A'E'|)} \quad (4)$$

$$\text{Alt BD (mm)} = \text{Kek kalıbının alt çapı (48 mm)} - \text{Kekin alt çapı (|A'E'|)} \quad (5)$$

Toplam hacim indeksi (THİ) bütün değerlerin toplanması ile elde edilmektedir. Toplam hacim indeksi aşağıdaki eşitlikle (6) hesaplanmıştır.

$$THI \text{ (mm)} = |AA'| + |BB'| + |CC'| + |DD'| + |EE'| + |AE| + |A'E'| \quad (6)$$

Piştirme kaybı (PK) kekin pişirilmesi sırasında kaybettiği ağırlığın belirlenmesini sağlar. Piştirme kaybı aşağıdaki eşitlikle (7) hesaplanmıştır.

$$\text{Kek verimi} = (\text{Kek ağırlığı} / \text{Hamur ağırlığı}) * 100$$

$$\text{PK} = 100 - \text{Kek verimi} \quad (7)$$

Mufin örneklerinde yapılan renk analizleri

Mufin örneklerin L, a ve b değerleri üç farklı bölgeden renk ölçüm cihazı (Minolta CR-410, Minolta Co Ltd., Tokyo, Japonya) ile ölçüm yapılarak tespit edilmiştir. Renk skalası; L değeri [(0)Siyah - (100) Beyaz], a değeri [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b değeri [(+) sarı, (-) mavi] olarak kullanılmıştır (Ulutürk, 2018).

Tekstür profil analizleri (TPA)

Mufin örneklerinin TPA değerleri TA-XT PLUS cihazı (TA-XT Plus, İngiltere)'nda 36 mm'lik silindir prob (TA4/1000) kullanılarak belirlenmiştir. Mufin örnekleri elektrikli bıçak kullanılarak enine kesilmiş ve üst kabuk kısımları atılarak ölçümler taban kısmında yapılmıştır. TPA parametrelerinden; sertlik, elastikiyet, yapışkanlık, sakızimsılık, çignenebilirlik ve esneklik değerleri ölçülmüştür. Ölçümler üç paralel ve üç tekerrür şeklinde yapılmış ve elde edilen ortalama değerler verilmiştir. Doku parametrelerinin hesaplanması için 5 kg yük hücresi kullanılmıştır. Analiz parametreleri: Ön test hızı 1,0 mm/s, test hızı 1.0 mm/sn, test sonrası hız 1.0 mm/sn, mesafe mufin yüksekliğinin yarısı kadar olacak şekilde ayarlanmıştır.

Mufin örneklerinin duyusal olarak değerlendirilmesi

Mufin örnekleri 20-32 yaş arasındaki Gıda Mühendisliği Bölümü personel ve öğrencilerinden oluşan 15 kişilik eğitilmiş bir panelist grubu tarafından duyusal olarak

değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme öncesinde panelistlere mufinlerin duyusal değerlendirme kriterleri hakkında bilgi verilmiştir. Rastgele numaralandırılan örnekler panelistlere ayrı ayrı sunulmuş, bir mufin örneğinden diğerine geçerken panelistlere soğuk içme suyu verilmiştir. Duyusal kalite kriterleri 1'den 5'e kadar puanlama sistemine göre yapılmıştır (5 puan: çok iyi, 4 puan: iyi, 3 puan: kabul edilebilir, 2 puan: yeterli değil, 1 puan: kötü). Mufin örnekleri dış ve iç renk, gözenek yapısı, yapısal /tekstürel özellikler, çignenebilirlik, ağızda dağılma, kumlu/kuru olma, koku, aroma, tat/lezzet ve genel beğeni özellikleri açısından değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Ulutürk, 2018).

2.3. İstatistiksel Analizler

Mufin örneklerinin tüm özelliklerine ilişkin olarak elde edilen verilere, "SPSS" paket programı (SPSS, version 18.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılarak öncelikle varyans analizi (ANOVA) uygulanmış, analiz sonrası önemli bulunan değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Özel Amaçlı Buğday Unu ve Kırık Leblebi Ununun Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Kırık leblebi unu ve özel amaçlı buğday ununun kimyasal ve fiziksel özelliklerine ilişkin veriler Tablo 2'de verilmiştir. Kırık leblebi ununun nem değeri %2,87, kül miktarı %2,40, protein değeri %22,76, toplam diyet lif içeriği %4,55, toplam yağ değeri %4,2, su aktivitesi 0,137 olarak bulunmuştur. Bilindiği üzere baklagiller yüksek protein, aminoasit ve diyet lif içerikleri ile ekmek bisküvi, vb unlu mamullerin fonksiyonelliğinin artırılmasında sıklıkla kullanılmaktadır.

Tablo 2. Kırık Leblebi Unu ve Özel Amaçlı Buğday Ununun Özellikleri

Un Tipi	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	TDL (%)	Toplam Yağ (%)	SA (aw)	L	a	b
Kırık leblebi unu	2,87	2,40	22,76	4,55	4,2	0,137	59,82	7,62	22,49
Özel amaçlı buğday unu	12,49	0,19	7,9	-	0,02	-	85,72	-2,34	9,7

TDL= toplam diyet lifi, SA= su aktivitesi

Nohut da yüksek protein içeriği ile unlu mamuller alanında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bizim çalışmamızdaki sonuçlar ile uyumlu olarak Gomez ve ark (2008) buğday unu-nohut unu karışımlarının kek kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında; beyaz ve tam tane olarak kullandıkları nohut unlarının protein içeriğinin %22,48g - %25,18g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada leblebi üretiminde istemsiz olarak açığa çıkan tüketici beğenisinin az olması nedeniyle ekonomik değeri düşük olan kırık leblebilerin un haline getirildikten sonra fonksiyonel kek üretiminde kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan leblebi ununun

protein ve diyet lif içeriği dikkate alındığında kek üretiminde kullanılan farklı katkılara göre daha avantajlı olduğu ve sanayide fonksiyonel keklerin üretilmesinde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Nitekim KLU nun protein içeriği (%22,76), Baltacıoğlu ve Uyar (2017) tarafından kek üretiminde kullanılan kabak tozunun (%8,5), protein içeriğinden daha yüksek bulunmuştur. KLU'nun L değeri buğday ununa göre daha düşük yani daha koyu, kırmızılık ve sarılık değerleri ise daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 1).

3.2. Mufin Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri

Üretilen mufin örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir. Mufin örneklerinin nem

içerikleri KLU ilavesi ile kontrol örneğine göre artış göstermiştir. Ancak farklı oranlarda KLU ilavesi nem değeri üzerinde istatistiksel olarak bir fark oluşturmamıştır ($p<0.05$). Üretilen mufinlerde kül yani toplam mineral madde oranı kontrol grubu ve %10 KLU ilaveli mufinlerde istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken mineral madde içeriği %20 KLU ilavesi ile birlikte artmaya başlamıştır. Protein içeriği ise KLU oranı arttıkça önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0.05$). %30 KLU ilavesi ile kontrol örneğine göre mufinlerin protein içeriği yaklaşık %32,5 oranında artmıştır. Tahıl proteinleri bazı esansiyel amino asitlerden yoksun olduğu için baklagiller tahıllar ile birlikte kullanılır. Baklagillerin kullanımı

konsantr protein kaynakları olduğu için önemlidir (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003). Nohut unu emilsüfyer özelliğe ve iyi su tutma kapasitesine de sahiptir (Kohajdova ve ark., 2011). Araştırmacıların sonuçları ile karşılaştırıldığında bizim çalışmamızda kullandığımız formülasyon ve KLU ilavesi ile yağ içeriğinde bir miktar azaltma yapılarak sanayi tipi protein içeriği yüksek kekler üretilebileceği kanısına varılmıştır. Yağ değerleri bakımından KLU ilavesi önemli bir değişime neden olmamış ve KLU içeren örnekler ile kontrol örneği arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Su aktivitesi de KLU oranına bağlı olarak doğru orantılı olarak artmıştır.

Tablo 3. Mufin örneklerinin bazı kimyasal özellikleri

KLU ilavesi (%)	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TDL (%)	SA (aw)
0 (kontrol)	16,42±1,18 ^b	1,25±0,07 ^a	13,99±0,003 ^d	37,66±0,08 ^a	4,65±0,08 ^d	0,72±0,02 ^b
10	18,01±0,29 ^a	1,24±0,12 ^a	14,79±0,018 ^c	36,94±1,83 ^a	5,05±0,02 ^c	0,73±0,03 ^b
20	17,87±1,64 ^a	1,29±0,01 ^b	16,27±0,009 ^b	37,33±0,82 ^a	5,65±0,10 ^b	0,75±0,06 ^{ab}
30	17,15±0,79 ^a	1,38±0,08 ^c	18,51±0,095 ^a	38,47±2,19 ^a	6,43±0,01 ^a	0,78±0,04 ^a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p<0,05$). TDL= toplam diyet lifi, SA= su aktivitesi

Protein içeriklerinde olduğu gibi diyet lif değerlerinde de KLU ilavesindeki artışa paralel olarak artış saptanmıştır. Kontrol örneğinde %4,65 olarak belirlenen toplam diyet lif içeriği %10,%20 ve %30 KLU ilaveli mufinlerde sırasıyla %5,05, %5,65 ve %6,43 olarak belirlenmiştir. Salehi ve ark. (2016) %5,%10 ve %15 oranında kültür mantarı tozu ilave ederek ürettikleri keklerin nem içeriklerini %18,40-%19,65, yağ içeriklerini %23,34-%23,19, kül içeriklerini %0,81-%1,32, protein içeriklerini %5,95-%7,66 arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında KLU ilavesinin keklerin özellikle protein ve diyet lif içeriğinin artırılması anlamında daha fazla katkıda bulunabileceği söylenebilir. %100 japon darı (*Echinochloa frumentacea*) unu ile üretilen mufinlerin nem içeriği %22,40, protein içeriği %6,05, toplam mineral madde içeriği %1,75, ham lif içeriği ise % 2,09 olarak bildirilen çalışma (Goswami ve ark., 2015) ile karşılaştırıldığında; %30 KLU ilavesi ile bile mufinlerin besin içeriğinin artırılması anlamında daha iyi sonuçlar elde edildiği söylenebilir.

3.3. Mufin Örneklerinin Fiziksel ve Yapısal Özellikleri
Üretilen mufinlerin fiziksel özelliklerinden spesifik hacim, hacim indeksi, tekdüzelik indeksi, simetri indeksi, üst ve alt büzülme ve toplam hacim indeksi değerleri Tablo 4'de verilmiştir. KLU ilavesi mufin örneklerinin hacim, spesifik hacim ve hacim indeksi değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Kontrol örneği ile artan oranlarda KLU içeren mufinlerin söz konusu değerleri aynı sınırlar içerisinde kalmıştır. Ekmekte olduğu gibi kek gibi fırın ürünlerinde kalitenin en önemli göstergesi hacim ve/veya spesifik hacimdir. Hacim indeksi ve toplam hacim indeksi değerleri ile keklerin gerçek hacmi ölçülmemektedir ancak bu

değerler keklerin hacmi ile ilgili fikir vermektedir (İpek ve Dizlek, 2018). Çalışma sonucunda elde edilen veriler KLU'nun %30 gibi yüksek oranlarda kullanıldığında bile kekin hacim, hacim indeksi ve spesifik hacim değerlerini olumsuz yönde etkilemediği dolayısıyla sanayi tipi farklı keklerin üretiminde de kullanılabilirliğinin göstergesidir. Benzer sonuçlar Gerçekaslan ve Boz (2018) tarafından da elde edilmiş, araştırmacılar keçiboynuzu unu ilavesinin kakaolu keklerin hacim ve spesifik hacim değerlerinde olumsuz bir etki oluşturmadığını bildirmişlerdir. Aydoğdu ve ark. (2018) %5 ve %10 oranlarında bezelye, elma, yulaf ve limon lifi ilave ederek ürettikleri keklerin spesifik hacim değerlerinin kontrol örneğine göre azaldığını ve 1,32-1,87 ml/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Pişme kaybı değerinde, en yüksek değer %20 KLU ilaveli mufinde görülürken en düşük değer %30 KLU ilaveli mufinde bulunmuştur. Benzer sonuçlar Giritlioğlu (2017) tarafından yapılan çalışmada da bulunmuştur. Buğday unu yerine kinoa unu kullanılması keklerin pişme kayıplarını azaltmıştır. En yüksek pişme kaybı değeri (%12,9) buğday unu ile şeker otu preparatı, en düşük pişme kaybı değeri (%11,4) ise kinoa unu ile Şeker otu preparatı içeren formülde bulunmuştur.

Keklerin üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemek için kullanılan bir ölçüt olan simetri indeksinin pozitif bir değere sahip olması kekin bombeli olduğunu yani kekin kabarık olduğunu, tam tersine negatif bir değer alması ise kekin çöktüğünü gösterir (İpek ve Dizlek, 2018). KLU ilavesi ile üretilen mufin örneklerinin simetri indeksi değerlerine bakıldığı zaman %20 ve %30 oranlarında KLU içeren mufinlerin simetri indekslerinin daha yüksek olduğu dolayısıyla artan oranlarda KLU ilavesinin

olumsuz bir etkide bulunmadığı tam aksine mufinlerin daha bombeli olmasını sağladığı saptanmıştır. Tekdüzelik indeksi, kekin yanal olarak simetrisini gösterir. Kek merkezine eşit uzaklıktaki 2 ayrı noktadan alınan bu ölçümlerin birbirine eşit olması yani bu indeks değerinin 0 olması istenir.

simetrilerinin kontrol kekine göre daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Artan oranlarda KLU ilavesi tekdüzelik indeksi değerleri üzerinde belirgin bir farklılık oluşturmamıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda KLU ilavesi %30 gibi yüksek oranlarda kullanıldığında bile keklerin tekdüzelik indeksini olumsuz yönde etkilemediğini bu nedenle sanayi tipi farklı keklerin üretiminde yapısal bir fark oluşturmaksızın kullanılabilir olduğunu göstermiştir.

Mufin kalıbına doldurulan hamurların alt taban çapında meydana gelen küçülmeyi ifade etmek için “alt büzülme değeri”, üst çapında meydana gelen küçülmeyi ifade etmek için ise “üst büzülme değeri” ifadeleri kullanılır (Dizlek ve ark., 2008). Mufin üretiminde %10 ve %20 oranlarında KLU kullanılması kontrol örneğine göre mufinlerin üst kısımlarında ve tabanlarında daha az büzülmeye neden olmuş, ancak KLU kullanım oranının %30’a çıkarılması ile keklerin üst ve taban kısımlarında daha fazla büzülme tespit edilmiştir (Tablo 4).

3.4. Mufinlerin Renk Özellikleri

Mufin örneklerinin renk değerleri Tablo 5’te verilmiştir. Farklı oranlarda KLU ilavesi mufin örneklerinin kabuk renk değerlerinden olan L, a, b ve ΔE değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır (p>0.05). Ancak iç renk değerleri incelendiği zaman KLU ilavesinin mufinlerin renk değerlerini çok önemli düzeyde (p<0.05) etkilediği görülmektedir. Mufin örneklerinin L değeri kontrol örneğinde 71,17 iken %10,%20 ve %30 oranlarında KLU katkılı örneklerde sırasıyla 68,17, 64,53 ve 60,92 olarak belirlenmiş yani KLU ilave oranı arttıkça iç renkte koyulaşma meydana gelmiştir. KLU ilavesi ile a değeri artmış, KLU oranı arttıkça mufinlerin a değeri yani kırmızılık değerleri de artmıştır. Sarılık değerlerinde (b değerlerinde) artış meydana gelmiş ancak artan oranlarda KLU ilavesi “b” değeri üzerinde istatistiksel bir farka neden olmamıştır (p<0.05). KLU ilavesi ile mufin örneklerinin iç renk değerlerinden ΔE değeri azalmıştır. Bu renk değişimlerinin KLU’nun yüksek lif içeriğinden, ayrıca pişirme sırasında şekerin karamelizasyonundan ve aminoasitler ile şekerler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Gomez ve ark, 2011; Chahdoura ve ark., 2018). Elde edilen renk değerleri toplu olarak değerlendirildiğinde; KLU’nun mufinlerin dış ve iç renk değerlerinde negatif bir etki oluşturmadığı ve fonksiyonel kek üretimlerinde kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Nitekim farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da kek üretiminde kullanılan farklı katkıların; örneğin kabak tozu (Baltacıoğlu ve Uyar, 2017), kahve çekirdeği zarı (Ateş ve Elmacı, 2018), patates unu (Jeddou ve ark., 2017) keklerin renk değerleri üzerinde farklı derecelerde etkilerde bulunduğu rapor edilmiştir.

3.5. Mufinlerin Tekstürel Özellikleri

Fırın ürünlerinin tüketici beğenisini kazanmasında tekstür önemli bir kalite kriteridir. KLU ilaveli mufinlerin tekstürel olarak TPA’leri yapılmış ve sertlik (hardness), esneklik (springiness), yapışkanlık (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve

Tablo 4. Mufinlerin fiziksel ve yapısal özellikleri

KLU ilavesi (%)	Hacim (cm ³)	Spesifik hacim (cm ³ g ⁻¹)	Pişme kaybı (%)	Hacim indeksi	Toplam hacim indeksi	Simetri indeksi	Tekdüzelik indeksi	Üst büzülme (mm)	Alt büzülme (mm)
0	80,00±4,40 ^a	2,62±0,28 ^a	12,42±0,30 ^{ab}	119,33±2,87 ^a	267,00±5,96 ^a	12,66±1,03 ^b	-2,66±2,73 ^b	6,66±1,21 ^c	9,16±1,47 ^a
10	78,63±3,68 ^a	2,57±0,22 ^a	12,63±0,40 ^a	118,50±3,78 ^a	271,00±4,42 ^a	11,00±3,74 ^c	0,66±1,03 ^a	5,66±1,21 ^d	7,83±0,40 ^{ab}
20	80,15±3,90 ^a	2,61±0,21 ^a	12,59±0,41 ^{ab}	111,00±9,35 ^a	261,16±21,49 ^b	14,00±2,52 ^a	-1,33±1,86 ^{ab}	6,00±1,54 ^b	7,66±0,51 ^{ab}
30	81,11±2,29 ^a	2,63±0,27 ^a	11,85±0,44 ^b	110,66±7,81 ^a	260,50±13,56 ^b	13,83±3,12 ^a	-0,16±2,04 ^{ab}	7,16±1,16 ^a	6,66±1,75 ^b

^{ab}Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0.05)

Tablo 4 incelendiği zaman kontrol örneğine göre KLU içeren mufinlerin daha çok sıfıra yakın tekdüzelik indeksi değerine sahip oldukları, yani KLU ilaveli keklerin yanal

elastikiyet (resilience) değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Mufinlerin sertlik değerleri 812,48 g ile 941,56 g arasında değişim göstermiştir. %10 ve %20 oranlarında KLU ilavesi mufinlerin kontrol örneğine göre daha yumuşak olmasını sağlarken, %30 katkı düzeyine çıktığı zaman sertliğin önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Bu durum artan KLU ilavesi ile birlikte mufinlerin lif içeriklerinin ve protein içeriklerinin de artması ile birlikte her ikisinin de serbest suyu bağlayarak daha sert bir doku oluşturmamasından ve aralarındaki hava boşluklarının azalmasından kaynaklanmış olabilir. Jeddou ve ark. (2017) %2, %5 ve 10% oranlarında patates kabuğu tozu ilave ederek yaptıkları çalışmalarında; patates kabuğu ilavesinin keklerin sertlik değerini önemli ölçüde azalttığını vurgulamışlardır. Mufinlerin esneklik ve elastikiyet değerleri de sertlik değerleri ile paralel bulunmuştur. Yani %20 KLU ilave oranına kadar gerek esneklik gerekse elastikiyet değerleri

bakımından kontrol örneği ile aralarında önemli bir fark bulunmazken %30 KLU içeren mufinlerde aynen sertlik değerinde olduğu gibi elastikiyet ve esneklik değerlerinde sınırlı düzeyde bir azalma saptanmıştır.

Bir diğer tekstür parametresi olan yapışkanlık değeri incelendiğinde; kontrol keki ve %10 ve %20 KLU katkılı keklerin benzer yapışkanlık özelliği gösterdiği ancak %30 KLU ilavesinin keklerin yapışkanlık değerinde sınırlı düzeyde bir azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Artan KLU oranı ile birlikte lif oranının da artması ortamda mevcut suyu da kendisine bağlamakta ve oluşan mufinlerin daha sert, daha kuru ve dolayısıyla daha az yapışkan olmasına neden olmuştur. Baltacıoğlu ve Uyar (2017); kabak tozu ilavesinin keklerin sertlik değerlerinde standart keke göre azalma, yapışkanlık değerlerinde %30 kabak tozu oranına kadar düşme, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerinde de azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 5. Mufin örneklerinin renk değerleri

KLU ilavesi (%)	Kabuk Rengi				İç Renk			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	51,68±4,54 ^a	15,72±1,21 ^a	24,32±2,62 ^a	14,37±0,78 ^a	71,17±1,06 ^a	-0,44±0,21 ^d	23,25±0,52 ^b	19,78±1,25 ^a
10	50,73±3,92 ^a	16,11±1,33 ^a	24,25±2,00 ^a	14,53±0,84 ^a	68,17±0,83 ^b	1,36±0,34 ^c	24,22±0,51 ^a	16,81±1,30 ^b
20	47,08±4,18 ^a	16,49±0,50 ^a	22,53±2,50 ^a	15,18±1,07 ^a	64,53±1,13 ^c	2,55±0,22 ^b	24,33±0,71 ^a	14,16±1,24 ^c
30	47,67±5,45 ^a	15,62±1,75 ^a	22,93±3,24 ^a	14,83±2,68 ^a	60,92±1,51 ^d	3,67±0,37 ^a	24,04±0,58 ^a	10,88±1,28 ^d

^{ab}Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0,05).

Tablo 6. Mufinlerin Tekstürel Özellikleri

KLU ilavesi (%)	Sertlik (g)	Esneklik	Yapışkanlık (gxs)	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik	Elastikiyet
0	924,49±195,36 ^a	0,9058±0,028 ^a	0,5655±0,027 ^a	519,36±91,03 ^a	470,92±86,36 ^a	0,2437±0,019 ^a
10	812,48±172,92 ^a	0,9143±0,026 ^a	0,5537±0,009 ^a	449,91±95,70 ^a	412,47±94,77 ^a	0,2392±0,009 ^{ab}
20	858,44±185,02 ^a	0,8880±0,009 ^a	0,5307±0,019 ^b	454,56±94,60 ^a	404,10±87,78 ^a	0,2275±0,016 ^{ab}
30	941,56±183,91 ^a	0,8906±0,018 ^a	0,5138±0,005 ^b	483,40±91,89 ^a	431,78±89,88 ^a	0,2230±0,006 ^b

^{ab}Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0,05).

Sakızimsılık değeri kontrol örneğinde en yüksek (519,36) bulunmuş, KLU ilavesi ile önemli düzeyde azalmıştır (p<0,05). Farklı KLU ilave oranları birbiri ile kıyaslandığında ise %10 ve %20 KLU ilaveli keklerde sakızimsılık değerinin istatistiksel olarak aynı olduğu, %30 ilaveli keklerde ise bir miktar arttığı tespit edilmiştir. Bir gıdanın ağız içerisinde nasıl kolay kırılabilirdiğinin bir göstergesi olan çiğnenebilirlik değerleri bakımından mufin örnekleri incelendiğinde, KLU ilavesi ile mufinlerin çiğnenebilirlik değerleri azalmış yani ağız içerisinde uygulanması gereken kuvvet azalmış bir başka ifade ile sertlik değerleri ile paralel olarak mufinler daha yumuşak hale gelmişlerdir. %10 ve %20 KLU içeren mufin örnekleri çiğnenebilirlik bakımından birbirleriyle benzer özellikler gösterirken, KLU oranı %30 a çıktığında diğer tüm TPA değerlerinde olduğu gibi çiğnenebilirlik bir miktar artış göstermiştir. Ancak çiğnemek için uygulanması gereken kuvvet kontrol örneği kadar yüksek bulunmamıştır. Tüm tekstür analizleri birlikte değerlendirildiğinde %20 ilave düzeyine kadar

KLU ilavesinin tekstürel özellikleri olumlu yönde etkilediği %30 gibi yüksek bir ilave düzeyine çıktığı zaman ise bazı tekstürel değerlerde sınırlı düzeyde bir gerilemeye neden olduğu sonucuna varılmıştır.

3.6. Mufin Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Mufinlerin duyusal olarak değerlendirilmesi sonucu elde edilen değerler kullanılarak oluşturulan grafik Şekil 2'de verilmiştir. KLU eklenen mufinlerde ilave oranı arttıkça kekte istenilen dış renkten uzaklaştığı tespit edilmiştir. Beğenilen ve istenilen dış renk kontrol grubu mufinlerde tespit edilmiştir. İç renk değerleri bakımından en beğenilen %20 KLU ilaveli mufin olmuştur. Mufinlerde istenilen gözenek yapısına en yakın olarak bulunan grup %10 KLU ilaveli mufin, tekstür ve yapısal özellikler bakımından %30 KLU ilaveli mufin örnekleri daha çok beğenilmiştir.

Mufinlerin ortalama çiğnenebilirlik puanı 3,8 ile 4,06 arasında değişmiştir. %20 oranındaki KLU katkılı mufin çiğnenebilirlik ve ağızda dağılma açısından daha fazla beğenilmiştir. Kumlu ve/veya kuru olma, koku aroma, tat

ve lezzet değerleri bakımından panelistlerce kontrol örneği ile KLU ilaveli örnekler arasında ihmal edilebilir düzeyde minimum farklar görülmüştür. Genel beğeni bakımından ise %10 ve %20 KLU ilaveli mufinler diğerlerine göre daha fazla beğenilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları bir arada incelendiğinde leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan ve katma değeri düşük olan kırık leblebilerin un haline getirildikten sonra mufin ve farklı kek üretimlerinde başarı ile kullanılabilmesi, keklerin duyusal niteliklerini olumsuz yönde etkilemeden üretilen keklerin fonksiyonel özelliklerinin artırılabilmesi, farklı bir lezzet, aroma ve tat arayışında olan tüketici gruplarının ihtiyaçlarına cevap verebileceği kanaatine ulaşılmıştır. Gerçekaslan ve Boz (2016), keçiyoynuzu ilaveli kakaolu kekin duyusal değerlendirilmesinde kontrol grubu kekler beğenilirken %10 ve %20 keçiyoynuzu ilaveli keklerin de beğenildiği görülmüştür. Keçiyoynuzu ilaveli %20 ve üzeri orandaki keklerin beğenilmediği tespit edilmiştir. KLU ilaveli mufinlerde ise %30 oranlardaki mufinler bile panelistlerce beğenilmiştir.

Çelik (2018), duyusal değerlendirmede üzüm posası ilaveli mufinlerde genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı kontrol grubu örnekler alırken KLU ilaveli mufinlerde %10 ve %20 oranındaki mufinler daha yüksek puan almıştır.

4. Sonuç

Mufin dünyanın çeşitli bölgelerinde yaygın olarak tüketilen mamül bir üründür. Tüketime hazır, ucuz, besleyici özelliğinin iyi olması, farklı tatlar ile zenginleştirilebilen ve uzun süre depolanabilmesi yaygın kullanım nedenlerinden bazılarıdır. Özellikle çocuklar, hastalar tarafından yaygın tüketilen ve ara öğünlerin vazgeçilmez olan kek, içerisinde bulunan un, yumurta, şeker gibi bileşenlerce besleyici değeri yüksektir. Bu tahıl ürününün içerisinde leblebi gibi zengin besin içeriğine sahip bir ürünün kullanılması ürün kalitesini arttırdığını ve besin değerini iyileştirdiği görülmektedir.

Sonuç olarak kırık leblebi unu mufin kek üretiminde kullanılmasıyla fonksiyonellik özelliklerde iyileşmeler sağlandığı belirlenmiş ve protein değeri, diyet lif oranı yüksek; üretimi kolay ve ucuz, besin değeri yüksek yeni bir ürün geliştirilmiştir.

Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (SDÜ-BAP) Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2019-6939 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

AACI. 2000. Approved methods of the american association of cereal chemists. 11th Edition The Association, St, Paul, MN,

USA.

- Akçın A. 1988. Yemelik tane baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları, 43, Ziraat Fakültesi Yayınları, 8: 377, Konya.
- Ateş G, Elmacı Y. 2018. Kahve çekirdeği zarının diyet lifi kaynağı olarak kek formülasyonunda kullanılması. Akademik Gıda, 16: 156-167.
- Aydogdu A, Sumnu G, Sahin S. 2018. Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes. J Food Sci Technol, 55(2): 667-677.
- Azkan N, Kaçar O, Doğangüzel E, Sincik M, Çöplü N. 1999. Bursa Ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının nohut hat ve çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Cilt III Çayır Mera Yem Bitkileri ve Yemelik Tane Baklagiller.
- Baltacıoğlu C, Uyar M. 2017. Kabak Cucubita pepo L, tozunun kek üretiminde potansiyel kullanımı ve kek kalite parametrelerine etkisi. Akademik Gıda, 15(3): 274-280.
- Barışık D, Tavman Ş. 2018. Glütensiz ekmekek formülasyonlarında nohut unu kullanımının ekmeğin kalitesi üzerine etkisi. Akademik Gıda, 16: 2018: 33-41.
- Chahdoura H, Chaouch M, A, Chouchéne W, Chahed A, Achour S, Adouni K, Mosbaha H, MajdoubbH, FlaminidG, Achour L. 2018. Incorporation of Opuntia macrorhiza Engelm in cake-making: Physical and sensory characteristics. LWT - Food Sci Technol, 90: 15-21.
- Costa GEA, Monici K. 2006. Chemical composition dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea common bean chickpea and lentil legumes. Food Chem, 94: 327-330.
- Coşkuner Y, Karababa E. 2004. Leblebi: a Roasted Chickpea Product as a Traditional Turkish Snack Food” Food Reviews International 20: 3 p,257-274.
- Çelebi N. 2015. Nohut unu kullanımının siverek tırnaklı ekmekek kalitesine etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Çelik K. 2018. Üzüm posası katkılı mufinlerin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa.
- Dizlek H, Özer MS, Gül H. 2008. Keklerin yapısal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan ölçütler. 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum Türkiye 1172 s.
- Elgün A, Ertugay Z, 2002 Tahıl işleme teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak, Yayın No: 97, 4. Baskı Erzurum.
- Gerçekaslan K, Boz H. 2018. Keçiyoynuzu unu ilavesinin kakaolu kekin fiziksel duyusal ve tekstürel özelliklerine etkisi. J Inst Sci Technol, 8: 95-101.
- Giritlioğlu E. 2017. Kinoa Chenopodium quinoa willd, ve şeker otu Stevia rebaudiana bertonii kullanılarak yeni bisküvi ve kek formülleri geliştirme üzerine bir araştırma. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Osmaniye, Türkiye 97 s.
- Gomez M, Oliete B, Rosell CM, Pando V, Fernández E. 2008. Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. Food Sci Technol, 41: 1701-1709.
- Goswami D, Gupta R, K, Mridula D, Sharma M, Tyagi S, K. 2015. Barnyard millet based muffins: Physical textural and sensory properties, LWT- Food Sci Technol, 64(1): 374-380.
- İpek T, Dizlek H. 2018. Farklı form ve oranlarda yerfıstığı ürünleri kullanılmasının top kek kalitesine etkisi. GIDA 2018 43(4): 591-604.
- Jeddou KB, Bouaziz F, Zouari-Ellouzi S, Chaari F, Ellouz-Chaabouni S, Ellouz-Ghorbel R, Nouri-Ellouz O. 2017. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. Food Chem, 217: 668-677.

- Kohajdova Z, Karovicova J, and Schmidt S. 2011. Lupin composition and possible use in bakery-a review. *Czech J Food Sci*, 29: 203-211.
- Parra MJ, Wong L, Wismer W, Temelli F, Han J, Huang W, Eckhart E, Tian Z, Shi K, Sun T, Chen L. 2017. Quality characteristics of angel food cake and muffin using lentil protein as egg/milk replacer. *Inter J Food Sci Technol*, 52: 1604-1613.
- Salehi F, Kashaninejad M, Asadi F, Najafi A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom, *J Food Sci Technol*, 53: 1418-1423,
- Tharanathan RN, Mahadevamma S. 2003. Grain legumes-a boon to human nutrition. *Trends in Food Sci Technol*, 14: 507-518.
- TSE. 2003. Yemeklik tuz standardı. TS 933 Ankara Türkiye.
- TSE. 2007b. Süt tozu standardı. TS 1329 Ankara Türkiye.
- TSE. 2009. Pastörize sıvı tavuk yumurtası standardı. TSE K 63 Ankara Türkiye.
- TSE. 2014. Hazır kekler - sade çeşnili ve dolgulu standardı. TS 13375 Ankara Türkiye.
- TSE. 2014. Yemeklik margarin standardı. TS 2812 Ankara Türkiye.
- TSE. 2017a. Beyaz şeker Sakaroz standardı. TS 861 Ankara Türkiye.
- TSE. 2019. Kabartma tozu-hamur için standardı. TS 9053 Ankara Türkiye.
- Uluöz M. 1965. Buğday un ve ekmek analiz metodları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:29, İzmir 91.
- Ulutürk Ş. 2018. İncir çekirdeği unu kullanılarak glutenli ve glutensiz bisküvi üretimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Yıldız M. 2012. Karabuğday Fagopyrum Esculentum Moench, ve Lüpen Lupinus Albus L, unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araştırma, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Konya 97.



Derleme (Review)

Cilt 3 - Sayı 4: 317-323 / Ekim 2020
(Volume 3 - Issue 4: 317-323 / October 2020)

ŞEKER PANCARI (*Beta Vulgaris* L.) ÜRETİMİ İÇİN DÖNEMSEL BİR TEHDİT; KARADRİNA [*Spodoptera* *Exigua* (Hübner)] (Lepidoptera: Noctuidae)

Selçuk SUNULU¹, Ziya DUMLUPINAR^{2*}, Mustafa YILDIRIM³, Oğuzhan KARABULUT⁴

¹Kayseri İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 38090, Kayseri, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 46000, Kahramanmaraş, Türkiye

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 46000, Kahramanmaraş, Türkiye

⁴Kayseri Sınırlı Sorumlu Pancar Ekicileri Kooperatifi, 38000, Kayseri, Türkiye

Gönderi: 06 Şubat 2020; **Kabul:** 20 Nisan 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020

(Received: February 06, 2020; **Accepted:** April 20, 2020; **Published:** October 01, 2020)

Özet

Şeker pancarı (*Beta Vulgaris* L.) iki yıllık bir endüstri bitkisidir. İnsanlar için önemli bir besin kaynağı olan şekerin yanı sıra melas, alkol, maya, antibiyotik ve biyoetanol gibi birçok ürünün ham maddesini oluşturmaktadır. Şeker pancarı tarımında ekimden fabrikasyona kadar geçen dönemde, biyotik ve abiyotik birçok etmen değişik boyutlarda ekonomik zararlara neden olmaktadır. Bu etmenlerden birisi olan Karadrina [*Spodoptera Exigua* (Hübner)] da zaman zaman önemli ekonomik kayıplar meydana getirmektedir. Zararlı; Afrika, Asya, Avrupa, Kuzey Amerika ve Okyanusya'da toplam 152 ülkede 35 familyadan 170'den fazla bitki türünü içeren geniş bir konukçu dizinine sahiptir. Sıcaklığa bağlı olarak zararlı yaşam döngüsünü 21 gün gibi kısa bir sürede tamamlayabilmektedir. Ilman yerlerde 5, bazen 6 döl verirken, daha soğuk bölgelerde ise iki, bazen de üç döl verebilmektedir. Zarar, larvaların şeker pancarı yaprakları ve pancar köklerinin üst kısmı ile beslenip, gelişmekte olan bitkileri tamamen yok etmesi ile meydana gelmektedir. Zararlının mücadelesinde üreme kapasitesine ve populasyon yoğunluğuna bağlı insektisit kullanımı önerilmektedir. Ülkemizde Karadrina'nın şeker pancarındaki zararı ile ilgili çalışmalar sınırlı düzeydedir. Bu derleme ile zararlının coğrafi dağılımı, ekonomik önemi, biyolojisi, zarar belirtileri, zararı, konukçuları ve mücadelesine ait güncel bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır ve ülkemizde bu zararlının şeker pancarındaki zararı ile ilgili yapılması gerekenlere ilişkin öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Şeker pancarı, Karadrina, *Spodoptera exigua* (Hübner)

A Seasonal Threat for Sugar Beet (*Beta Vulgaris* L.) Production, Beet Armyworm [*Spodoptera exigua* (Hübner)] (Lepidoptera: Noctuidae)


Abstract: Sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) is a two-year industrial plant and it is an important human food source as sugar besides the raw material of many products such as molasses, alcohol, yeast, antibiotic, and bioethanol. Many


biotic and abiotic factors cause economic losses with different dimensions in the period from plantation to fabrication in sugar beet cultivation. Beet armyworm [*Spodoptera Exigua* (Hübner)], which is one of these factors occasionally causes significant economic losses. Pest; It has a large host directory that contains more than 170 plant species from 35 families in a total of 152 countries in Africa, Asia, Europe, North America, and Oceania. Depending on the temperature, it can complete its harmful life cycle in as short as 21 days. It may produce 5, or 6 generations in warm places, while two or three generations in colder regions. Damage usually occurs as a result of feeding the larvae on the sugar beet leaves and the upper part of the beetroots, which completely destroys growing plants. In terms of pest management, it is recommended to use insecticides depending on the reproductive capacity and population density. The studies about the damage of the Beet armyworm in sugar beets are limited in our country. It was aimed to provide the latest information on the geographical distribution, economic importance, biology, damage symptoms, damage, host and management of the pest with this review, and suggestions regarding the damage of this pest in sugar beet in our country were presented.


Keywords: Sugar beet, Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner)


***Corresponding author:** Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 46000, Kahramanmaraş, Türkiye

E mail: zdumlupinar@ksu.edu.tr (Z. DUMLUPINAR)

Selçuk SUNULU  <https://orcid.org/0000-0001-7773-2101>

Ziya DUMLUPINAR  <https://orcid.org/0000-0001-7773-2101>

Mustafa YILDIRIM  <https://orcid.org/0000-0001-7773-2101>

Oğuzhan KARABULUT  <https://orcid.org/0000-0001-7773-2101>

Cite as: Sunulu S, Dumlupinar Z, Yıldırım M, Karabulut O. 2020. A seasonal threat for sugar beet production, beet armyworm [*Spodoptera exigua* (Hübner)] (Lepidoptera: Noctuidae). *BSJ Agri*, 3(4): 317-323.

1. Giriş

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) Chenopodiaceae familyasında yer alan, Orta Avrupa orijinli, iki yıllık bir endüstri bitkisi olup şekerin yanı sıra melas, alkol, maya, antibiyotik, biyoetanol gibi birçok ürünün ham maddesini oluşturmaktadır (Sunulu ve Sunulu, 2016). Şeker pancarı, Dünyada 4.8 milyon ha alanda, 301 milyon ton, Türkiye’de ise, 338.826 ha alanda 20.8 milyon ton üretilmektedir (Anonim, 2020a).

Şeker pancarı üretiminde biyotik ve abiyotik birçok etmen çeşitli ölçülerde zararlar meydana getirmektedir. Bu biyolojik etmenlerden birisi olan Karadrina [*Spodoptera exigua* (Hübner)] da zaman zaman önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Karadrina Güneydoğu Asya’ya özgü, tropikal ve en iyi bilinen tarımsal zararlılardan birisidir (Capinera, 2008; Anonim, 2020b). Konukçusunun bulunduğu her yere yayılmıştır. Diyapoz mekanizması olmadığı için sadece ılıman yerlerde ve seralarda kışlamaktadır. Gündüz sıcaklıklarının 10 °C’nin altında olduğu ve donun konukçu bitkilerini öldürdüğü yerlerde nadiren kışlamaktadır (Capinera, 2008; Anonim, 2020b; Anonim, 2020c).

Göç böceklerin mevsimsel adaptasyonunda kışın hayatta kalması için önemli stratejilerdir ve Karadrina da göç eden bir türdür. Salgın yaptığı yıllarda populasyon yoğunluğunun kaynağını güney illerden göç eden veya lokal olarak kışı geçiren erginler oluşturmaktadır. Karadrina’nın kışlama ve göç gelişmelerini, populasyon dinamiklerini anlamak amacıyla populasyon kaynağını analiz etmek, izlemek ve tahmin etmek gerekmektedir (Zheng ve ark., 2011). Zararlı; pamuk, mısır, şeker pancarı, ayçiçeği başta olmak üzere 35 familyadan 170’den fazla bitki türünü içeren geniş konukçu dizinine sahiptir (Anonim, 2020d; Talae ve ark., 2017; Zhang ve

ark., 2011).

Karadrina ülkemizin farklı bölgelerinde birçok kültür bitkisinde, özellikle de endüstri bitkilerinden pamuk, şeker pancarı, ayçiçeği, mısır, patates ve yer fıstığında zaman zaman önemli zararlara neden olmaktadır. Kış mevsiminin ılıman geçtiği bazı yıllarda da İç Anadolu Bölgesi şeker pancarı ekim alanlarında epidemi yaparak önemli zararlar yapmıştır. Zararının epidemi yaptığı 2014 yılında 57.906 hektar alanda Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. tarafından zamanında ve etkin mücadele yaptırılmış ve önemli bir zarara sebebiyet vermesi önlenmiştir (Anonim, 2014). Kaya (2019), Ilgın (Konya) ilçesinde 2017-2018 yıllarında şeker pancarı tarlalarında Karadrina’nın ilk ergin çıkışını, ergin-larva populasyon gelişimini, erginlerin doğada aktif olduğu süreyi ve bulaşıklık oranını tespit etmek amacı ile feromon tuzakları ile zararlının populasyon gelişimini takip etmiştir. Çalışmada; tarlaların ortalama bulaşıklık oranını 2017-2018 yıllarında sırasıyla Merkez’de % 0,0-% 0,1, Düğer’de % 0,1-% 0,1 ve Karaköy’de % 0,2-% 0,2 oranında saptamış, zararlının populasyonunun her yıl artmamakla birlikte bazı yıllar salgın oluşturabileceğini, salgın olan yıllarda zararlı ile mücadelede başarı sağlayabilmek için önceden tahmin ve erken uyarı sistemleri ile ilgili çalışmaların yapılması, üreticilerin zararlının salgın yapmasını önleyebilmek için zararlı populasyonunu feromon tuzaklarıyla takip etmeleri gerektiğini bildirmiştir.

Ülkemizde Karadrina’nın coğrafi dağılımı, ekonomik önemi, biyolojisi, zararı, konukçuları ve mücadelesi ile ilgili temel bilgiler Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan “Teknik Talimatlar” ve “Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı” ndan elde edilmekte olup; bu kaynaklarda konu şeker pancarı boyutunda ele alınmamış, mısır ve yer

fıstığı özelinde irdelenmiştir. Zararının şeker pancarı özelinde ele alınarak, zararlı ile ilgili güncel bilgilerin derli toplu bir şekilde sunulması Şeker sektörü ve paydaşlarına katkı sağlayacaktır.

Bu derleme ile şeker sektöründe çalışan teknik personellere ve sektörün paydaşlarına bazı yıllar salgın yaparak şeker pancarında önemli verim kayıplarına neden olan Karadrina'nın coğrafi dağılımı, ekonomik önemi, biyolojisi, zarar belirtileri, zararı, konukçuları ve mücadelesi ile ilgili güncel bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır ve şeker pancarı üretim sahalarında zararlıya karşı yapılması gerekenlere ilişkin şeker sektörüne öneriler sunulmuştur.

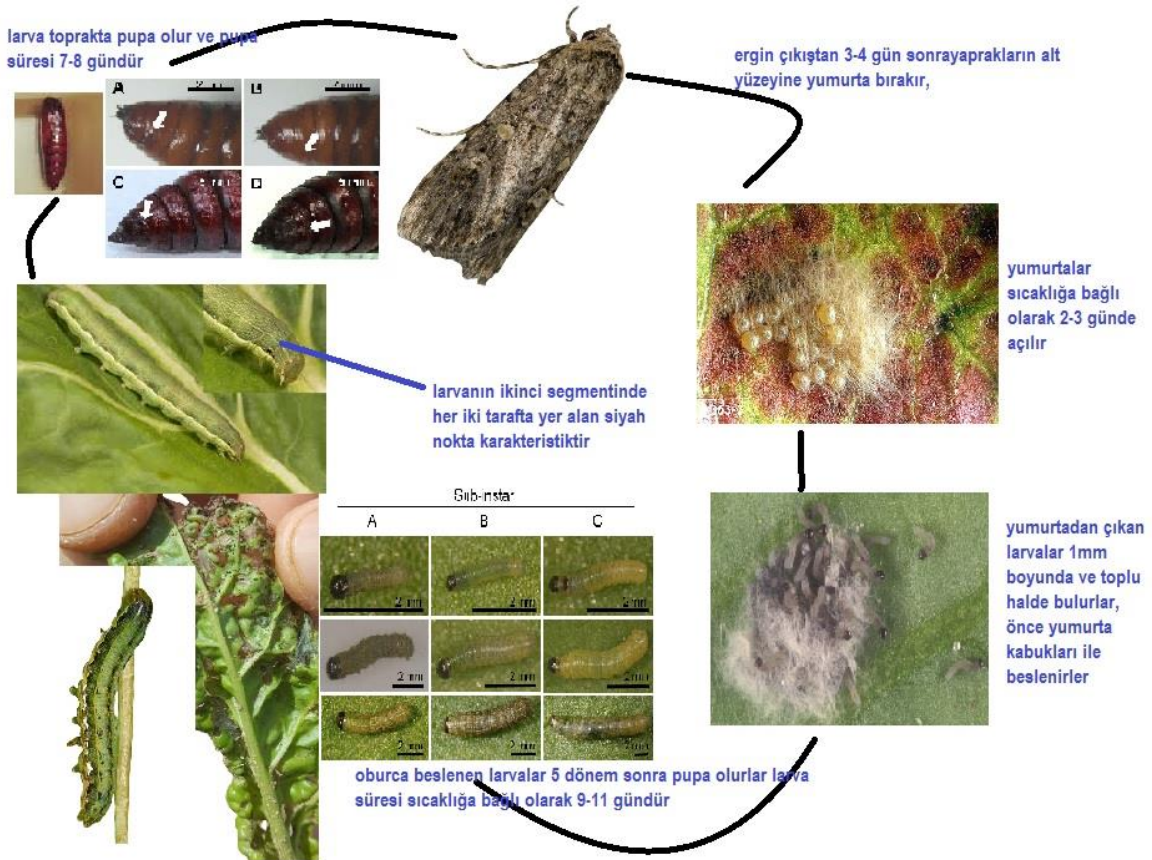
2. Karadrina'nın Sistematikteki Yeri ve Tanımı [*Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]

Karadrina; Animalia alemi, Artropoda şubesi, Insecta sınıfı, Lepidoptera takımı, Noctuidae familyası, *Spodoptera* cinsinde yer alan zararlı bir böcek türüdür (Anonim, 2020b).

2.1. Biyolojisi

Zararının mevsimsel faaliyetleri, iklime göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Ilıman yerlerde, yıl boyunca zararının tüm dönemlerini bulmak mümkündür. Ancak kış aylarında sıcaklığa bağlı olarak gelişme hızı azaldığı için tüm evrelerin bir arada bulunması zorlaşmaktadır. Bundan dolayı belirgin bir kışlama dönemi yoktur (Anonim, 2008; Anonim, 2020c). Sıcaklığa bağlı olarak zararlı yaşam döngüsünü 21 gün gibi kısa bir sürede tamamlayabilmektedir. Ilıman yerlerde beş bazen altı döl verirken (Capinera, 2008), Konya gibi Orta Anadolu şartlarında iki bazen de üç döl verebilmektedir (Kaya, 2019). Zararının yaşam döngüsü Şekil 1'de verilmiştir.

Dai ve ark., (2017); Karadrina'nın sıcaklık ve konukçuya bağlı gelişme, hayatta kalma ve populasyon parametrelerini inceledikleri çalışmada 20, 25, 27, 30, ve 35 °C sıcaklıklarda sırayla 37,61, 30,78, 22,40, 18,57 ve 13,74 günde zararının 1 dölünü tamamladığını, 27 °C'de *Lactuca sativa*, *Raphanus sativus* ve *Allium fistulosum* ile beslendiklerinde ise; sıra ile 18,86, 20,10, 22,67, ve 22,50 günde yaşam döngüsünü tamamladıklarını, zararının 38 °C'de hayatta kalamadığını bildirmiştir.



Şekil 1. Karadrina, *Spodoptera exigua*'nın yaşam döngüsü (Bandoly ve Steppuhn, 2016; Anonim, 2020c; Anonim, 2020d ve Anonim, 2020g'den uyarlanmıştır).

2.2. Ergin

Zararının genel görünüşü gri kahve ve kurşuni kahverengidir. Orta büyüklükte bir Karadrina'nın kanat açıklığı 25-30 mm ve boyu 20-25 mm'dir. Ön kanatlar gri

kahverengi benekli zikzaklı çizgilere sahip olup, üzerinde biri kahverengi böbrek diğeri açık kahverengi daire şeklinde iki leke vardır. Arka kanatlar daha düzgün açık kahverengi gri veya beyaz renkte ve kenarı koyu bir çizgi

ile çevrelenmiştir. Dişi bireyler, erkekler göre daha büyük ve daha koyu renklidir. Ergin ömrü yaz döneminde 6-8 gün, bahar döneminde ise 15-20 gündür (Capinera, 2008; Anonim, 2017; Anonim, 2020c).

2.3. Yumurta

Dişi kelebekler yumurtaları paketler halinde genellikle yaprağın alt yüzeyine bırakır. Yumurtalar 0,4 mm çapında yukarıdan bakıldığında dairesel, üstten hafifçe basık bir noktaya doğru sivri, yeşilimsi beyaz renktedir. Üzerleri bulanık veya pamuksu bir görünümde beyazımsı pullarla kaplıdır. Dişi kelebekler yaşamları boyunca 1200'den fazla yumurta bırakabilseler de, ortalama yumurta üretimi 300-600 kadardır. Yumurtalar sıcak havalarda 2-3 günde soğuk havalarda 4-10 günde açılmaktadır. Yumurtaların gelişme eşiği 12,4 °C'dir (Anonim, 2008; Capinera, 2008; Anonim, 2020c).

2.4. Larva

Yumurtadan çıkan larvalar şeffaf görünüşlü, başı vücuda oranla büyük ve siyahtır. Birinci ve ikinci dönem larvalar soluk yeşil veya sarımsı renktedir. Larvaların 3. döneminde boydan boya uzanan soluk bir şerit oluşur. 4. dönem larvalarda bu şerit daha da belirginleşmiş ve koyu bir renk almıştır. 5. dönem larvaların görünüşü oldukça değişkendir. Dorsal ve ventrali yeşile meyilli pembe veya sarı renkte iken, lateralinde uzanan beyaz bir şerit vardır. Bazen larvalar çok koyu renkte olabilmektedir. Larvalar kılsız olup, dokunulduğu zaman dönem fark etmeksizin kıvrılıp kendilerini yere atmaları ile karakteristiktir. Larvalar 5. dönemin sonunda pupa olurlar. Yumurtadan çıkan larva 1 mm boyunda iken sırasıyla larva dönemlerinde 2,5, 5,8, 8,9, 13,8 ve 22,3 mm boyundadır. Larva dönemlerindeki baş genişliği sırasıyla 0,25, 0,45, 0,70, 1,12 ve 1,80 mm'dir. Larvaların başının arkasındaki ikinci segmentin her iki tarafında tipik olarak küçük birer siyah nokta bulunmaktadır. Larva dönemleri 30 °C sabit sıcaklıkta 2,5, 1,5, 1,2, 1,5 ve 3 gün sürmektedir. Larvanın gelişme eşiği 13,6 °C olup, toplam larva gelişme süresi besin kalitesinden etkilenmektedir. (Anonim, 1997; Capinera, 2008; Anonim, 2020c; Anonim, 2020d). Yumurtadan çıkan larvalar önce yumurta kabuğunu yiyerek beslenirler ve bir arada bulunurlar. Olgunlaştıkça hareketli ve yalnız olup, bitkiden bitkiye geçerler. Larva yoğunluğunun yüksek ve beslendiği bitkinin azot oranı düşük olduğunda, larvalar arasında kannibalizm görülür. Kannibalizm özellik gösteren dişi larvalar, ergin olduğunda diğerlerinden daha fazla yumurta bırakırlar (Capinera, 2008).

2.5. Pupa

Olgunlaşan larva toprakta 1-2 cm derinlikte yüksek şekilde bir odacık yapar ve orada pupa olur. Pupa mumya tipinde açık kahverenginde, 15-20 mm uzunluğundadır ve uç tarafında birbirlerinden uzakta iki sivri çıkıntı bulunmaktadır. Sıcak havalarda pupa evresi 5-7 gündür (Capinera, 2008; Anonim, 2008; Anonim, 2020c).

3. Zarar şekli ve Ekonomik Önemi

Yumurtadan çıkan larvalar önce yumurta kabuğunu

iyiyerek beslenirler ve bir arada bulunurlar. Olgunlaştıkça hareketli ve yalnız olup bitkiden bitkiye geçerler. Karadrina larvaları obur besleniciler olarak bilinmektedir. Larvalar büyüdükçe beslenme hızları önemli ölçüde artar ve sıcak havalarda sadece birkaç günde bitkinin büyük bir kısmını tüketebilirler. Gündüzleri bitkinin gölgeli ve serin kısımlarına (şeker pancarının baş kısmında, yaprak saplarının gövdeye bağlandığı yerde) yerleşip, beslenirken, geceleri aktif şekilde hareket ederek, tüm bitki aksamındaki yapraklarla beslenirler (Şekil 2) (Capinera, 2008; Anonim, 2020d). Damarlar hariç yaprakların parankima dokusunu yer, yaprak zarını bırakıp yaprakları iskelet şekline çevirirler. Zamanla yaprak zarı yırtılır ve yapraklar dantel şeklini alır (Şekil 3) (Anonim, 2020d). Larvalar şeker pancarının yaprakları ve köklerinin üst kısmı ile beslenip küçük bitkileri tamamen yok ederek ekonomik zarara neden olmaktadır. Diğer yandan pancar köklerinin üst kısmı ile beslenmesi sonucu patojenlerin girişine olanak sağlayarak da verim kayıpları meydana getirmektedir (Darsouei ve ark., 2017; Talae ve ark., 2017).

Karadrina larvaları özellikle popülasyonunun yoğun olduğu yıllarda şeker pancarının yapraklarıyla beslenerek önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Bununla birlikte şeker pancarının yaprakları bitince köklerinde de zarara neden olarak, patojenlerin girişine imkan sağlayıp verim ve kalite kayıpları meydana getirmektedir (Talae ve ark., 2017).

4. Coğrafi Dağılımı

Karadrina dünyada konukçusunun bulunduğu her yere dağılımı olan istilacı tür olarak kabul edilmektedir (Zheng ve ark., 2011). Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB); Karadrina'nın dünyada Afrika, Asya, Avrupa, Kuzey Amerika ve Okyanusya'da toplam 152 ülkede bulunduğunu bildirmiştir (Anonim, 2020e). Zararlı ülkemizde konukçusunun bulunduğu her yerde görülmektedir (Anonim, 2008).

5. Konukçuları

Karadrina'nın tarla bitkileri, süs bitkileri, sebzeler, meyve ve orman ağaçları ile yabancı otları içeren 35 familyadan 170'den fazla konukçusu bulunmaktadır (Dai ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2011). Sebzelerden; kuşkonmaz, fasulye, pancar, brokoli, lahan, karnabahar, kereviz, bürülce, patlıcan, marul, soğan, bezelye, biber, patates, turp, ıspanak, tatlı patates, domates ve şalgam, tarla bitkilerinden; yonca, mısır, pamuk, yer fıstığı, aspir, sorgum, soya fasulyesi, nohut, şeker pancarı ve tütün, yabancı otlardan; köpek üzümü, sirken, horozibiği, soda otu, semizotu türleri, kasımpatı cinsleri ve sığırkuyruğu türleri önemli konukçularıdır (Capinera, 2008).

6. Mücadelesi

Zararlının çok sayıda doğal düşmanının varlığı; epidemiy yapmadığı ve insektisit baskısının olmadığı durumlarda mücadele zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır.

Kültürel önlem olarak erken ekim, çapalama ve aşırı azotlu gübrelemeden kaçınılması önemli uygulamalardır. İnsektisitlere karşı direnç sorunu, insektisitlerin çevre ve doğal düşmanlar üzerindeki olumsuz etkileri, zararlının yönetiminde biyolojik mücadeleyi ön plana çıkarmıştır (Darsouei ve ark., 2017). Karadrina'nın Ichneumonidae, Braconidae, Eulophidae ve Tachinidae familyasına ait parazitoitleri ve entomopatojenlerinin (bakteriler, virüsler, nematodları ve funguslar) farklı yaşam evrelerinde zararlının biyolojik kontrolünde önemli rol aldığı bildirilmiştir (Darsouei ve ark., 2017). Ayrıca zararlının bakulovirüs ve ascovirus türleri tarafından enfekte edildiği, özellikle bakulovirüslerden *Multiple*

Nucleopolyhedrovirus'ün Karadrinaya spesifik olduğu ortaya konmuştur (Darsouei ve ark., 2017). Karadrinanın ülkemizdeki doğal düşmanları *Geocoris* spp. (Hem.: Lygaeidae) *Nabis* spp. (Hem.: Nabidae), *Orius* spp. (Hem.: Anthracoridae), *Deraeocoris* spp. (Hem.: Miridae) predatör olarak, *Apanteles ruficrus* (Steph.) (Hym.: Braconidae), *Exorista xanthopsis* (Wiedemann) (Dip.: Tachinidae), *Microbracon* spp. (Hym.: Braconidae), *Nemorilla maculosa* (Meigen) (Dip.: Tachinidae), *Palesisa maculosa* (Villeneuve) (Dip.: Tachinidae) ve *Drino imberbis* (Wiedemann) (Dip.: Tachinidae) parazitoit olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2017).



Şekil 2. Karadrina, Spodoptera exigua'nın belirtileri ve zararı.



Şekil 3. Karadrina, Spodoptera exigua'nın belirtileri ve zararı.

Karadrina'nın şekerpancarının özellikle fide dönemindeki populasyon yoğunluğu, önemli verim kayıplarına neden olmakta, bu durum ise insektisit kullanımını teşvik etmektedir. Zararlının mücadelesi için şeker pancarında ekonomik bir zarar eşiği belirlenmemiştir. Ancak bitki

başına ortalama 3 adet larvanın zararlı mücadelesi için uygun olacağı düşünülmektedir (Capinera, 2008). Mücadelede feromon tuzaklarla zararlının ergin çıkışları (ilk ergin yakalanıncaya kadar her gün, ilk erginden sonra haftada iki gün tuzak kontrolleri yapılmalı) takip

edilmelidir. Tarlayı temsil edecek şekilde en az 5 noktada, sıra üzerinde 5 tane yan yana bitkide, toplamda 25 bitkide, bitki başı ortalama 3 adet larva tespit edildiğinde, larvalar toplu halde iken ilaçlı mücadele yapılmalıdır (Anonim, 2008).

Kimyasal mücadelede, zararlı hızlı bir şekilde direnç kazandığı için, tekrar eden uygulamalar etki mekanizması ve grubu farklı olan insektisitlerle yapılmalıdır. Şeker pancarında Karadrina mücadelesi için ruhsatlandırılmış az sayıda bitki koruma ürünü bulunmaktadır. Sunulu ve ark. (2014), Kayseri’de faaliyet gösteren bitki koruma ürünleri bayilerinin mevcut durumları ve bitki koruma ürünlerinin kullanım durumlarını inceledikleri çalışmalarında; il genelinde Karadrina mücadelesinde, ülkemizde şekerpancarında ruhsat almamış olmasına rağmen % 30 Indoxacarb, 240 gr/l Metaflumizone, % 25

Spinetoram, 480 g/l Spinosad, % 5 Emamectin benzoate, 200g/l Chlorantraniliprole, % 90 Methomil etken maddeli ürünlerin bayiler tarafından tavsiye edilerek kullanıldığını bildirmiştir.

Karadrina mücadelesinde ülkemizde ruhsatlı olan etkili maddeler ve önerilen dozları Tablo 1’de verilmiştir. Zararlının mücadelesinde *Bacillus thuringiensis aizawai*, *Bacillus thuringiensis kurstaki*, *Chromobacterium subsugae* ve *Burkholderia* spp. gibi biyolojik insektisitler ile azadirachtin, alpha-cypermethrin (Fastac), chlorantraniliprole (Coragen), methomyl (Lannate), methoxyfenozide, pyrethrins, spinosad, triphenyltin-hydroxide ve zeta-cypermethrin etken maddeli insektisitler ise yurt dışında ruhsatlı şekilde kullanılmaktadır (Anonim, 2020g; Anonim, 2020d).

Tablo 1. Karadrina, *Spodoptera exigua*’nın mücadelesinde ülkemizde ruhsatlı olan etkili maddeler ve önerilen dozları (Anonim, 2020f)

Aktif Madde	Dozu	Son ilaçlama ile hasat arasındaki süre
100 g/l Cypermethrin	75 ml/da	7
200 g/l Cypermethrin	30 ml/da	7
250 g/l Cypermethrin	30 ml/da	7
500 g/l Cypermethrin	15 ml/da	7
25 g/l Deltamethrin	30 ml/da	3
% 5 Emamectin benzoate	30 g/da	7
50 g/l Esfenvalerate	30 ml/da	7

7. Sonuç ve Öneriler

Şeker pancarı tarımında ekimden fabrikasyonuna kadar geçen dönemde, canlı ve cansız birçok etmen değişik boyutlarda zarar yapmaktadır. Bu zararlılar içerisinde Karadrina özellikle fide döneminde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Zararlı Güneydoğu Asya’ya özgü, göç edebilen ve polifag bir tür olup içerisinde yabancı otlar, tarla bitkileri, sebzeler, meyve ve orman ağaçlarının bulunduğu geniş konukçu dizinine sahiptir. Zararlı, konukçusunun olduğu her yerde bulunmaktadır. Döl sayısı ılıman yerlerde 5 bazen 6 iken, soğuk yerlerde iki bazen de üç olabilmektedir. Zararlının generasyon süresi sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Yumurtadan çıkan larva 5 dönem geçirdikten sonra toprakta 1-2 cm derinlikte yüksük şeklinde bir odacık yapmakta ve orada pupa olmaktadır. Larvalar şeker pancarının yaprakları ve köklerinin üst kısmı ile beslenip küçük bitkileri tamamen yok ederek zarara neden olmaktadır. Zararlının çok sayıda doğal düşmanı bulunmaktadır. Epidemiy yapmadığı ve insektisit baskısının olmadığı durumlarda mücadeleye gerek duyulmamaktadır. Kış mevsiminin ılıman geçtiği yıllarda, şeker pancarı ekim alanlarında yapılan örneklemede bitki başına ortalama 3 adet larva tespit edildiğinde kimyasal mücadele yapılmalıdır.

Ülkemizde Karadrina’nın şeker pancarındaki zararı ile ilgili çalışmalar sınırlı düzeydedir. Bu nedenle öncelikli olarak;

- Tüm şeker fabrikaları her yıl kendi üretim sahasında, bölgelerini temsil edecek şekilde örnekleme ile zararlının populasyon gelişimini eşeyssel çekici feromon tuzaklarla takip etmeli ve erken uyarı sistemi kurmalı,
 - Zararlı göç eden bir tür olduğu için, ülke içindeki göç yolları ortaya konmalı, populasyon kaynağı analiz edilmeli, izlenmeli ve tahmin edilmeli,
 - Zararlının şeker pancarı üretim alanlarındaki doğal düşmanları tespit edilmeli,
 - Şeker pancarı üretim alanlarında uygulanan insektisitlere karşı zararlının direnç durumu ortaya konmalı,
 - Şeker pancarı üretim alanlarından izole edilen zararlı larvalarındaki entomopatojen varlığı ve türleri tespit edilmeli,
 - Ülkemizde en çok ekimi yapılan şeker pancarı türlerinin zararlıya karşı reaksiyonları tespit edilmeli,
 - Bölge bazında zararlının şeker pancarı ile beslenmesine bağlı olarak gelişme, hayatta kalma ve populasyon parametreleri incelenmeli,
 - Zararlının mücadelesinde yurtdışında kullanılan biyolojik insektisitler ülkemizde de şeker pancarı için ruhsatlandırılmalı,
- gibi çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Çıkar İlişkisi

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Anonim, 2008. Ziraî mücadele teknik talimatları. Tarım Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, Cilt 1, 116-120s.
- Anonim, 2014. 2014 Yılı Faaliyet raporu, Türkiye şeker fabrikaları A. Ş. (https://www.turkseker.gov.tr/data/dosyalar/Faaliyet_Raporlari2019_12_07_11_09_45_440.pdf) (erişim tarihi: 03.03.2020).
- Anonim, 2017. Pamuk Entegre Mücadele Teknik Talimatı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM, 50-53s.
- Anonim, 2020a. (<https://www.tarimorman.gov.tr/SDB/Menu/97/Dunya-Seker-Sektoru>) (erişim tarihi: 09.03.2020).
- Anonim, 2020b. (https://en.wikipedia.org/wiki/Beet_armyworm) (erişim tarihi: 03.03.2020).
- Anonim, 2020c. (http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/beet_armyworm.htm) (erişim tarihi: 04.03.2020).
- Anonim, 2020d. (<https://cropwatch.unl.edu/beet-armyworm-invasives-western-nebraska-unl-cropwatch-august-1-2012>) (erişim tarihi: 03.03.2020).
- Anonim, 2020e. (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/29808>) (erişim tarihi: 04.03.2020).
- Anonim, 2020f. (<https://bku.tarim.gov.tr/Zararli/Details/674>) (erişim tarihi: 09.03.2020).
- Anonim, 2020g. (<https://pnwhandbooks.org/insect/agronomic/sugar-beet/sugar-beet-armyworm>) (erişim tarihi: 09.03.2020).
- Anonim, 1997. (<https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1047.pdf>) (erişim tarihi: 03.03.2020)
- Bandoly M, Steppuhn A. 2016. Bioassays to Investigate the Effects of Insect Oviposition on a Plant's Resistance to

- Herbivores, Bio-protocol 6(11): e1823. DOI: 10.21769/BioProtoc.1823
- Capinera JL. 2008. Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae). In Capinera, JL. (ed.)(2nd ed.) Encyclopedia of Entomology, 434-437.
- Dai H, Zhang G, Jun Zhang W. 2017. Temperature dependent development parameters and population life table of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Arthropods, 6(4): 117-125.
- Darsouei R, Karimi J, Ghadamyari M, Hosseini M, 2017. Natural Enemies of the sugar beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northeast Iran. Entomological News, 127(5), 446-464.
- Kaya E. 2019. Ilgın (Konya) İlçesinde Şekerpancarı Ekim Alanlarında Çizgili payrakkurdu[*Spodoptera exigua* (Lep.: Noctuidae)]'nın populasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, 26 sayfa.
- Sunulu S, Yılmaz S, Oruç S, Karabacak İ. 2014. Kayseri'de Faaliyet Gösteren Bitki Koruma Ürünleri Satış Bayilerinin Mevcut Durum Analizi Ve Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanım Durumları. Kayseri İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Raporu, 37s.
- Sunulu, S, Sunulu A. 2016. Şeker Pancarında *Cercospora* Yaprak Lekesi Hastalığı (*Cercospora Beticola* Sacc.), Pankobirlik dergisi, Sayı: 108, s.34-41, Ankara.
- Talae L, Fathipour Y, Talebi AA, Khajehali J. 2017. Performance Evaluation of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae on 10 Sugar Beet Genotypes Using Nutritional Indices. J. Agr. Sci. Tech, 19: 1103-1112.
- Zhang B, Huai L, Helen HS, Wang JJ. 2011. Effect of Host Plants on Development, Fecundity and Enzyme Activity of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Agr. Sci. China, 10: 1232-1240.
- Zheng XL, Cong XP, Wang XP, Lei CL. 2011. A review of geographic distribution, overwintering and migration in *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). J. Entomol. Res. Soc, 13(3): 39-48.



Review

Volume 3 - Issue 4: 324-328 / October 2020

TIGER NUT (*CYPERUS ESCULENTUS*); MORPHOLOGY, PRODUCTS, USES AND HEALTH BENEFITS

Taha BAZINE¹, Şahane Funda ARSLANOĞLU^{1*}

¹Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Field Corps, 55139, Samsun, Turkey

Received: March 13, 2020; **Accepted:** July 16, 2020; **Published:** October 01, 2020


Abstract


Tiger nut or *Cyperus esculentus* originated from Africa and tropical Asia considered some authors, while other authors consider that it is native to tropical and subtropical regions throughout the world. It belongs to the *Cyperaceae* family, which produces rhizomes and spherical tubers. This plant is fast growing up with 20 to 70 cm tall. It lives in a moderate climate with a temperature between 20 °C and 30 °C in all soil types except saline soil. It can be eaten; dry, raw, roasted, or grated, also it can be transformed into milk called "Horchata". With the use of Tiger nut for food purposes mainly in raw consumption (gluten-free flour, ice-cream milk type extract) due to its unique sweetness, as well as, a valuable source for vegetable oils, add to that it has a lot of medicinal benefits (reduces the risk of colon cancer, used as a heart stimulant, effective remedy for diarrhea and anti-inflammatory) and used as high added value compound such as starch, glucose, protein, and minerals. Despite all these previously mentioned benefits and advantages, a low focus had been putting into Tiger nut's researches. Therefore, this work has an aim to review the work done before and mention the great importance of valorizing Tiger nuts. This study gives a brief introduction about *Cyperus esculentus* and describes its morphology and its world distribution.

Keywords: Tiger nut, *Cyperus esculentus*, Nutrition, Oil, Health

***Corresponding author:** Ondokuzmayis University, Faculty of Agriculture, Department of Field Corps, 55139, Samsun, Turkey

E mail: farslanoglu@omu.edu.tr (Ş. F. . MEHRNO)

Taha BAZINE  <https://orcid.org/0000-0002-6473-4025>

Şahane Funda ARSLANOĞLU  <https://orcid.org/0000-0001-5773-2665>

Cite as: Bazine T, Arslanoğlu ŞF. 2020. Tiger nut (*Cyperus esculentus*); morphology, products, uses and health benefits. BSJ Agri, 3(4): 324-328.

1. Introduction

Tiger nut "*Cyperus esculentus* Lativum" belongs to *Cyperaceae* and it is known by other names like chufa, yellow nutsedge, earth almond and ground almond. It is a perennial crop cultivated extensively in Asia, East Africa, parts of Europe particularly Spain as well as in the Arabian Peninsula (Abdelkader et al., 2017). Tiger nut is a crop of early domestication, its dry tubers have been found in tombs from predynastic times about 6000 years

ago and it was an important food in Egypt where they used their tubers as sweetmeat (Zohary, 1986).

Tiger nut is erect, with yellowish-green leaves, triangular stem about 20 to 60 cm tall, superficial rhizomes that store proteins, starches and other nutrients to lead to the production of many tubers and golden-brown flower head. The plant forms a complex, shallow underground system composed of fine fibrous roots, thin scaly rhizomes, and spherical tubers appear somewhat long or round with a dimension of 8 mm to 16 mm (Abdelkader

et al., 2017). Because of its fast growing is often confused with weeds in some areas. It is ideally developed in well-drained soils, sandy or loamy, with a pH range of 5.0-7.5 and grows best when temperatures over 20 °C (Dyer, 2009).

Tiger nuts are appeared to have more prospective usage as nourishment and industrial materials; it can be used to produce beverage, milk or yogurt, flour, nougat, jam, beer, chocolate, a feed source, edible oil and as soaps (Achoribo and Ong, 2017). Tiger nuts are rich in minerals such as phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and iron. It's also rich in vitamins E and C, and a good quantity of vitamin B1 (Maduka and Ire, 2018). Tiger nut assists in stabilizing the central nervous system and helps the body to adapt to stress (David, 2005). Moreover, it defends the internal mechanisms and prevents constipation and diarrhea (Maduka and Ire, 2018).

2. World Distribution

C. esculentus grows almost in all temperate, tropical and subtropical regions of the world like a weed. It's located in the Mediterranean region, Africa, India, North America, Mexico, Peru, and others (CABI, 2020). Most growers of the tiger nut are the West African countries such as Nigeria, Senegal and Ghana. Also Spain is a good producer and exporter of Chufa which is popular there (Ezeh et al., 2014). In Turkey, Tiger nut, which called 'Yer bademi', can be founded as a weed in Northwest of Turkey and Northeast of Anatolia (Tubives, 2020). Two varieties are registered 'SARI ŞEKER' (Figure 1) and 'BALYUMRU' (Figure 2) by Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute in Turkey (TTSM, 2020).



Figure 1. Tiger nut tubers: 'Sari Şeker' variety.

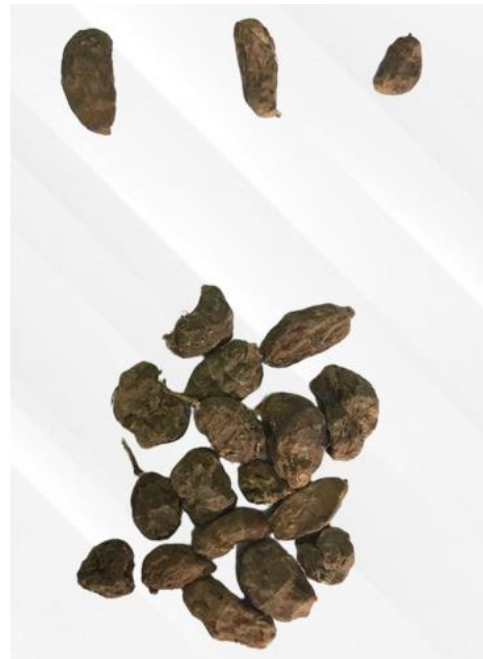


Figure 2. Tiger nut tubers: 'Balyumru' variety.

3. Morphology

Cyperus esculentus is classified in order "Graminales" in class "Angiospermae", subclass, "Monocotyledonae", and a family of *Cyperaceae* which consists of about 75 genera and over 4000 species. Tiger nut can be produced annually by seeds or perennially by corm like solid bulbs at the base of a leaf fascicle or by rhizomes. It is a perennial which reproduces annually by seeds and perennially either by corm like solid bulbs at the base of a leaf fascicle. Yellow nutsedge is a grass perennial fast-growing plant; it is erect, robust and smooth (Figure 3) (Gene, 1987).

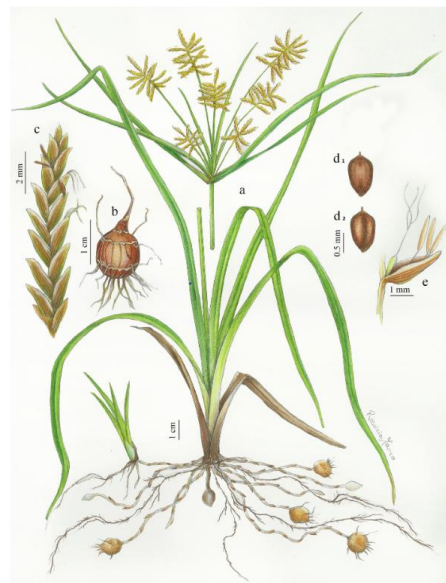


Figure 3. *Cyperus esculentus* (original drawing by Rosaria Manco): (a) habit of the flowering plant; (b) mature tuber; (c) spikelet; (d1) achene: dorsal view; (d2) achene: ventral view; (e) details of flower and rachilla (Follak et al., 2016).

The rachis, 2 to 9 cm long, is terminated by an umbel which is an inflorescence with golden-brown flower-bearing rays in a cluster springing from the same level. The umbel consists of several erect short rays and two to nine strongly ascending longer rays. The umbel is surrounded at the same level with three to nine leaves (Gene, 1987). The inflorescence consists of 5 to 10 unequal stalks bearing terminal spikes with pinnate spikelets and golden-brown flower heads. The small seeds are yellowish, 3 sided achenes that are often not viable (Wilma and Chester O., 1986). Flowers are bisexual and borne in spikelets along a rachilla at the axils of distichous scales, rachilla is persistent, with hyaline wings, 0.3–0.5 mm wide (Figure 4) (Follak et al., 2016). Bright green basal leaves, with a distinctive mid-vein, a waxy surface, gradually pointed tip, arranged in 3, form a sheath around the stem, 4 to 9 mm wide and 20 to 90 cm long (Figure 5).



Figure 4. Tiger nut in the flowering period (Follak et al., 2016).



Figure 5. Tiger nut leaf.

In most cases, this plant is wind pollinated. Individual seeds, often not viable, are borne as achenes with a thin outer covering that remains intact after maturity. The achenes are yellowish-brown, three angled, and 1.2 to 1.5 mm long (Wilma and Chester, 1986). *C. esculentus* is characterized by white and superficial rhizomes with a segmented aspect which are connected to small tubers. At the end of the growing season and near maturity stage the color of tubers changed from white to yellow and the dimension is increased. Vegetative colonies of plants are often produced from the tubers and their rhizomes. Tubers are 6 to 10 mm long and located at the end of slender rhizomes which when mature become wiry and hard to break (Figures 6 and 7). Chufa is usually highly productive, and one plant may produce hundreds of tubers (Bamishaiye and Bamishaiye, 2011).



Figure 6. Fresh tiger nut tubers (Maduka and Ire, 2018).



Figure 7. Dried tiger nut tubers (Maduka and Ire, 2018).

4. Climate and Soil Requirements

Tiger nuts can take only 90 to 110 days to mature if it is properly managed according to the plant's requests mentioning by researchers, it is planted in April-July and harvested in September-November (Maduka and Ire, 2018). Chufa can't grow up well on sites that are intensely wet or flooded; also it can't endure drought or salinity. It develops best in slightly acid to neutral soils (pH 5.0 to 7.5) of fine texture and high moisture content

(Merrell, 1975., Wilma and Chester, 1986). The ideal germination is initiated at temperatures at or above 20°C but optimal germination accumulates when temperatures alternate between day and night are 30 °C and 20 °C respectively (Wilma and Chester, 1986). Pascual-Seva et al (2016) reported that planting *C. esculentus* in raised beds with drip irrigation increases yield compared to the traditional crest planting system without reducing the average size of the tubers. Also, they find that sowing rhizomes in beds with three plant rows using two drip lines lead to the highest irrigation water-use productivity.

5. Usage and Products

Tiger nut tubers can be eaten snacked, roasted, fried or baked, also it can be used in food product to make flour, starch, cakes, and biscuits. It can also be an aroma of ice cream and cookies for its particular sweetness (Gambo and Da'u, 2014). About 4000 years ago, Tiger Nut Oil (TNO) has been used by Egyptians in medicine. Besides, it has thought been identified to be suitable as frying oil and cosmetic products (Mohdaly, 2019). Tubers must be sorted, cleaned and dried after harvesting in order to be used. The drying method is different according to the producer's wishes (milk, oil, flour etc.) it can be a natural or an artificial drying (Asante et al., 2014; Kareem et al., 2015). In Spain especially in Valencia where chufa is frequently used there, tubers can be made into a refreshing beverage to make a kind of milk called "Horchata" (Mohdaly, 2019). The caramel extracted from malted tubers of tiger nut can be used to make, flavor, or color to some baked products. Moreover, it may be added for non-alcoholic malt beverages and dark beers, and in condiment products (Bamishaiye and Bamishaiye, 2011).

6. Health and Benefits

For 4000 years, tiger nut has been used as a healthy plant because of its content of several minerals, energy, and oleic acid. It has a high content of arginine which liberates the hormone that produces insulin, besides its content of carbohydrates with a base of sucrose and starch (Bamishaiye and Bamishaiye, 2011). Tiger nut tubers are benefit for bones, tissue repair, muscles, the bloodstream and body development due to its richness in phosphorus, potassium, calcium, magnesium and iron necessary (Mohdaly, 2019). Phosphorus and calcium, as basic elements in tiger nut tubers, constitute the bulk of the mineral substance of the bones and teeth. It has an impact in the formation of ATP, a vitality compound imperative for "activating" glucose, unsaturated fats, etc. (Achoribo and Ong, 2017). Potassium plays a role in many enzymatic responses and significant physiological processes such as nerve conduction, heart rhythm, and muscle contraction (Mohdaly, 2019). Also, tiger nut is thought to have a preventive effect against cardiovascular diseases and cancer because of its content on vitamin E which plays a role on the formation and functioning of the red blood cells. (Gambo and Da'u, 2014).

Vitamin C in tiger nut is a good antioxidant, promotes iron absorption and helps in maintaining vitamin E levels essential for the immunological system and tissue preservation (Roselló-Soto et al., 2019). Because it contains a high amount of vitamin B1, tiger nut assists in adjusting the central nervous system and encourage the body to adapt to stress (David, 2005). Tiger nut was reported to be high in dietary fiber content, which is effective in the treatment and prevention of many diseases such as colon cancer, coronary health diseases, gastro intestinal disorders, obesity and diabetics (Achoribo and Ong, 2017). Besides, it is aphrodisiac, carminative, diuretic, emmenagogue, stimulant and tonic. It is used also in the treatment of flatulence, indigestion, diarrhea, dysentery and excessive thirst (Adejuyitan, 2011). Tiger nut oil has a golden brown color and a rich nutty taste, is one of the highest oleic acid contents that it has a lipid and fatty acid profiles very similar to the olive oil. It has a high oleic acid and low polyunsaturated fatty acid and low acidity, which make it excellent for the skin. It has higher oxidation stability than other oils, due to the presence of polyunsaturated fatty acids and gamma-tocopherol (Mohdaly, 2019). Also, it is recommended for cooking over other oils since it is more resistant to chemical decomposition at high temperatures. Furthermore, in the textile industry, oil is used to waterproof textile fibers. It is additionally a potential source of biodiesel (Bamishaiye and Bamishaiye, 2011). *C. esculentus* oil is rich mineral content, especially phosphorus and potassium and a high quantity of vitamin E (alpha-tocopherol) (Mohdaly, 2019; Roselló-Soto et al., 2019). Tiger nut oil is reported to be an; antioxidant, anti-arthritic, anti-inflammatory, analgesic, antibacterial, atherosclerotic and anticonvulsant (Krichène et al., 2016). The milk extracted from tubers "Horchata", as they call in Spain, is extracted by cleaning and soaking the batches of fresh tiger nut samples in cold water for 24 hours, wet milled with about two liters per kilogram of water, using a clean sterilized blender. This was followed by filtration using a muslin cloth to remove the chaff from the milk. The tiger nut milk is very nutritive and serves as a good source of energy (Oyetoro et al., 2019). It is a rich source of minerals such as iron, magnesium, and carbohydrates more than the cow's milk, in addition to phosphorus, potassium, calcium, unsaturated fats, proteins and some enzymes which help in digestion. On the other side, it's not containing lactose, casein, sugar or proteins of the milk, or cholesterol and is, therefore, an ideal drink for people who do not tolerate gluten or cow's milk (Bamishaiye and Bamishaiye, 2011). Tiger nut milk contains vitamin E which delays cell aging, increases skin elasticity and helps relieve the appearance of wrinkles. Besides, it is essential for fertility in both men and women, besides it is considered as a heart stimulant, liver tonic, drank to heal serious stomach pain, to promote normal menstruation and is a powerful aphrodisiac (Mohdaly, 2019). The Milk is recommended for those who suffer from indigestion, flatulence, and diarrhea because

it provides digestive enzymes like the catalase, lipase, and amylase (Adejuitan, 2011).

7. Chemical Composition of Tiger Nut Tuber

The researches done to identify the chemical composition of tiger nut tubers indicated that the moisture content of tiger tubers was (8.50%). The carbohydrate was found to be the first component in these tubers (45.73%) followed by oil content (30.01%). Moreover; protein, ash and crude fiber of tiger nut tubers were (5.08%), (2.23%) and (14.80%) respectively. The starch content of tiger nut tubers was (293.50 g/kg) followed by sucrose content (99.35g/kg) and reducing sugar (27.61g/kg) (Arafat, 2019; Roselló-Soto et al., 2019).

The high quantity of minerals in tiger nut tubers was potassium, phosphor, magnesium calcium, sodium which were 267.18 mg/100g, 158.86 mg/100g, 118.14 mg/100g, 43.36 mg/100g and 17.02 mg/100g respectively (Suleiman et al., 2018).

8. Conclusion

Due to the attempts to change many sources of alimentary products such as ash, gluten, protein, sugar, etc., by other healthy sources, tiger nut is one of the best solutions. Its high content of nutrients and minerals, also the high oil quality makes it an important alimentary and medicinal plant. Therefore, Tiger nut should have broader research and more use regarding its important benefits for human health. For this reason, it will be beneficial to carry out studies, especially in marginal areas where agricultural production is limited and to increase research on production and medicinal uses.

Conflict of interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

References

AbdelKader H, Ibrahim F, Ahmed M, El-Ghadban E. 2017. Effect of Some Soil Additives and Mineral Nitrogen Fertilizer at Different Rates on Vegetative Growth, Tuber Yield and Fixed Oil of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) Plants. *J Plant Prod*, 8(1): 39-48.

Achoribo ES, Ong MT. 2017. Tiger nut (*Cyperus esculentus*): Source of natural anticancer drug? Brief review of existing literature. *EuroMedit Biomed J*, 12: 91-94.

Adejuitan JA. 2011. Tigernut Processing: Its Food uses and Health Benefits. *American J Food Tech*, 197-201.

Anonim 2020. TUBIVES. Türkiye Bitkileri Veri Tabanı. URL: <http://www.tubives.com> (access date 25.06.2020).

Arafat SA, Said, AM. 2019. Nutritional Value of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) Tubers and Its Products. *J Biol Chem and Environ Sci*, 301-318.

Asante FA, Saalia FK, Oduru I, Ellis WO. 2014. Modelling of Milk Solids Extraction from Tigernut (*Cyperus esculentus* L.) Tubers Using Response Surface Methodology. *Int J Food Sci and Nutrition Eng*, 4(3): 73-79.

Bamishaiye E, Bamishaiye, O. 2011. Review article on tiger-nut: as a plant, its derivatives and benefits. *African J Food, Agri,*

Nutrition and Devel, 11: 5157-5170.

CABI. 2020. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. URL: www.cabi.org/isc. (access date: 26.6.2020).

David AB. 2005. Tiger nut. A Dictionary of Food and Nutrition. URL: <https://www.encyclopedia.com/education/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/tiger-nut>. (access date: 21.02.2020).

Dyer AR. 2009. "The ecology of chufa (*Cyperus esculentus sativus*)". Report from University of South Carolina Aiken. Columbia.

TTSM, 2020. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. Ankara. URL: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM>. (access date: 6.7.2020).

Ezeh O, Gordon MH, Niranjana K. 2014. Tiger nut oil (*Cyperus esculentus* L.): A review of its composition and physico-chemical properties. *Eur J Lipid Sci and Tech*, 116(7): 783-794.

Follak S, Belz R, Bohren C, De Castro O, Del Guacchio E, Pascual-Seva N, Essl F. 2016. Biological flora of Central Europe: *Cyperus esculentus* L. *Persp. Plant Ecol Evol Syst*, 23: 33-51.

Gambo A, and Da'u A. 2014. Tiger nut (*Cyperus esculentus*): composition, products, uses and health benefits - a review. *Bayero J Pure and App Sci*, 7: 56-61.

Gene D Wills. 1987. Description of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Tech*, 1(1): 2-9.

Kareem ST, Adebawale ARA, Sobukola OP, Adebisi MA, Obadina OA, Kajihansa OE, Keith T. 2015. Some quality attributes of high quality cassava-tigernut composite flour and its extruded snacks. *J Culinary Sci and Tech*, 13(3): 242-262.

Krichene D, Artieda DA, Zarrouk M, Astiasarán I. 2016. Review on *Cyperus esculentus*: from food safety to pharmacotherapeutics. *Int J Pharmacy*, 3(1): 211-216.

Maduka N, Ire SF. 2018. Tigernut Plant and Useful Application of Tigernut Tubers (*Cyperus esculentus*) - A Review. *Current J App Sci and Tech*, 29(3): 1-23.

Merrell JL. 1975. The effects of flooding on chufa (*Cyperus esculentus* L.). M.S. Thesis, Louisiana State Univ., Baton Rouge, USA.

Mohdaly AARAA. 2019. Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) Oil. In: Ramadan MF, editor. *Fruit Oils: Chemistry and Functionality*. Egypt: Springer International Publishing; p. 243-269.

Oyetero AOA, Ogundipe OO, Adeyeye SAO, Akande EA, Akinyele AB. 2019. Production and evaluation of tigernut (*Cyperus esculentus*) milk flavored with moringa oleifera leaf extract. *Current Res in Nutr and Food Sci*, 7: 265-271.

Pascual-Seva N, San Bautista A, López-Galarza S, Maroto JV, Pascual B. 2016. Response of drip-irrigated chufa (*Cyperus esculentus* L. var. *sativus* Boeck.) to different planting configurations: Yield and irrigation water-use efficiency. *Agric Water Manag*, 170: 140-147.

Roselló-Soto E, Garcia A, Fessard A, Barba FJ, Munekata PES, Jose ML, Remize F. 2019. Nutritional and microbiological quality of tiger nut tubers (*Cyperus esculentus*), derived plant-based and lactic fermented beverages. *Ferment*, 5(1): 3.

Suleiman MS, Olajide JE, Omale JA, Abbah OC, Ejembi DO. 2018. Proximate composition, mineral and some vitamin contents of tigernut (*Cyperus esculentus*). *Clinical Invest*, 8: 163-165.

Wilma AM, Chester O. 1986. CHUFA (*Cyperus esculentus*). US Army Corps of Engineers Washington, DC 20314-1000: 3-5.

Zohary D. 1986. The origin and early spread of agriculture in the Old World. In: Barigozzi C, editor. *The origin and domestication of cultivated plants*. Amsterdam: Elsevier; p. 3-20.



Derleme (Review)

Cilt 3 - Sayı 4: 329-339 / Ekim 2020
(Volume 3 - Issue 4: 329-339 / October 2020)

BİTKİLERDE KURŞUN TOKSİSİTESİ VE KURŞUN TOLERANSI

Ali DOĞRU^{1*}

¹Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Esentepe Kampüsü, 54187, Sakarya, Türkiye

Gönderi: 15 Ocak 2020; **Kabul:** 01 Eylül 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020

(Received: January 15, 2020; **Accepted:** September 01, 2020; **Published:** October 01, 2020)

Özet

Doğada kalıcı ve toksik bir kirletici olarak kurşunun canlı organizmalar için bilinen biyolojik bir fonksiyonu olmadığı gibi yüksek kurşun konsantrasyonları bitkiler için zararlıdır. Bitkiler tarafından kök yoluyla alınan kurşunun büyük kısmı köklerde tutulurken çok az bir kısmı bitkinin toprak üstü organlarına taşınır. Böylece kurşunun besin zincirine katılması kısıtlanmış olur. Kurşun bitkilerde aktif oksijen türlerinin birikim hızını artırarak oksidatif strese neden olmaktadır. Sonuçta tohum çimlenmesi, fide büyümesi, proteinler, fotosentez, solunum, mineral madde beslenmesi ve su ilişkileri üzerinde olumsuz etkilere neden olur. Bitkiler kurşunun dokularındaki dağılımını engelleyerek, özellikle vakuollerde depo ederek ve antioksidant sistemin çeşitli bileşenleri ile kurşun toksisitesine karşı tolerans göstermeye çalışır. Bu çalışmada kurşun toksisitesinin bitkilerde neden olduğu metabolik bozukluklar ve tolerans mekanizmaları tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Antioksidant, Kurşun, Pb, Toksikite, Tolerans


Lead Toxicity and Lead Tolerance in Plants

Abstract: As a persistent and toxic pollutant in nature, lead does not have any known biological importance for living things and higher lead concentrations are harmful for plants. Lead enters plants mainly through the roots. A considerable amount of lead is sequestered in the roots while small amount is translocated to the leaves. Thus contamination of the food chain by lead is restricted. Lead causes oxidative stress in plants by accelerating the formation rate of active oxygen species. As a result, it leads to some noxious effects on plants such as germination, seedling growth, proteins, photosynthesis, respiration, mineral nutrition and water relations. Plants try to acquire tolerance by preventing translocation of lead, sequestering it in vacuoles and antioxidant system. In this study, metabolic anomalies caused by lead toxicity and tolerance mechanisms in plants are discussed.

Keywords: Antioxidant, Lead, Pb, Toxicity, Tolerance

***Corresponding author:** Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Esentepe Kampüsü, 54187, Sakarya, Türkiye

E mail: adogru@sakarya.edu.tr (A. DOĞRU)

Ali DOĞRU  <https://orcid.org/0000-0003-0060-4691>

Cite as: Doğru A. 2020. Lead toxicity and lead tolerance in plants. BSJ Agri, 3(4): 329-339.

1. Giriş

Bitkiler konsantrasyonu, tipi ve toksik etkileri farklı olan çok çeşitli kirletici maddelere maruz kalabilmektedir. Bu tip kirleticiler bitkisel sistemlere toprak ve atmosfer yoluyla girmektedir (Arshad ve ark., 2008; Uzu ve ark., 2010; Afify ve Abdel-Satar, 2020). Bitkileri etkileyen kirleticiler arasında bulunan kurşun elementi diğerlerine göre bitkilerin en çok karşılaştıkları ve toksisitesi en fazla olanıdır (Checci ve ark., 2008; Grover ve ark., 2010; Shadid ve ark., 2011). Kurşun birçok endüstriyel proseste yaygın olarak kullanılmakta ve bu nedenle toprak, su atmosfer ve canlı organizmalara kolayca kontamine olmaktadır. Çevresel kurşun kontaminasyonunun önemi bu elementin birçok kaynağının bulunmasından ve doğada çok uzun süre varlığını sürdürmesinden kaynaklanmaktadır (Islam ve ark., 2008; Andra ve ark., 2009; Punamiya ve ark., 2010). Bu kaynaklar arasında metal döküm faaliyetleri, kurşun içeren yakıtların kullanılması, kurşun kontaminasyonuna neden olan lağım suları ve gübreler sayılabilir (Piotrowska ve ark., 2009; Gupta ve ark., 2009; Sammut ve ark., 2010; Steffan ve ark., 2018).

İnsanlık için faydalı kullanım alanlarına sahip olmasına rağmen kurşunun canlı organizmalar için bilinen bir biyolojik fonksiyonu yoktur (Maestri ve ark., 2010). Kurşun ayrıca doğada bulunma yoğunluğu, toksisite derecesi ve canlıların maruz kalma sıklığına göre arsenikten sonra en zararlı faktör olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle kurşunun kontamine olmuş alanlardan bitkilere taşınması geniş ölçüde çalışılmaktadır.

Kurşunun canlı organizmalarda morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal anlamda birçok değişime neden olarak toksik etkisini gösterdiği bilinmektedir. Kurşun elementi bitkilerde tohum çimlenmesini, kök büyümesini, gövde gelişimini, transpirasyonu, klorofil sentezini, kloroplastların lamellar organizasyonunu ve hücre bölünmesini inhibe etmektedir (Sharma ve Dubey, 2005; Krzeslowska ve ark., 2009; Gupta ve ark., 2010; Maestri ve ark., 2010; Doğru, 2019). Ancak bu etkilerin derecesi maruz kalınan kurşun konsantrasyonuna, maruz kalma süresine, bitkinin gelişim evresine ve kurşuna maruz kalan organ tipine göre değişmektedir (Doğru, 2020). Bitkiler toksik metal konsantrasyonlarına farklı şekilde cevaplar geliştirmişlerdir. Örneğin seçici metal alınımı, metallerin boşaltımı, metallerin spesifik ligandlarla kompleksleştirilmesi ve kompartımantasyonu internal detoksifikasyon mekanizmaları bu cevaplar arasındadır (Gupta ve ark., 2009; Krzeslowska ve ark., 2010; Maestri ve ark., 2010; Singh ve ark., 2010; Jiang ve Liu, 2010).

Bitkilerin kurşun toksisitesine verdikleri çeşitli cevaplar çevresel kalite değerlendirmeleri bakımından bir kriter olarak kullanılmaktadır. Ancak ekotoksikolojik araştırmalar için uygun kriterlerin geliştirilmesi için bitkilerdeki kurşun alınımı, taşınımı ve toksisitesi ile ilgili mekanizmaların iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu durum özellikle kontamine olmuş topraklarda yetiştirilecek bitki

türlerinin seçimi bakımından önemlidir. Örneğin *Umbellifera*, *Liliaceae*, *Chenopodiaceae* ve *Compositae* familyalarına ait bitki türleri ile karşılaştırıldığında kurşunla kontamine olmuş topraklarda baklagillerin yetiştirilmesi daha uygun görülmektedir. Çünkü baklagillerde kurşun elementinin alınımı doğal olarak sınırlandırılmış durumdadır (Alexander ve ark., 2006; Martinez ve ark., 2020).

Tarımsal bitkilerde kurşun alınımının sınırlandırılması aynı zamanda kurşun elementinin besin zincirine katılma riskini de azaltmaktadır. Ancak fitoekstraksiyon işlemi için fazla miktarda kurşunu yapılarına alan ve temel fizyolojik fonksiyonları bakımından zarar görmeyen bitki türleri gerekmektedir (Arshad ve ark., 2008; Zaier ve ark., 2010). Örneğin *Pelargonium* ve *Brassica napus* kurşun hiperakümülatörleri olarak karakterize edilmiştir ve kontamine olmuş topraklardan aşırı miktarda kurşunu dokularında biriktirmelerine rağmen morfofitotoksikite semptomları göstermezler (Arshad ve ark., 2008; Zaier ve ark., 2010). Bu bitkiler kurşun toksisitesi etkilerini azaltan etkili doğal detoksifikasyon mekanizmalarına sahiptir. Bu çalışmada bitkilerde kurşun alınımı, birikimi, taşınımı, toksisitesi ve kurşun toleransı arasındaki etkileşimler ele alınmıştır.

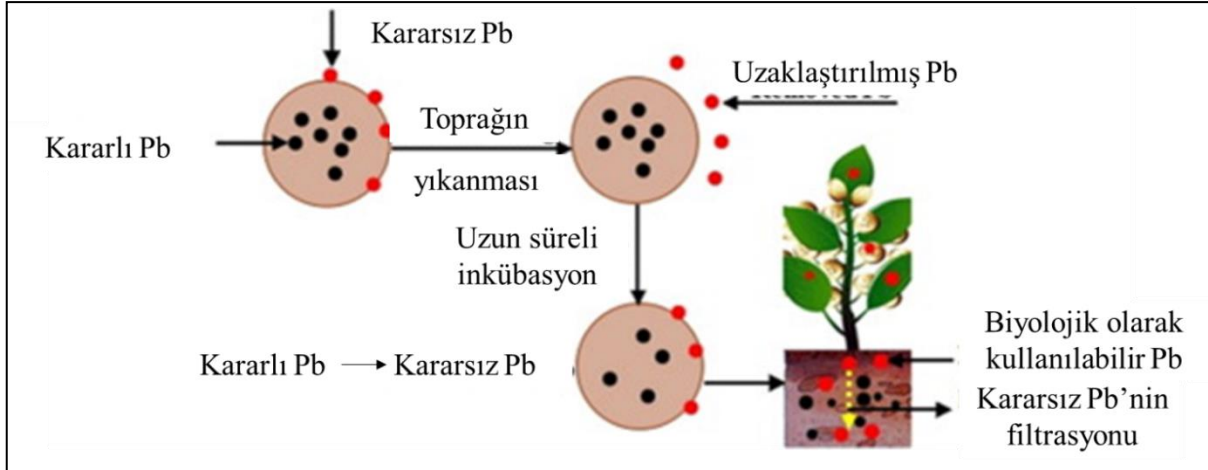
2. Kurşunun Topraklarda Tutulması, Mobilitesi ve Biyoyararlanımı

Kurşun yer kabuğunda doğal olarak bulunan bir elementtir ve miktarı yaklaşık 50 mg/kg'dir (Arias ve ark., 2010; Pais ve Jones, 2000). Ancak antropojenik aktiviteler toprakta bulunan kurşun bileşiklerinin miktarını ve tiplerini değiştirmektedir. Kurşun toprakta HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} ve Cl^- gibi inorganik iyonlarla veya humik asit, amino asitler ve fulvik asitler gibi organik ligandlarla bağlanmış olarak bulunabileceği gibi partikül yüzeylerinde adsorbe edilmiş olarak da bulunabilir (Uzu ve ark., 2009; Tabelin and Igarashi, 2009; Sammut ve ark., 2010; Vega ve ark., 2010).

Antropojenik kaynaklı kurşun genellikle toprak yüzeyinde birikim gösterir ve konsantrasyonu derinliğe bağlı olarak azalır (Cecchi ve ark., 2008). Organik ve kolloidal materyallere bağlanma yeteneğinin çok yüksek olmasından dolayı kurşunun çok az bir kısmı toprakta çözünür olarak bulunmaktadır (Kopittke ve ark., 2008; Punamiya ve ark., 2010). Ancak kurşun bileşiklerinin topraktaki tipi, mobilitesi, çözünürlüğü ve biyoyararlanım derecesi birçok jeobiyokimyasal faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir (Punamiya ve ark., 2010) (Şekil 1).

Toprağın pH değeri, redoks durumu, katyon değişim kapasitesi, mineralizasyonu, biyolojik ve mikrobiyal koşullar, kurşun miktarı, organik ve inorganik ligandların varlığı ve miktarı, katyonlar arasındaki rekabet ve bitki türü bu faktörler arasındadır (Lawal ve ark., 2010; Tabellin ve Igarashi, 2009; Vega ve ark., 2010; Dumat ve ark., 2006; Arias ve ark., 2010; Bi ve ark., 2010; Padmavathamma ve Li, 2010; Komjarova ve Blust, 2009;

Liu ve ark., 2010). Bu faktörler tek tek veya birbirleriyle etkileşime girerek topraktaki kurşunun davranışlarını ve bitkiler tarafından alınımını etkilemektedir.



Şekil 1. Kurşunun topraklarda bulunuşu ve biyolojik olarak kullanılabilirliği (Chen ve ark., 2016).

3. Kurşunun Bitkiler Tarafından Alınımı

Endüstriyel faaliyetlerin yoğun olarak sürdürüldüğü bölgelere yakın konumda bulunan alanlarda kültüre alınmış bitkiler için geçerli olan özel koşullar dışında, metallerin bitki dokularında birikim göstermesine neden olan temel mekanizma köklerle gerçekleştirilen alınımıdır (Uzu ve ark., 2009). Toprakta bulunan kurşunun bir kısmı kök yüzeylerine adsorbe olur ve daha sonra ya müsilaj yapısındaki uronik asitlerdeki karboksil gruplarına ya da rizoderm hücrelerinin yüzeylerinde bulunan polisakkaritlere direkt olarak bağlanır (Seregin ve Ivanov, 2001). *Vigna unguiculata*, *Festuca rubra*, *Brassica juncea*, *Lactuca sativa* ve *Funaria hygrometrica* gibi bitkilerde kurşunun kök yüzeylerine adsorbe olduğu rapor edilmiştir (Kopittke ve ark., 2007; Ginn ve ark., 2008; Meyers ve ark., 2008; Uzu ve ark., 2009; Krzeslowska ve ark., 2010). Rizoderm hücre yüzeylerine adsorbsiyon gerçekleştikten sonra kurşun pasif olarak köke girer ve transpirasyon akımı ile toprak üstü organlara taşınır. Ancak kurşunun kök boyunca gözlenen adsorbsiyon hızı farklı bölgelerde eşit değildir (Tung ve Temple, 1996; Seregin ve ark., 2004). Örneğin kök uçlarında belirlenen kurşun miktarı maksimum seviyededir. Çünkü kökün bu bölgesinde bulunan hücreler, kalpitra hücreleri hariç, gençtir ve ince çeperele sahiptir. Bu da alınan kurşun miktarının kökün diğer bölgelerine göre daha fazla olmasına neden olur (Tung ve Temple, 1996; Seregin ve ark., 2004). Ayrıca kökün apikal bölgesindeki pH değeri minimum değerdedir ve böylece toprak çözeltisindeki kurşunun çözünürlüğü artar.

Kurşunun köklere nasıl girdiği konusunda moleküler seviyede yeterli bilgi yoktur. Ancak kurşunun köklere özellikle katyon kanallarını kullanarak girdiği belirlenmiştir. Bitki kökleri tarafından kurşun alınımı seçici olmayan bir süreç olmasına rağmen, rizoderm hücrelerinde kuvvetli bir negatif membran potansiyeli sağlayan H⁺-ATPaz pompalarının fonksiyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir (Hirsch ve ark., 1998; Wang ve ark.,

2007). Köklerle gerçekleşen kurşun alınımının kalsiyum iyonları tarafından inhibe edildiği ve bunun kalsiyum kanalları için iki katyon arasındaki rekabetten kaynaklandığı belirlenmiştir (Kim ve ark., 2002; Huang ve Cunningham, 1996). Birçok araştırmacı kalsiyum kanallarının kurşun iyonlarının köklere girmesi için gerekli olduğunu bildirmiştir (Wang ve ark., 2007; Pourrut ve ark., 2008). Transgenik bitkilerin kullanımı ile kurşunun bitki köklerine siklik nükleotid iyon kanalları veya düşük afiniteli katyon taşıyıcıları gibi seçici olmayan alternatif mekanizmalarla alınabileceği ortaya çıkarılmıştır (Arazi ve ark., 1999; Kohler ve ark., 1999; Wojas ve ark., 2007).

Kurşunun tarımsal bitkilerde toprak üstü organlara alınım ve taşınımının sınırlandırılmasının, kurşunun besin zincirine girişinin engellenmesi bakımından faydalı olduğu düşünülmektedir. Ancak kurşunla kontamine olmuş toprakların fitoremediasyonu için kullanılan bitkilerde bu durum büyük bir problemdir. Bu amaçla kullanılacak olan bitkilerin kurşun alınımının ve bunun toprak üstü organlarda birikiminin yüksek oranda gerçekleşmesi ve bitkideki toksisite belirtilerinin minimum seviyede olması gerekmektedir. Topraktan bitkilere pantere olan kurşunun miktarı "transfer faktörü" ile belirlenebilir. Bu faktör bitki dokularındaki kurşun miktarının toprakta bulunan kurşun miktarına oranlanması ile belirlenebilir (Arshad ve ark., 2008; Bi ve ark., 2010; Liu ve ark., 2010). Transfer faktörü hem farklı bitki türlerine hem de toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genel olarak transfer faktörü 1'den büyük olan bitkiler hiperakümülatör bitki olarak tanımlanmaktadır (Arshad ve ark., 2008).

4. Bitkilerde Kurşun Birikimi

Kurşun bitkilerde kök sistemine pantere olduktan sonra ya bu bölgede birikim göstermekte ya da bitkinin toprak üstü organlarına taşınmaktadır. Ancak *Vicia faba*,

Phaseolus vulgaris, *Pisum sativum*, *Vigna unguiculata*, *Nicotiana tabacum*, *Lathyrus sativus*, *Zea mays*, *Avicenna marina*, *Sedum alfredii*, *Allium sativum* gibi birçok bitki türünde kurşunun yaklaşık %95'i köklerde birikim gösterirken çok az bir kısmı toprak üstü organlara taşınmaktadır (Shadid ve ark., 2011; Kopittke ve ark., 2007; Gichner ve ark., 2008; Brunet ve ark., 2009; Gupta ve ark., 2009; Yan ve ark., 2010; Gupta ve ark., 2010; Jiang ve Liu, 2010; Doğru, 2019). Ancak bu taşınım sınırlaması tüm ağır metaller için geçerli değildir.

Kurşun köklere girdiği zaman apoplasta geçer ve su akımı ile endodermise kadar gider (Lane ve Martin, 1977). Kurşunun bitkilerde köklerden toprak üstü organlara taşınımının sınırlandırılmasına neden olan birçok sebep vardır. Kurşunun hücre çeperindeki negatif yüklü pektinlerle immobilizasyonu, hücreler arası alanlarda çözünmez kurşun tuzları olarak presipitasyonu, plazma membranında akümülyasyonu ve rizodermal veya kortikal hücrelerin vakuollerinde tecrit edilmesi bu nedenler arasında sayılabilir (Arias ve ark., 2010; Malecka ve ark., 2008; Jiang ve Liu, 2010; Kopittke ve ark., 2007). Ancak bu nedenler kurşunun köklerden gövdeye taşınım hızının düşük olmasını açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Köklerde fiziksel bir bariyer oluşturan endodermis bu konuda önemli bir role sahiptir. Köklerde apoplastik olarak gerçekleşen kurşun taşınımı endodermisteki kaspari şeridi tarafından bloke edilir ve bu noktadan sonra simplastik olarak taşınmak zorundadır. Kurşunun büyük kısmı endodermis hücrelerinde tutulur ve bitkinin sahip olduğu detoksifikasyon sistemi ile etkisiz hale getirilir (Doğru, 2019).

Brassica pekinensis ve *Pelargonium* gibi birçok hiperakümülatör bitki türü yüksek miktarda kurşunu toprak üstü organlara taşır ve bundan metabolik olarak zarar görmez (Xiong ve ark., 2006; Arshad ve ark., 2008). Bazı spesifik hiperakümülatör bitki türlerinin dokularındaki kurşun konsantrasyonu 1000 ppm'e kadar ulaşabilir (Maestri ve ark., 2010). Aslında bu bitki türleri köklerinden toprağa bazı maddeler salgılayarak metallerin çözünmesini sağlar ve bu da metallerin hem bitki kökleri ile alınımını hem de taşınımını artırmaktadır (Arshad ve ark., 2008). Ayrıca bu tip bitkiler seçici metal alınımı, salgılama, spesifik ligandlarla kompleksleştirme ve kompartımantasyon gibi detoksifikasyon mekanizmalarına sahiptir ve bu yüzden yüksek kurşun konsantrasyonlarını tolere edebilir.

Bunlara ek olarak, kurşunun toprak üstü organlara taşınımı etilendiamintetraasetik asit (EDTA) gibi organik şelatöler ve bazı bakteri türleri ile hızlandırılabilir (Baruttia ve ark., 2010; Punamiya ve ark., 2010). Otuz farklı *Brassica pekinensis* genotipi ile yapılan bir çalışmada topraktaki yüksek kurşun konsantrasyonlarının, kurşunun toprak üstü organlara taşınım yüzdesini artırdığı ortaya çıkarılmıştır (Liu ve ark., 2010). Yüksek kurşun konsantrasyonlarının köklerdeki endodermis tabakasında bulunan kaspari şeridini de parçaladığı bilinmektedir.

Metallerin köklerden gövdeye taşınımı ksilemle

gerçekleşir ve transpirasyon akımını gerektirir (Verbruggen ve ark., 2009; Liao ve ark., 2006). Gövdenin merkezi silindirine ulaşan kuşun buradan yine apoplastik olarak taşınır ve iletim demetleri ile yapraklara ulaşır (Krzeslowska ve ark., 2010). Kurşun ksileme girdikten sonra bazı organik asitlerle veya amino asitlerle kompleksler oluşturabilir (Vadas ve Ahner, 2009; Maestri ve ark., 2010).

5. Kurşunun Bitkiler Üzerindeki Genel Etkileri

5.1. Çimlenme ve Büyüme Üzerindeki Etkileri

Bitkiler mikromolar seviyesinde bile kurşuna maruz kaldıklarında tohum çimlenmesi ve büyüme üzerindeki olumsuz etkileri gözlenebilmektedir (Kopittke ve ark., 2007). Çimlenme olayının çok düşük kurşun konsantrasyonlarında bile inhibe olduğu bildirilmiştir (Tomulescu ve ark., 2004; Islam ve ark., 2007). Kurşun toksisitesinin tohum çimlenmesi üzerindeki inhibe edici etkisi *Hordeum vulgare*, *Elsholtzia argyi*, *Spartina alterniflora*, *Pinus halepensis*, *Oryza sativa* ve *Zea mays*' da rapor edilmiştir (Tomulescu ve ark., 2004; Islam ve ark., 2007; Sengar ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2018). Kurşunun tohum çimlenmesi üzerindeki inhibe edici etkisinin, kurşunun amilaz ve proteaz enzimleri üzerindeki olumsuz etkilerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Sengar ve ark., 2009).

Kurşun toksisitesi bitkilerde fide büyümesini ve gelişmesini de belli oranda inhibe etmektedir (Dey ve ark., 2007; Gopal ve Rizvi, 2008; Ghani ve ark., 2016). Kurşun düşük konsantrasyonlarda bile bitkilerde kök ve gövde büyümesini inhibe etmektedir (Islam ve ark., 2007). Bu inhibisyonun özellikle köklerde çok daha belirgin olduğu belirlenmiş bunun nedeni olarak da köklerdeki yüksek kurşun birikimi gösterilmiştir (Liu ve ark., 2008). Kurşun toksisitesi bitki köklerinde şişme, kıvrılma, kılma ve birim kök uzunluğu başına daha yoğun sekonder kök oluşumuna da neden olmaktadır (Kopittke ve ark., 2007). Jiang ve Liu (2010) 48-72 saat kurşun toksisitesine maruz bırakılmış *Allium cepa* köklerindeki mitokondrilerde şişme, kristallerin kaybolması, endoplazmik retikulum ve diktiyozomlarda vakuolizasyon, plazma membranında fiziksel hasarlar ve nukleusda renk koyulaşması gibi semptomların ortaya çıktığını rapor etmiştir.

Yüksek kurşun konsantrasyonları aynı zamanda bitkilerde biyokütleyi de olumsuz yönde etkilemektedir (Gopal ve Rizvi, 2008; Piotrowska ve ark., 2009; Singh ve ark., 2010). Şiddetli kurşun toksisitesi altında hem bitkilerde yaprak sayısı ve boyutları azalmakta, hem de morumsu renge sahip olan daha kırılğan yapraklar oluşmaktadır (Gupta ve ark., 2009). Kurşun toksisitesi altındaki bitkilerde büyüme hızında gözlenen azalmanın nedeni olarak mineral madde beslenmesinin bozulması ve fotosentetik aktivitenin yavaşlaması olduğu rapor edilmiştir (Gopal ve Rizvi, 2008; Islam ve ark., 2008). Birçok durumda kurşun toksisitesinin bitkiler üzerindeki

olumsuz etkisi zamana, türe ve konsantrasyona bağlıdır (Gupta ve ark., 2010).

5.2. Proteinler Üzerindeki Etkileri

Diğer ağır metaller gibi kurşun da sitoplazmik proteinlerle etkileşime girebilmektedir. Kurşun toksisitesinin bitki hücrelerindeki protein havuzunun boyutlarını azalttığı bilinmektedir (Chatterje ve ark., 2004; Mishra ve ark., 2006; Garcia ve ark., 2006; Piotrowska ve ark., 2009). Kurşunun protein miktarında meydana getirdiği bu değişikliklerin sebepleri arasında aktif oksijen türlerinin oluşumuna neden olması, gen ekspresyonunda neden olduğu modifikasyonlar, ribonükleaz aktivitesinin artması, proteinlerin kurşun detoksifikasyonu için kullanılması ve serbest amino asit miktarının azalmasıdır (Gupta ve ark., 2009; Kovalchuk ve ark., 2005; Gopal ve Rizvi, 2008). Ancak kurşun toksisitesi koşullarında bitki hücrelerinde kurşun toksisitesine tolerans konusunda önemli rol oynayan prolin gibi amino asitlerin miktarı artmaktadır (Qureshi ve ark., 2007). Mishra ve ark. (2006) ise düşük kurşun konsantrasyonlarının bitki hücrelerindeki toplam protein miktarını artırdığını ve özellikle redoks regülasyonu ile ilgili olan proteinlerin birikiminin kurşun toksisitesine karşı hücre yapısını koruduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu proteinlerin bitki hücrelerinde kurşun toksisitesine karşı askorbik asit, glutatyon ve fitoşelatinlere benzer bir koruma mekanizmasının parçası olabileceği bildirilmiştir (Brunet ve ark., 2009; Liu ve ark., 2009; Yadav, 2010; Jiang ve Liu, 2010). Kantitatif değişimlere ek olarak kurşun toksisitesi protein profilinde kalitatif değişimlere de yol açmaktadır (Beltagi, 2005).

5.3. Su Miktarı Üzerindeki Etkileri

Kurşun uygulamasından sonra bitkilerde su ilişkilerinin bozulması konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Brunet ve ark., 2009; Kohli ve ark., 2018). Patra ve ark. (2004) kurşun toksisitesinin bitkilerde hem su miktarını hem de transpirasyon hızını azalttığını rapor etmiştir. Elzbieta ve Mirosława (2005) de transpirasyon hızında meydana gelen azalmanın, yaprak büyümesinin yavaşlaması sonucunda yaprak alanında meydana gelen azalmadan kaynaklandığını rapor etmiştir. Ancak stoma yoğunluğu yüksek olan bazı bitki türlerinin kendilerini kurşun toksisitesinin bu tip etkilerinden koruyabildiği bilinmektedir (Kosobrukhov ve ark., 2004). Kurşun bitki hücrelerinde çeper plastisitesini azaltarak hücrenin turgor durumunu değiştirebilmektedir. Şekerler ve amino asitler gibi hücre turgorundan sorumlu olan bileşiklerin konsantrasyonlarında meydana gelen azalma kurşun toksisitesinin turgor basıncı üzerindeki etkisinin bir kanıtı olarak görülmektedir (Barcelo ve Poschenrieder, 1990). Özellikle stoma bekçi hücrelerinin turgor basıncında meydana gelen değişim stoma hareketlerini etkiler. Bitkiler hücrelerinin turgor basıncını korumak için kurşun toksisitesi koşullarında prolin gibi ozmolitleri sentezler (Qureshi ve ark., 2007). Stoma hareketleri bitkisel bir hormon olan absisik asit tarafından kontrol edilir (Roelfsema ve Hedrich, 2005). Kurşun toksisitesine maruz kalan hücrelerin köklerinde ve toprak üstü

organlarında yoğun bir absisik asit birikimi ve stomaların kapanması söz konusudur (Parys ve ark., 1998; Atici ve ark., 2005). Stomaların kapanması da hem transpirasyon hızının azalmasına hem de bitki ile atmosfer arasındaki gaz değişiminin sınırlandırılmasına yol açar (Parys ve ark., 1998). Elzbieta ve Mirosława (2005) kurşun toksisitesine maruz bırakılan bitkilerde kütikula tabakasının kalınlaştığını ve yaprakların solunum hızının azaldığını bildirmiştir. Ayrıca kurşun toksisitesi sonucunda oksidatif fosforilasyon ve solunum olayında meydana gelen aksaklıklar sonucu bitkilerde oksijen ve karbondioksit arasındaki denge bozulmakta ve hücrelerin su durumu olumsuz etkilenmektedir.

5.4. Mineral Beslenme Üzerindeki Etkileri

Yapılan birçok araştırma kurşun toksisitesinin farklı bitki türlerinde mineral madde beslenmesini belirgin şekilde etkilediğini göstermiştir (Chatterjee ve ark., 2004; Sharma and Dubey, 2005; Gopal ve Rizvi, 2008; Orenes, 2018). *Zea mays*, *Oryza sativa*, *Medicago sativa*, *Brassica oleraceae*, *Vigna unguiculata* ve *Raphanus sativus*'da yapılan çalışmalar, kurşun toksisitesinin bitki dokularındaki çinko, mangan, magnezyum, kalsiyum ve demir gibi divalent katyonların miktarını azalttığını göstermiştir (Seregin ve ark., 2004; Chatterjee ve ark., 2004; Sinha ve ark., 2006; Lopez ve ark., 2007; Kopittke ve ark., 2007; Gopal and Rizvi, 2008). Bu azalmanın kesin nedeni bilinmemekle birlikte, kök absorpsiyonunun bloke edilmesi, bu elementlerin köklerden toprak üstü organlara taşınımının engellenmesi veya bitki dokuları arasındaki dağılımının değişmesi gibi sebeplerden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (Lopez ve ark., 2007).

Kurşun toksisitesi altındaki bitkilerde mineral madde alınımındaki azalmanın kurşunla benzer atomik boyuta sahip olan diğer iyonlar arasındaki rekabetten veya bitkilerin fizyolojik aktivitesindeki değişimlerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Örneğin Sharma ve Dubey (2005) kurşun ve potasyum arasındaki etkileşimin her iki elementin benzer iyon çapına sahip olmasından kaynaklanabileceğini ve bu iyonların bitki hücrelerine alım bakımından aynı potasyum kanalları için rekabete girebileceklerini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde kurşunun hücre membranlarındaki K-ATPaz ve membran proteinlerindeki sülfidril gruplarını etkileyerek hücrelerin potasyum kaybetmesine yol açtığı da bildirilmiştir. Tüm bitki kısımlarındaki inorganik azot konsantrasyonundaki azalma, nitrat asimilasyon sürecindeki hız sınırlayıcı enzim olan nitrat redüktaz aktivitesindeki azalmadan kaynaklanabilir (Xiong ve ark., 2006; Sengar ve ark., 2009). Xiong ve ark. (2006) *Brassica pekinensis*'de kurşun uygulamalarının gövdedeki nitrat ve serbest amino asit miktarı ile nitrat redüktaz aktivitesini belirgin derecede azalttığını ortaya çıkarmıştır.

5.5. Fotosentez Üzerindeki Etkileri

Kurşun toksisitesi altındaki bitkilerde fotosentetik aktivitenin inhibe edildiği bilinmektedir (Hu ve ark., 2007; Liu ve ark., 2008; Piotrowska ve ark., 2009; Singh

ve ark., 2010; Doğru, 2019). Kurşun toksisitesinin bu inhibe edici etkisinin direkt değil dolaylı mekanizmalarla ortaya çıktığı ileri sürülmüştür. Örneğin kurşun toksisitesi bitkilerde kloroplast yapısının bozulmasına neden olabilmektedir (Elzbieta ve Miroslawa, 2005; Islam ve ark., 2007). Gupta ve ark. (2009) kurşun toksisitesinin ferrodoksin NADP+ redüktaz ve Δ -aminolevülinik asit dehidrataz aktivitesini azalttığını ve sonuçta klorofil sentezinin inhibe edildiğini bildirmiştir. Bunun dışında kurşun toksisitesi bitkilerde plastokinon ve karotenoid sentezinin inhibisyonu, elektron taşınım sisteminin inhibisyonu, stomaların kapanması sonucunda CO₂ alınımının kısıtlanması, mangan ve demir gibi elementlerin alınımının engellenmesi, bazı Calvin döngüsü enzimlerinin ve klorofilaz aktivitesinin inhibisyonu gibi etkilere sahiptir (Liu ve ark., 2008; Doğru, 2019; Romanowska, 2006, Gopal ve Rizvi, 2008; Liu ve ark., 2008). Ancak bu tip etkiler kurşun toksisitesine maruz kalan bitki türüne göre değişmektedir. Genel olarak klorofil b molekülü kurşuna klorofil a molekülüne göre daha duyarlıdır (Xiong ve ark., 2006).

5.6. Solunum Üzerindeki Etkileri

Fotosentetik bitkiler kurşun toksisitesine maruz kaldıkları zaman hem solunum reaksiyonları hem de ATP miktarı olumsuz etkilenmektedir (Alamri ve ark., 2018). Ancak kurşun toksisitesinin solunum aktivitesi üzerindeki etkileri fotosentez kadar ayrıntılı çalışılmamıştır (Seregin ve Ivanov, 2001). Benzer şekilde kurşun toksisitesi ile solunum arasındaki etkileşimler de köklerden çok yapraklarda araştırılmıştır. Kurşunun C3 bitkilerinde CO₂ asimilasyonunu kontrol eden rubiloz 1,5 bisfosfat karboksilaz/oksijenaz enziminin sadece karboksilasyon aktivitesini inhibe ettiği bildirilmiştir (Assche ve Clijsters, 1990). Bu sonuç bitkilerde fotorespirasyon olayının kurşun toksisitesinden etkilenmeksizin fotosentetik aktivitenin inhibe edildiğini göstermektedir. Parys ve ark. (1998), *Pisum sativum* yapraklarındaki CO₂ konsantrasyonunun, kurşun uygulamaları sonucunda muhtemelen fotosentetik aktivitenin azalıp solunum aktivitesinin artmasından dolayı artış gösterdiğini rapor etmiştir. Romanowska ve ark. (2002) kurşun toksisitesinin sadece mitokondriyal solunum reaksiyonlarını inhibe ettiğini ancak fotorespirasyonu etkilemediğini ileri sürmüştür. *Pisum sativum* ve *Hordeum vulgare*'nin yaprak protoplastlarında yapılan bir çalışmada ise kurşun toksisitesinin mitokondriyal solunumu ve ATP üretim hızını artırdığı rapor edilmiştir (Romanowska ve ark., 2006). Bu sonuç muhtemelen kurşun toksisitesine verilen metabolik cevapların ATP'ye bağımlı olabileceğini göstermektedir.

Kurşun, çinko, kadmiyum, kobalt ve nikel gibi divalent katyonların mitokondriyal membranlara bağlanarak elektron taşınımını ve fosforilasyon olayını inhibe ettiği belirlenmiştir (Romanowska ve ark., 2006). Romanowska ve ark. (2002) 5 mM Pb(NO₃)₂ uygulanan bazı C3 ve C4 bitkilerinin yapraklarında solunum hızının %20-50 oranında arttığını gözlemlemiştir. Kurşun uygulanan

bezelye bitkilerinden izole edilen mitokondrilerde, kontrol bitkilerinin mitokondrileri ile karşılaştırıldığında glisin, süksinik asit ve malik asit gibi substratların daha fazla oksitlenmiş durumda bulunduğu da belirlenmiştir (Romanowska ve ark., 2002).

5.7. Genotoksik Etkileri

Kurşunun bitkilerdeki toksisitesi belirli oranda sahip olduğu antimitotik etkisinden kaynaklanmaktadır (Shadid ve ark., 2011; Lyu ve ark., 2020). Kurşunun *Allium cepa* kök hücrelerinde konsantrasyona bağlı olarak antimitotik etkiye sahip olduğu uzun süre önce Hammett (1928) tarafından ortaya çıkarılmış, daha sonra ise ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır (Patra ve ark., 2004). *Vicia faba* köklerinde kurşunun mitotik evreyi kısalttığı, interfazın ve hücre siklusunun uzamasına yol açtığı belirlenmiştir (Patra ve ark., 2004). Bitkilerde kurşun toksisitesinin ilk evresi kurşun iyonlarının hücrel membranlara ve çeperlere bağlanmasıdır. Böylece bu yapılar mekanik olarak daha katı bir hale dönüşür ve hücre bölünmesi belli oranda inhibe edilir. İkinci basamak ise mitoz için oldukça önemli olan mikrotübüllerin bozulmasıdır. Kurşun toksisitesi aynı zamanda hücre bölünmesinin G2 ve M evrelerini inhibe ederek anormal hücrelerin oluşumuna neden olur. Bu durum kurşun iyonlarının siklinler gibi hücre siklusu ile ilgili olan proteinlerle doğrudan veya dolaylı etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır.

Antimitotik mekanizmanın tersine kurşunun genotoksik etkilere yol açtığı mekanizmalar oldukça komplekstir ve tam olarak anlaşılabilmiştir. Kurşunun düşük konsantrasyonlarda mitoz bölünme üzerinde belirgin bir etkisi yoktur. Ancak anafaz evresinde kromozomal köprülerin oluşumu (aberasyon), mayoz sırasında asentrik fragmentlerin kaybı, kromozomal fragmentasyon ve mikronukleus oluşumu gibi etkileri söz konusudur (Patra ve ark., 2004; Marcato ve ark., 2009; Barbosa ve ark., 2010). Kurşunun bitki hücrelerinde mikrotübül ağını bozarak kromozom aberasyonlarına yol açtığı sanılmaktadır. Yapılan in vitro araştırmalar kurşunun DNA zincirlerinde kırılmalara yol açtığını da ortaya çıkarmıştır (Rucinska ve ark., 2004; Gichner ve ark., 2008; Shadid ve ark., 2011). Malecka ve ark. (2008) kurşunun nükleusa girerek direkt olarak DNA'ya ya da dolaylı olarak proteinlere bağlandığını belirlemiştir. Kurşun iyonları DNA'ya bağlandıktan sonra DNA'nın onarım ve replikasyon mekanizmasını bozmaktadır.

5.8. Oksidatif Stres ve Lipid Peroksidasyonu Üzerine Etkileri

Bitki hücrelerinin kloroplastlarında normal hücrel metabolizmanın bir sonucu olarak moleküler oksijenin indirgenmesi ve pigmentlerin eksitasyonu sırasında çeşitli aktif oksijen türleri (AOT) meydana gelebilmektedir. Çeşitli çevresel stres faktörlerine maruz kalan bitkilerde süperoksit radikali, hidroksil radikali ve hidrojen peroksit gibi AOT'lerin oluşum hızında artış meydana gelmektedir. Aerobik canlıların hücrelerindeki AOT oluşumu oksidatif strese neden olmaktadır. Kurşun da dahil birçok ağır metal bitkilerde oksidatif strese yol

açabilmektedir (Pourrut ve ark., 2008; Yadav, 2010; Singh ve ark., 2010; Dias ve ark., 2019). Ancak oluşan oksidatif stresin boyutu bitki türüne, metal tipine, metal konsantrasyonuna ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. AOT'lerin oluşum hızı antioksidant sistemin kapasitesini aştığı zaman bu AOT'ler nükleik asitler, proteinler ve lipidler gibi çeşitli hücrel bileşenlerle reaksiyona girmeye başlamakta ve sonuçta onarılamaz metabolik hasarlar ve hatta hücre ölümleri meydana gelmektedir (Reddy ve ark., 2005; Hu ve ark., 2007; Yadav, 2010).

Kurşun farklı hücre membranlarının lipid kompozisyonunda önemli değişimlere yol açmaktadır (Liu ve ark., 2008; Singh ve ark., 2010). Polidoymamış yağ asitleri ve bunların esterleri AOT'lere karşı oldukça duyarlı moleküllerdir (Dey ve ark., 2007). AOT'ler doymamış yağ asiterinin yapısından bir hidrojen atomu çıkararak lipid radikallerinin ve reaktif aldehytlerin oluşumuna ve sonuçta hücrel membranların yapısında bozulmalara neden olmaktadır (Mishra ve ark., 2006). Malkowski ve ark. (2002) kurşunun mısır bitkilerinin hücre membranlarında lipid içeriğini değiştirdiğini ve hücrelerin potasyum kaybetmelerine yol açtığını rapor etmiştir. Kurşun toksisitesinin birçok bitki türünde lipid peroksidasyonunu indüklediği ve membranların doymamış yağ asidi içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Singh ve ark., 2010).

Kurşun elementinin bitkiler üzerindeki etkileri Şekil 2'de özetlenmiştir:



Şekil 2. Kurşun elementinin bitkiler üzerindeki genel etkileri (Sharma ve Dubey, 2005).

6. Bitkilerde Kurşun Tolerans Mekanizmaları

6.1. Pasif Mekanizmalar

Az miktarda kurşun bile kök hücrelerinin membranlarına pantere olduğunda, kurşun çeşitli hücrel bileşenlerle etkileşime girerek çeperlerin kalınlığının artmasına yol açmaktadır (Krzeslowska ve ark., 2010). Pektin bitkilerde hücre çeperinin yapısal bileşenlerinden biridir. Pektinlerin yapısında bulunan karboksil grupları ile

kurşun arasında meydana gelen kompleksleşmenin bitkilerin kurşun toksisitesine tolerans geliştirmesini sağlayan en önemli etkileşim olduğu belirtilmiştir (Meyers ve ark., 2008; Jiang ve Liu, 2010).

6.2. İndüklenebilir Mekanizmalar

Yapılan birçok araştırma bitki hücrelerinde metal detoksifikasyonu konusunda önemli role sahip olan taşıyıcı proteinlerin varlığını ortaya çıkarmıştır (Meyers ve ark., 2008; Vadas ve Ahner, 2009; Maestri ve ark., 2010). Mayada ekspreslenen insan divalent metal taşıyıcısının (DMT1) bitkilerde pH değerine bağlı bir prosesle kurşun iyonlarını taşıdığı gösterilmiştir (Bressler ve ark., 2004). Benzer şekilde AtATM3 ve AtADPR12 gibi Arabidopsis bitkisinin ATP bağlayıcı bölgesindeki ATP bağlayıcı kaset (ABC) proteinlerinin kurşun toleransı ile ilgili olduğu da ortaya çıkarılmıştır (Kim ve ark., 2006; Cao ve ark., 2008). Liu ve ark. (2009) bu taşıyıcılara ait genlerin ekspresyonunun kurşunla stimüle edildiğini rapor etmiştir.

Bitkilerde hücrel tecrit ya da alıkoyma mekanizmasının ağır metal detoksifikasyonu ve homeostasisinin sağlanmasında oldukça önemli olduğu bilinmektedir (Maestri ve ark., 2010). Bu mekanizmaya göre kurşun iyonları bazı organik maddelere bağlandıktan sonra vakuol, diktiyozom ve endoplazmik retikulum vesikülleri gibi bölgelerde alıkonulmaktadır (Piechalak ve ark., 2002; Vadas ve Ahnar, 2009; Wierzbicka ve ark., 2007).

Sistein ve glutasyon bitkilerdeki enzimatik olmayan antioksidant moleküller arasındadır. Kurşun toksisitesi altındaki Arabidopsis thaliana bitkilerinde sistein miktarının arttığı belirlenmiştir (Liu ve ark., 2009). Glutasyon bitkileri kurşunun neden olduğu AOT'lerin zararlı etkilerine karşı korumaktadır (Verbruggen ve ark., 2009). Ayrıca glutasyonla ilgili proteinler ağır metal detoksifikasyonu ve homeostasisinin sağlanmasında önemli olan fitoşelatinlerin sentezi için önemli substratlardır (Liu ve ark., 2009). Kurşun toksisitesi altındaki bitki türlerinde glutasyon peroksidaz, glutasyon redüktaz, glutasyon sentetaz ve glutamilsistein sentetaz gibi enzimlerin genlerinin indüklendiği belirlenmiştir. Glutasyon aynı zamanda membran ve proteinlerin uğradığı hasarın azaltılmasından sorumlu olan prolin sentezinin de stimülasyonunu sağlamaktadır (Liu ve ark., 2009). Gupta ve ark. (2010) glutasyon molekülünün fitoşelatinlerin etkisiz kaldıkları durumlarda bitki hücrelerinde kurşun toksisitesine karşı koruma sağladığını bildirmiştir.

Fitoşelatinler ve metalotioneinler bitki hücrelerindeki metal bağlayıcı ligandlar olarak karakterize edilmiştir. Bu ligandlar sistein bakımından zengin olan ve ağır metal bağlayan düşük moleküler ağırlığa sahip olan protein molekülleridir (Maestri ve ark., 2010; Brunet ve ark., 2009; Gupta ve ark., 2010). Tiol yapısındaki biyolojik olarak aktif olan bu moleküller bitki hücrelerinde oksidatif stresin yol açtığı hasarlara karşı koruyucu fonksiyona sahiptir (Gupta ve ark., 2010). Kurşun toksisitesinin bitki hücrelerinde fitoşelatin sentez hızını ve fitoşelatin sentez aktivitesini artırdığı belirlenmiştir

(Vadas ve Ahner, 2009; Singh ve ark., 2010). Fitoşelatınler çözünür kurşunu bağlayarak vakuollere ve kloroplastlara taşınmadan önce sitoplazmada alıkonulmasını sağlamaktadır (Jiang ve Liu, 2010).

6.3. Antioksidant Enzimler

Bitkiler AOT'lerin neden olduğu oksidatif hasardan korunmalarını sağlayan ve hücrelerin belirli bölgelerinde bulunan antioksidant enzimlere sahiptir (Gupta ve ark.,2010). Kurşun toksisitesi bu tip antioksidant enzimlerin sentezini ve aktivitesini, kurşun bileşiğinin tipine, bitki türüne, stresin süresine ve yoğunluğuna bağlı olarak indükleyebilir veya inhibe edebilir (Singh ve ark., 2010; Doğru, 2020). Kurşun iyonlarının enzimlerin yapısındaki sülfidril gruplarına olan yüksek afinitesi enzim inhibisyonunun temel sebepleri arasındadır (Gupta ve ark., 2009). Bu durum rubiloz 1,5 bisfosfat karboksilaz/oksigenaz ve mitrat redüktazı da içeren yüzden fazla enzim için geçerlidir. Enzim inaktivasyonunun diğer bir sebebi ise kurşun iyonlarının enzim proteinlerinin katalitik bölgesine bağlanarak proteinin tersiyer yapısını değiştirmesidir. Kurşun aynı zamanda proteinlerin karboksil gruplarına bağlanarak enzim inaktivasyonuna yol açmaktadır (Gupta ve ark., 2009, 2010). Kurşun aynı zamanda bakır, çinko ve mangan gibi bazı enzimler için gerekli olan mineral maddelerin bitkiler tarafından alınmasını inhibe ederek metaloenzimleri inhibe edebilir. Kurşun ve diğer bazı divalent katyonlar bu metallerle yer değiştirerek enzimleri inaktif hale getirebilir (Gupta ve ark., 2009).

Mekanizması henüz tam olarak bilinmemesine rağmen, kurşun toksisitesi bazı durumlarda bu enzimlerin aktivitesini artırabilir. Seregin ve Ivanov (2001) kurşunun gen ekspresyonunu artırarak veya inhibitör moleküllerin etkisini ortadan kaldırarak enzimlerin aktivitesini artırabileceğini bildirmiştir. Antioksidant enzimler ağır metal stresi altındaki bitkilerde üretim hızı artan AOT'lerin detoksifikasyonundan sorumludur (Mishra ve ark., 2006). Bu enzimlerden biri olan süperoksit dismutaz bir metaloenzimdir ve süperoksit radikallerinin hidrojen peroksit ve oksijene dismutasyonunu sağlayan reaksiyonu katalizlemektedir (Gupta ve ark., 2009). Böylece bitki hücrelerindeki süperoksit konsantrasyonu kontrol altında tutulmaktadır. Oluşan hidrojen peroksit oldukça kuvvetli oksidant bir bileşiktir ve askorbat-glutatyon döngüsündeki askorbat peroksidaz ve sitoplazmadaki katalaz enzimi ile detoksifiye edilir (Mishra ve ark., 2006).

7. Sonuç

Kurşun en yaygın çevresel kirleticilerden biridir. Bu nedenle birçok araştırma kurşunun biyojeokimyasal davranışlarını ve biyosfer üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmayı hedeflemektedir. Kurşun toprakta stabil kompleks bileşikler halinde bulunur. Kurşunun topraktaki akibeti toprakta bulunma formuna, çözünürlüğüne, mobilitesine, toprağın pH değerine, katyon değişim kapasitesine, topraktaki diğer katyonlara ve ligandların varlığına bağlıdır. Kurşun bitki dokularına

kök vasıtasıyla apoplastik yolu veya kalsiyum kanallarını kullanarak girer. Bitkiler topraktan aldıkları kurşunun büyük kısmını köklerde çok az kısmını ise yapraklarında bulundurur. Kurşun elementinin canlılar açısından herhangi bir biyolojik fonksiyonu yoktur. Yüksek kurşun konsantrasyonları bitkiler için toksik etkiye sahiptir. Kurşunun bitki dokularındaki birikimi bitki dokularında çeşitli AOT'lerin birikimine neden olduğu için toksik etkiye sahiptir. Bitkiler kurşun toksisitesine karşı sakınma ve detoksifikasyon mekanizmalarını kullanarak tolerans göstermeye çalışır. Bu mekanizmaların etkinliği bitkilerin kurşuna tolerans ve duyarlılık derecesini göstermektedir.

Çıkar İlişkisi

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Bu çalışma Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje numarası: 2011-50-01-026).

Kaynaklar

- Afiy DG, Abdel-Satar AM. 2020. Risk assessment of heavy metal pollution in water, sediment and plants in the Nile River in the Cairo region, Egypt. *Hydrobiol Studies*, 49: 1-12.
- Alamri SA, Siddiqui MH, Al-Khaishany MYY, Khan MN, Ali HM, Alaraidh IA, Alsahli AA, Al-Rabiah H, Mateen M. 2018. Ascorbic acid improves the tolerance of wheat plants to lead toxicity. *J. Plant Int*, 13(1): 409-419.
- Alexander PD, Alloway BJ, Dourado AM. 2006. Genotypic variations in the accumulation of Cd, Cu, Pb and Zn exhibited by six commonly grown vegetables. *Environ Pollut*, 144: 736-745.
- Andra SS, Datta R, Sarkar D, Sarkar D, Saminathan SK, Mullens CP, Bach SB. 2009. Analysis of phytochelatin complexes in the lead tolerant vetiver grass [*Vetiveria zizanioides* (L.)] using liquid chromatography and mass spectrometry. *Environ Pollut*, 157(7): 2173-2183.
- Arazi T, Sunkar R, Kaplan B, Fromm H. 1999. A tobacco plasma membrane calmodulin-binding transporter confers Ni²⁺ tolerance and Pb²⁺ hypersensitivity in transgenic plants. *Plant J*, 20: 171-182.
- Arias JA, Peralta-Videa JR, Ellzey JT, Ren M, Viveros MN, Gardea-Torresdey JL. 2010. Effects of *Glomus deserticola* inoculation on *Prosopis*: enhancing chromium and lead uptake and translocation as confirmed by X-ray mapping, ICP-OES and TEM techniques. *Environ Exp Bot*, 68(2): 139-148.
- Arshad M, Silvestre J, Pinelli E, Kallerhoff J, Kaemmerer M, Tarigo A, Shahid M, Guiesse M, Pradere P, Dumat C. 2008. A field study of lead phytoextraction by various scented *Pelargonium* cultivars. *Chemosphere*, 71(11): 2187-2192.
- Assche F, Clijsters H. 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants. *Plant Cell Environ*, 13(3): 195-206.
- Atici Ö, Agar G, Battal P. 2005. Changes in phytohormone contents in chickpea seeds germinating under lead or zinc stress. *Biol Plantarum*, 49(2): 215-222.
- Barbosa J, Cabral T, Ferreira D, Agnez-Lima L, Batistuzzo de Medeiros S. 2010. Genotoxicity assessment in aquatic environment impacted by the presence of heavy metals. *Ecotoxicol Environ Saf*, 73(3): 320-325.

- Barceló J, Poschenrieder C. 1990. Plant water relations as affected by heavy metal stress: a review. *J Plant Nutr*, 13(1): 1–37.
- Barrutia O, Garbisu C, Hernández-Allica J, García-Plazaola JL, Becerril JM. 2010. Differences in EDTA-assisted metal phytoextraction between metalicolous and non-metallicolous accessions of *Rumex acetosa* L. *Environ Pollut*, 158(5): 1710–1715.
- Bi X, Ren L, Gong M, He Y, Wang L, Ma Z. 2010. Transfer of cadmium and lead from soil to mangoes in an uncontaminated area, Hainan Island, China. *Geoderma*, 155(1–2): 115–120.
- Bressler JP, Olivi L, Cheong JH, Kim Y, Bannona D. 2004. Divalent metal transporter 1 in lead and cadmium transport. *Ann N Y Acad Sci*, 1012: 142–152.
- Brunet J, Varrault G, Zuily-Fodil Y, Repellin A. 2009. Accumulation of lead in the roots of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) plants triggers systemic variation in gene expression in the shoots. *Chemosphere*, 77(8): 1113–1120.
- Cao X, Ma LQ, Singh SP, Zhou Q. 2008. Phosphate-induced lead immobilization from different lead minerals in soils under varying pH conditions. *Environ Pollut*, 152(1): 184–192.
- Cecchi M, Dumat C, Alric A, Felix-Faure B, Pradere P, Guisresse M. 2008. Multi-metal contamination of a calcic cambisol by fallout from a lead-recycling plant. *Geoderma*, 144(1–2): 287–298.
- Chatterjee C, Dube BK, Sinha P, Srivastava P. 2004. Detrimental effects of lead phytotoxicity on growth, yield, and metabolism of rice. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 35(1–2): 255–265.
- Chen C, Tian T, Wang MK, Wang G. 2016. Release of Pb in soils washed with various extractants. *Geoderma*, 275: 74–81.
- Dey SK, Dey J, Patra S, Pothal D. 2007. Changes in the antioxidative enzyme activities and lipid peroxidation in wheat seedlings exposed to cadmium and lead stress. *Braz J Plant Physiol*, 19(1): 53–60.
- Dias MC, Ponte NM, Santos C. 2019. Lead induces oxidative stress in *Pisum sativum* plants and changes the level of phytohormones with antioxidant activity. *Plant Physiol Biochem*, 137: 121–129.
- Doğru A. 2019. Bazı arpa genotiplerinde kurşun toleransının klorofil a floresansı ile değerlendirilmesi. *JONAS*, 2(2): 228–238.
- Doğru A. 2020. Antioxidant responses of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes to lead toxicity. *Biologia*, <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00516-9>
- Dumat C, Quenea K, Bermond A, Toinen S, Benedetti MF. 2006. Study of the trace metal ion influence on the turnover of soil organic matter in cultivated contaminated soils. *Environ Pollut*, 142(3): 521–529.
- Elzbieta W, Miroslawa C. 2005. Lead-induced histological and ultrastructural changes in the leaves of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Soil Sci Plant Nutr*, 51(2): 203–212.
- Garcia JS, Gratão PL, Azevedo RA, Arruda MAZ. 2006. Metal contamination effects on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth and protein expression in leaves during development. *J Agric Food Chem*, 54(22): 8623–8630.
- Ghani A, Hussain M, Ikram M, Hameed T. 2016. Toxic effect of lead on germination and seedling growth of *Brassica campestris* L. *Int J Geol Earth Environ Sci*, 6(2): 45–48.
- Gichner T, Znidar I, Száková J. 2008. Evaluation of DNA damage and mutagenicity induced by lead in tobacco plants. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*, 652(2): 186–190.
- Ginn BR, Szymanowski JS, Fein JB. 2008. Metal and proton binding onto the roots of *Fescue rubra*. *Chem Geol*, 253(3–4): 130–135.
- Gopal R, Rizvi AH. 2008. Excess lead alters growth, metabolism and translocation of certain nutrients in radish. *Chemosphere* 70(9): 1539–1544.
- Grover P, Rekhadevi P, Danadevi K, Vuyyuri S, Mahboob M, Rahman M. 2010. Genotoxicity evaluation in workers occupationally exposed to lead. *Int J Hyg Environ Health*, 213(2): 99–106.
- Gupta D, Huang H, Yang X, Razafindrabe B, Inouhe M. 2010. The detoxification of lead in *Sedum alfredii* H. is not related to phytochelatins but the glutathione. *J Hazard Mater*, 177(1–3): 437–444.
- Gupta D, Nicoloso F, Schetinger M, Rossato L, Pereira L, Castro G, Srivastava S, Tripathi R. 2009. Antioxidant defense mechanism in hydroponically grown *Zea mays* seedlings under moderate lead stress. *J Hazard Mater*, 172(1): 479–484.
- Hammett FS. 1928. Studies in the biology of metals. *Protoplasma*, 5(1): 535–542.
- Hirsch RE, Lewis BD, Spalding EP, Sussman MR. 1998. A role for the AKT1 potassium channel in plant nutrition. *Science*, 280(5365): 918–921.
- Hu J, Shi G, Xu Q, Wang X, Yuan Q, Du K. 2007. Effects of Pb²⁺ on the active oxygen scavenging enzyme activities and ultrastructure in *Potamogeton crispus* leaves. *Russ J Plant Physiol*, 54(3): 414–419.
- Huang JW, Cunningham SD. 1996. Lead phytoextraction: species variation in lead uptake and translocation. *New Phytol*, 134: 75–84.
- Islam E, Liu D, Li T, Yang X, Jin X, Mahmood Q, Tian S, Li J. 2008. Effect of Pb toxicity on leaf growth, physiology and ultrastructure in the two ecotypes of *Elsholtzia argyi*. *J Hazard Mater*, 154(1–3): 914–926.
- Islam E, Yang X, Li T, Liu D, Jin X, Meng F. 2007. Effect of Pb toxicity on root morphology, physiology and ultrastructure in the two ecotypes of *Elsholtzia argyi*. *J Hazard Mater*, 147(3): 806–816.
- Jiang W, Liu D. 2010. Pb-induced cellular defense system in the root meristematic cells of *Allium sativum* L. *BMC Plant Biol*, 10: 40–40.
- Kim D, Bovet L, Kushnir S, Noh EW, Martinoia E, Lee Y. 2006. AtATM3 is involved in heavy metal resistance in *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 140(3): 922–932.
- Kim YY, Yang YY, Lee Y. 2002. Pb and Cd uptake in rice roots. *Physiol Plantarum*, 116: 368–372.
- Kohler C, Merkle T, Neuhaus G. 1999. Characterisation of a novel gene family of putative cyclic nucleotide- and calmodulin-regulated ion channels in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J*, 18(1): 97–104.
- Kohli SK, Handa N, Sharma A, Gautam V, Arora S, Bhardwaj R, Alyemeni MN, Wijaya L, Ahmad P. 2018. Combined effect of 24-epibrassinolide and salicylic acid mitigates lead (Pb) toxicity by modulating various metabolites in *Brassica juncea* L. seedlings. *Protoplasma*, 255, 11–24.
- Komjarova I, Blust R. 2009. Effect of Na, Ca and pH on simultaneous uptake of Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn in the water flea *Daphnia magna* measured using stable isotopes. *Aquat Toxicol*, 94(2): 81–86.
- Kopittke PM, Asher CJ, Kopittke RA, Menzies NW. 2007. Toxic effects of Pb²⁺ on growth of cowpea (*Vigna unguiculata*). *Environ Pollut*, 150(2): 280–287.
- Kopittke PM, Asher CJ, Kopittke RA, Menzies NW. 2008. Prediction of Pb speciation in concentrated and dilute nutrient solutions. *Environ Pollut*, 153(3): 548–554.
- Kosobrukhov A, Knyazeva I, Mudrik V. 2004. Plantago major plants responses to increase content of lead in soil: growth and photosynthesis. *Plant Growth Regul*, 42(2): 145–151.
- Kovalchuk I, Titov V, Hohn B, Kovalchuk O. 2005. Transcriptome profiling reveals similarities and differences in plant responses

- to cadmium and lead. *Mutat Res: Fundam Mol Mech Mutagen*, 570(2): 149–161.
- Krzesłowska M, Lenartowska M, Mellerowicz EJ, Samardakiewicz S, Wozny A. 2009. Pectinous cell wall thickenings formation—a response of moss protonemata cells to lead. *Environ Exp Bot*, 65(1): 119–131.
- Krzesłowska M, Lenartowska M, Samardakiewicz S, Bilski H, Wozny A. 2010. Lead deposited in the cell wall of *Funaria hygrometrica* protonemata is not stable—a remobilization can occur. *Environ Pollut*, 158(1): 325–338.
- Lane SD, Martin ES. 1977. A histochemical investigation of lead uptake in *Raphanus sativus*. *New Phytol*, 79(2): 281–286.
- Lawal O, Sanni A, Ajayi I, Rabiou O. 2010. Equilibrium, thermodynamic and kinetic studies for the biosorption of aqueous lead(II) ions onto the seed husk of *Calophyllum inophyllum*. *J Hazard Mater*, 177(1–3): 829–835.
- Liao Y, Chien SC, Wang M, Shen Y, Hung P, Das B. 2006. Effect of transpiration on Pb uptake by lettuce and on water soluble low molecular weight organic acids in rhizosphere. *Chemosphere*, 65(2): 343–351.
- Liu D, Li T, Jin X, Yang X, Islam E, Mahmood Q. 2008. Lead induced changes in the growth and antioxidant metabolism of the lead accumulating and non-accumulating ecotypes of *Sedum alfredii*. *J Integr Plant Biol*, 50(2): 129–140.
- Liu T, Liu S, Guan H, Ma L, Chen Z, Gu H. 2009. Transcriptional profiling of *Arabidopsis* seedlings in response to heavy metal lead (Pb). *Environ Exp Bot*, 67(2): 377–386.
- Liu X, Peng K, Wang A, Lian C, Shen Z. 2010. Cadmium accumulation and distribution in populations of *Phytolacca americana* L. and the role of transpiration. *Chemosphere*, 78(9): 1136–1141.
- López ML, Peralta-Videa JR, Benitez T, Duarte-Gardea M, Gardea-Torresdey JL. 2007. Effects of lead, EDTA, and IAA on nutrient uptake by alfalfa plants. *J Plant Nutr*, 30(8): 1247–1261.
- Lyu G, Li D, Li S, Ning C, Qin R. 2020. Genotoxic effects and proteomic analysis on *Allium cepa* var. *agrogarum* L. root cells under Pb stress. *Ecotoxicol*, 29: 959–972.
- Maestri E, Marmiroli M, Visioli G, Marmiroli N. 2010. Metal tolerance and hyperaccumulation: costs and trade-offs between traits and environment. *Environ Exp Bot*, 68(1): 1–13.
- Małecka A, Piechalak A, Morkunas I, Tomaszewska B. 2008. Accumulation of lead in root cells of *Pisum sativum*. *Acta Physiol Plant*, 30(5): 629–637.
- Małkowski E, Kita A, Galas W, Karcz W, Kuperberg JM. 2002. Lead distribution in corn seedlings (*Zea mays* L.) and its effect on growth and the concentrations of potassium and calcium. *Plant Growth Regul*, 37(1): 69–76.
- Marcato-Romain C, Guiesse M, Cecchi M, Cotellet S, Pinelli E. 2009. New direct contact approach to evaluate soil genotoxicity using the *Vicia faba* micronucleus test. *Chemosphere*, 77(3): 345–350.
- Martinez MS, Galante PM, Plata IH, Morales AF, Hernandez LO, Trujillo KF, Quintana FR, Sanchez ET. 2020. Heavy metal bioaccumulation and morphological changes in *Vachellia campechiana* (Fabaceae) reveal its potential for phytoextraction of Cr, Cu, and Pb in mine tailings. *Environ Sci Pollut Res*, 27: 11260–11276.
- Meyers DER, Auchterlonie GJ, Webb RI, Wood B. 2008. Uptake and localisation of lead in the root system of *Brassica juncea*. *Environ Pollut*, 153(2): 323–332.
- Mishra S, Srivastava S, Tripathi R, Kumar R, Seth C, Gupta D. 2006. Lead detoxification by coontail (*Ceratophyllum demersum* L.) involves induction of phytochelatin and antioxidant system in response to its accumulation. *Chemosphere*, 65(6): 1027–1039.
- Orenes AL, Dias MC, Ferrer MA, Calderon A, Pereira JM, Correia C, Santos C. 2018. Different mechanisms of metalliferous *Zygophyllum fabago* and roots to cope with Pb toxicity. *Environ Sci Pollut Res*, 25: 1319–1330.
- Padmavathiamma PK, Li LY. 2010. Phytoavailability and fractionation of lead and manganese in a contaminated soil after application of three amendments. *Bioresour Technol*, 101(14): 5667–5676.
- Pais I, Jones JB. 2000. The handbook of trace elements. Saint Lucie Press, Boca Raton, FL, p 223.
- Parys E, Romanowska E, Siedlecka M, Poskuta J. 1998. The effect of lead on photosynthesis and respiration in detached leaves and in mesophyll protoplasts of *Pisum sativum*. *Acta Physiol Plant*, 20(3): 313–322.
- Patra M, Bhowmik N, Bandopadhyay B, Sharma A. 2004. Comparison of mercury, lead and arsenic with respect to genotoxic effects on plant systems and the development of genetic tolerance. *Environ Exp Bot*, 52(3): 199–223.
- Piechalak A, Tomaszewska B, Baralkiewicz D, Malecka A. 2002. Accumulation and detoxification of lead ions in legumes. *Phytochem*, 60(2): 153–162.
- Piotrowska A, Bajguz A, Godlewska-Zylkiewicz B, Czerpak R, Kaminska M. 2009. Jasmonic acid as modulator of lead toxicity in aquatic plant *Wolffia arrhiza* (Lemnaceae). *Environ Exp Bot*, 66(3): 507–513.
- Pourrut B, Perchet G, Silvestre J, Cecchi M, Guiesse M, Pinelli E. 2008. Potential role of NADPH-oxidase in early steps of lead-induced oxidative burst in *Vicia faba* roots. *J Plant Physiol*, 165(6): 571–579.
- Punamiya P, Datta R, Sarkar D, Barber S, Patel M, Das P. 2010. Symbiotic role of *glomus mosseae* in phytoextraction of lead in vetiver grass [*Chrysopogon zizanioides* (L.)]. *J Hazard Mater*, 177(1–3): 465–474.
- Qureshi M, Abidin M, Qadir S, Iqbal M. 2007. Lead-induced oxidative stress and metabolic alterations in *Cassia angustifolia* Vahl. *Biol Plantarum*, 51(1): 121–128.
- Reddy AM, Kumar SG, Jyothsnakumari G, Thimmanaik S, Sudhakar C. 2005. Lead induced changes in antioxidant metabolism of horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.) and bengalgram (*Cicer arietinum* L.). *Chemosphere*, 60(1): 97–104.
- Roelfsema MRG, Hedrich R. 2005. In the light of stomatal opening: new insights into 'the Watergate'. *New Phytol*, 167(3): 665–691.
- Romanowska E, Igamberdiev AU, Parys E, Gardeström P. 2002. Stimulation of respiration by Pb²⁺ in detached leaves and mitochondria of C3 and C4 plants. *Physiol Plant*, 116(2): 148–154.
- Romanowska E, Wróblewska B, Drozak A, Siedlecka M. 2006. High light intensity protects photosynthetic apparatus of pea plants against exposure to lead. *Plant Physiol Biochem*, 44(5–6): 387–394.
- Rucinska R, Sobkowiak R, Gwózdź EA. 2004. Genotoxicity of lead in lupin root cells as evaluated by the comet assay. *Cell Mol Biol Lett*, 9(3): 519–528.
- Sammut M, Noack Y, Rose J, Hazemann J, Proux O, Depoux Ziebel M, Fiani E. 2010. Speciation of Cd and Pb in dust emitted from sinter plant. *Chemosphere*, 78(4): 445–450.
- Sengar RS, Gautam M, Sengar RS, Sengar RS, Garg SK, Sengar K, Chaudhary R. 2009. Lead stress effects on physiobiochemical activities of higher plants. *Rev Environ Contam Toxicol*, 196: 1–21.
- Seregin IV, Ivanov VB. 2001. Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants. *Russ J Plant Physiol*,

- 48(4): 523–544.
- Seregin IV, Shpigun LK, Ivanov VB. 2004. Distribution and toxic effects of cadmium and lead on maize roots. *Russ J Plant Physiol*, 51(4): 525–533.
- Shahid M, Pinelli E, Pourrut B, Silvestre J, Dumat C. 2011. Lead-induced genotoxicity to *Vicia faba* L. roots in relation with metal cell uptake and initial speciation. *Ecotoxicol Environ Saf*, 74(1): 78–84.
- Sharma P, Dubey RS. 2005. Lead toxicity in plants. *Braz J Plant Physiol*, 17(1): 35–52.
- Singh R, Tripathi RD, Dwivedi S, Kumar A, Trivedi PK, Chakrabarty D. 2010. Lead bioaccumulation potential of an aquatic macrophyte *Najas indica* are related to antioxidant system. *Bioresour Technol*, 101: 3025–3032.
- Sinha P, Dube B, Srivastava P, Chatterjee C. 2006. Alteration in uptake and translocation of essential nutrients in cabbage by excess lead. *Chemosphere*, 65(4): 651–656.
- Steffan JJ, Brevik EC, Burges LC, Cerda A. 2018. The effect of soil on human health: an overview. *Eur J Soil Sci*, 69: 159–171.
- Tabelin C, Igarashi T. 2009. Mechanisms of arsenic and lead release from hydrothermally altered rock. *J Hazard Mater*, 169(1–3): 980–990.
- Tomulescu IM, Radoviciu EM, Merca VV, Tuduce AD. 2004. Effect of copper, zinc and lead and their combinations on the germination capacity of two cereals. *J Agric Sci*, 15.
- Tung G, Temple PJ. 1996. Uptake and localization of lead in corn (*Zea mays* L.) seedlings, a study by histochemical and electron microscopy. *Sci Total Environ*, 188(2–3): 71–85.
- Uzu G, Sobanska S, Aliouane Y, Pradere P, Dumat C. 2009. Study of lead phytoavailability for atmospheric industrial micronic and sub-micronic particles in relation with lead speciation. *Environ Pollut*, 157(4): 1178–1185.
- Uzu G, Sobanska S, Sarret G, Munoz M, Dumat C. 2010. Foliar lead uptake by lettuce exposed to atmospheric fallouts. *Environ Sci Technol*, 44: 1036–1042.
- Vadas TM, Ahner BA. 2009. Cysteine- and glutathione-mediated uptake of lead and cadmium into *Zea mays* and *Brassica napus* roots. *Environ Pollut*, 157(8–9): 2558–2563.
- Vega F, Andrade M, Covelo E. 2010. Influence of soil properties on the sorption and retention of cadmium, copper and lead, separately and together, by 20 soil horizons: comparison of linear regression and tree regression analyses. *J Hazard Mater*, 174(1–3): 522–533.
- Verbruggen N, Hermans C, Schat H. 2009. Molecular mechanisms of metal hyperaccumulation in plants. *New Phytol*, 181: 759–776.
- Wang H, Shan X, Wen B, Owens G, Fang J, Zhang S. 2007. Effect of indole-3-acetic acid on lead accumulation in maize (*Zea mays* L.) seedlings and the relevant antioxidant response. *Environ Exp Bot*, 61(3): 246–253.
- Wierzbicka MH, Przedpeńska E, Ruzik R, Ouerdane L, Połec-Pawlak K, Jarosz M, Szpunar J, Szakiel A. 2007. Comparison of the toxicity and distribution of cadmium and lead in plant cells. *Protoplasma*, 231(1): 99–111.
- Wojas S, Ruszczynska A, Bulska E, Wojciechowski M, Antosiewicz DM. 2007. Ca²⁺-dependent plant response to Pb²⁺ is regulated by LCT1. *Environ Pollut*, 147(3): 584–592.
- Xiong Z, Zhao F, Li M. 2006. Lead toxicity in *Brassica pekinensis* Rupr.: effect on nitrate assimilation and growth. *Environ Toxicol*, 21(2): 147–153.
- Yadav S. 2010. Heavy metals toxicity in plants: an overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. *S Afr J Bot*, 76(2): 167–179.
- Yan ZZ, Ke L, Tam NFY. 2010. Lead stress in seedlings of *Avicennia marina*, a common mangrove species in South China, with and without cotyledons. *Aquat Bot*, 92(2): 112–118.
- Zaier H, Ghnaya T, Ben Rejeb K, Lakhdar A, Rejeb S, Jemal F. 2010. Effects of EDTA on phytoextraction of heavy metals (Zn, Mn and Pb) from sludge-amended soil with *Brassica napus*. *Bioresour Technol*, 101(11): 3978–3983.
- Zhang Y, Deng B, Li Z. 2018. Inhibition of NADPH oxidase increases defense enzyme activities and improves maize seed germination under Pb stress. *Ecotoxicol Environ Safety*, 158: 187–192.



Review

Volume 3 - Issue 4: 340-343 / October 2020

REVIEW ON CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND MITIGATION PRACTICES IN ETHIOPIAN AGRICULTURE SECTOR

Wudu Abiye ABEBAW^{1*}

¹Sirinka Agricultural Research Center (SARC), P.O. Box- 74, Woldia, Ethiopia

Received: February 26, 2020; **Accepted:** September 01, 2020; **Published:** October 01, 2020


Abstract

Climate change is widely considered to be one of the greatest challenges to modern human civilization that has profound socioeconomic and environmental impacts. The main objective of this paper is to review climate change adaptation and mitigation measures or practice in agricultural sector (crop farming, agroforestry, fishing and aquaculture). Ethiopia has been identified as one of the most vulnerable countries to climate variability and change, and is frequently faced with climate-related hazards, commonly drought and floods. So there are so many climate change adaptation measures from those building defenses to protect coastal areas from rising seas, switching to drought or flood resistant crop varieties, and improving systems to warn of heat-waves, disease outbreaks, droughts and floods and also the migration measures are efforts to switch from fossil fuels to renewable energy sources such as wind and solar, or to improve energy efficiency. It also includes efforts to plant trees and protect forests, or to farm land in ways that prevent greenhouse gases from entering the atmosphere. Climate change mitigation generally involves reductions in human (anthropogenic) emissions of greenhouse gases (GHGs) Mitigation may also be achieved by increasing the capacity of carbon sinks, e.g., through reforestation. Impacts of climate change to crop sector include decreasing in both productivity/yield and cultivable land (in some crops like maize shifted from lowland areas to highland areas; while, barley since it is a highland crop, due to climate change its cultivable land diminished and productivity decreased) due to high temperature and water deficit. In addition, the water sector of the country gets impacted negatively by climate change by decreasing soil water, ground water and stream flow due to high evaporation in some areas. To alleviate these negative impacts of climate change, different climate change adaptation and mitigation strategies practiced in different areas of the country. Extreme weather events, combined with a low capacity to adapt to the adverse impacts of climate change, aggravate food security risks, due to shortage of rainwater/changes in rainfall patterns, exposed to flooding /erosion, declining soil fertility, decline in productivity, reduced yield, food insecurity.

Keywords: Climate change, Adaptation, Mitigation, Agricultural production

***Corresponding author:** Sirinka Agricultural Research Center (SARC) P.O. Box- 74, Woldia, Ethiopia

E mail: wuduabiye@gmail.com (W. A. ABEBAW)

Wudu Abiye ABEBAW  <https://orcid.org/0000-0003-0083-0090>

Cite as: Abebaw WA. 2020. Review on climate change adaptation and mitigation practices in Ethiopian agriculture sector. *BSJ Agri*, 3(4): 340-343.

1. Introduction

Climate change is widely considered to be one of the greatest challenges to modern human civilization that has profound socioeconomic and environmental impacts. Rapidly raising greenhouse gases, enhanced land and sea temperatures and increased frequency and magnitude of extreme events pose enormous risks to various economic activities and freshwater availability and affect the sustainability of agriculture and food security of billions of people around the world, especially in most developing countries where agriculture is the dominant sector of the economy (Sivakumar and Stefanski, 2018). Ethiopia is one of the developing countries in which agriculture is the main source of the economy (Kide, 2014).

According to IPCC (2007a) and Gashaw et al. (2014), developing countries like Ethiopia will be more vulnerable to climate change since its economy is depend on agriculture. Similarly, Kide (2014) states that Ethiopia is highly vulnerable to climate change and low capacity to adopt and perceived. High levels of poverty, rapid population growth, high level of reliance on rain-fed agriculture, high levels of environmental degradation, chronic food insecurity and frequent natural drought cycles increase climate change vulnerability in the country; and the most vulnerable sectors are agriculture, water and human health (Aklilu et al., 2009).

Ethiopia has been identified as one of the most vulnerable countries to climate variability and change, and is frequently faced with climate-related hazards, commonly drought and floods. The variability of rainfall and the increasing temperature were a cause for frequent drought and famine, and putting disastrous impact on the livelihood of the peoples (Nathnael and Gustavsson, 2017; Gashaw et al., 2014).

Ethiopian agriculture sector is negatively affected by climatic related disasters with drought and flood being the major one. Increasing temperature and rainfall variability in different parts of the country adversely affect the agricultural production of farmers. The country is highly depending on agriculture which had failed to meet the growing food demand because of the negative effect of climate changes on agricultural production (World Bank and Deressa Kebede, 2007).

To cope up and reduce the impact of climate change and enhance food security, mitigation and adaptation measures are meaningful strategies in Ethiopia where the impact of climate change on agriculture is high. Mitigation refers to any activities that reduce the overall concentration of greenhouse gases in the atmosphere. While, adaptation refers to activities that make people, ecosystems and infrastructure less vulnerable to the impacts of climate change (Gashaw et al., 2014; IPCC, 2007b).

Different studies have been carried out on the adaptation and mitigation practices in agriculture sector around the world in general (Sivakumar and Stefanski, 2018) in Ethiopia in particular (Gashaw et al, 2014) and different adaptation and mitigation measures to climate change in

agriculture are identified (Nathnael and Gustafson, 2017). And in Ethiopia in particular; and different adaptation and mitigation measures to climate change in agriculture are identified. Thus, the main objective of this review paper is to review the climate change adaptation and mitigation practices in Ethiopian agriculture sector.

2. Climate Change Adaptation and Mitigation Practices in Ethiopian Agriculture Sector

2.1. Basic Definitions and Concepts

2.1.1. Climate change

Climate change refers to a change in the state of the climate that can be identified by changes in the mean and/or the variability of its properties and that persists for an extended period, typically decades or longer (IPCC, 2007c).

Similarly, FAO (2009) defines climate change as a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activities that alter the composition of the global atmosphere and which are in addition to natural climate variability observed over comparable time period.

2.1.2. Climate change adaptation

Adaptation refers to activities that make people, ecosystems and infrastructure less vulnerable to the impacts of climate change. This includes things like building defenses to protect coastal areas from rising seas, switching to drought or flood resistant crop varieties, and improving systems to warn of heat-waves, disease outbreaks, droughts and floods (Gashaw et al., 2014).

Climate change adaptation is a response to global warming and climate change, that seeks to reduce the vulnerability of social and biological systems to relatively sudden change and thus offset the effects of global warming. According to (IPCC, 2007d) Adaptive capacity is closely linked to social and economic development The economic costs of adaptation to climate change are likely to cost billions of dollars annually for the next several decades, though the amount of money needed is unknown. Donor countries promised an annual \$100 billion by 2020 through the Green Climate Fund for developing countries to adapt to climate change.

2.1.3. Climate change mitigation

According to Gashaw et al. (2014), mitigation refers to any activities that reduce the overall concentration of greenhouse gases in the atmosphere. This includes efforts to switch from fossil fuels to renewable energy sources such as wind and solar, or to improve energy efficiency. It also includes efforts to plant trees and protect forests, or to farm land in ways that prevent greenhouse gases from entering the atmosphere.

IPCC (2007d) defines Mitigation as the technological change and substitution that reduce resource inputs and emissions per unit of output. Although several social, economic and technological policies would produce an emission reduction, with respect to climate change,

mitigation means implementing policies to reduce GHG emissions and enhance sinks.

Climate change mitigation consists of actions to limit the magnitude or rate of long-term climate change. Climate change mitigation generally involves reductions in human (anthropogenic) emissions of greenhouse gases (GHGs). Mitigation may also be achieved by increasing the capacity of carbon sinks, e.g., through reforestation. Examples of mitigation include phasing out fossil fuels by switching to low-carbon energy sources, such as renewable and nuclear energy, and expanding forests and other "sinks" to remove greater amounts of carbon dioxide from the atmosphere. Energy efficiency may also play a role for example, through improving the insulation of buildings. Another approach to climate change mitigation is climate engineering (IPPC, 2007).

2.2. Impact of Climate Change on Agriculture in Ethiopia

According to Bezu and Holden (2008) as cited in Kide (2014), agriculture is the back bone of the Ethiopian economy. In line with this climate is the key determinant factor for economic growth and development. This is due to the fact that most of population in Ethiopia is the dependence of rain-fed agriculture sector. Ethiopia is one of the countries that most vulnerable to climate change with the least capacity to respond. Food shortage and famine associated with rainfall variability cause a situation of high dependency on international food aid, and Ethiopia is one of the biggest food aid receipt countries in Africa. This is because of that agricultural production in

Ethiopia is adversely affected by climate change and weather variability's, which is decreasing crop yield, decrease in livestock feed availability, affecting animal health, expansion of tropical dry and expansion of desertification.

Nathnael and Gustavsson (2017) found that there are direct impacts of climate change to crops, livestock, and water as compared to other economic sectors in Ethiopia. Impacts of climate change to crop sector include decreasing in both productivity/yield and cultivable land (in some crops like maize shifted from lowland areas to highland areas; while, barley since it is a highland crop, due to climate change its cultivable land diminished and productivity decreased) due to high temperature and water deficit. In addition, the water sector of the country gets impacted negatively by climate change by decreasing soil water, ground water and stream flow due to high evapotranspiration in some areas. To alleviate these negative impacts of climate change, different climate change adaptation and mitigation strategies practiced in different areas of the country as reviewed below. Extreme weather events, combined with a low capacity to adapt to the adverse impacts of climate change, aggravate food security risks, due to shortage of rainwater/changes in rainfall patterns, exposed to flooding /erosion, declining soil fertility, decline in productivity, reduced yield, food insecurity (Aster, 2010).

2.3. Climate Change Adaptation and Mitigation Practices in Ethiopian Agriculture Sector

2.3.1. Climate change adaptation practices

Climate changes in response to rising temperatures, adaptation will be vital to reduce the impact of climate change (Aster, 2010). Climate change adaptation is a response to global warming and climate change, that seeks to reduce the vulnerability of social and biological systems to relatively sudden change and thus offset the effects of global warming promotion of alternative crops; developing new drought and heat-resistant varieties; more use of intercropping; using sustainable fertilizer and tillage practices; improved crop residue and weed management, use of water harvesting techniques; better pest and disease control for crops; implementing new or improving existing irrigation systems; improved livestock management; and more use of agroforestry practices are the adaptation measures that the agricultural sector can undertake to cope with future climate change (Sivakumar and Stefanski, 2018).

According to Kide (2014), changing crop variety, changing planting dates, mixed cropping, decrease number livestock, moving animals/temporary migration, change livestock feeds, soil and water management, planting trees, change animal breeds, seek off-farm employment, planting short season crop, and irrigation/water harvesting are some of climate change adaptation strategies that the farmers used to reduce the impact of climate change on agriculture.

Nathnael and Gustavsson (2017) found that changing planting dates, planting trees, adoption of drought tolerant and early maturing crops/varieties, increased use of soil and water conservation techniques and/or soil erosion prevention programs, diversification into non-farming activities, increased use of irrigation and/or use of irrigation techniques, the herd composition, applying different feed techniques, temporary or permanent migration, home-garden agriculture are the micro-level (farm level) climate change adaptation strategies to the agriculture sector in Ethiopia.

Similarly Gashaw et.al. (2014) found that mobility, adoption of drought-tolerant livestock species, and fodder production saving, diversification, wood sell, mobility, social interconnectedness and credits are the local coping mechanisms that are used to reduce the impacts of climate change in Ethiopia particularly in West Arsi Zone.

According to MoA (2008) of Ethiopia, livestock mobility; developed and improved water sources such as ponds, protect and manage dry season rangelands through customary institutions; promoting flood and rain water harvesting to address chronic water shortages; small scale irrigation schemes for fodder production and livestock watering; and rotation grazing and changing of the traditional feeding practices (cut and carry system) are the climate change adaptation mechanisms in water stress and feed shortage pastoralists areas in Ethiopia. Similarly, Kide (2014) found that crop diversification and the use of soil and water conservation practices,

integrated crop and livestock diversification, engaging in off-farm income activities and rain water harvesting are the climate variability and climate change adaptation strategies in Doba district, western Hararghe, Ethiopia.

2.3.2. Climate change mitigation practices

Climate change mitigation practices consist of actions to limit the magnitude or rate of long-term climate change. Climate change mitigation generally involves reductions in human (anthropogenic) emissions of greenhouse gases (GHGs). Mitigation may also be achieved by increasing the capacity of carbon sinks, e.g. through reforestation (Sivakumar and Stefanski, 2018).

According to Sivakumar and Stefanski (2018), improved crop and grazing land management to increase soil carbon storage; restoration of cultivated peaty soils and degraded lands; improved rice cultivation techniques and livestock and manure management to reduce CH₄ emissions; improved nitrogen fertilizer application techniques to reduce N₂O emissions; and improved energy efficiency are the key mitigation technologies in agriculture.

Nathnael and Gustavsson (2017) found that reducing expansion of cultivated land through agricultural intensification (increasing productivity by reducing Green House Gas (GHG) emission: conservation agriculture, compost, wise use of inorganic fertilizers, proper crop management); improving animal productivity through breeding; feedlots practice by smallholder farmers; improving feed and feeding management; diversification toward lower emitting animal species (small ruminants); manure management; and agroforestry are climate change mitigation strategies in Ethiopia.

3. Conclusion

Ethiopia is one of the most vulnerable countries to climate variability and change since its economy is depending on rain-fed agriculture (the most vulnerable sector). Increasing temperature and rainfall variability in different parts of the country adversely affect the agricultural production of farmers. To alleviate the negative impacts of climate change, different climate change adaptation and mitigation strategies are practiced in different areas of the country. Thus, the main aim of this article was to review the climate change adaptation and mitigation practices in Ethiopian agriculture sector; and reviewed that changing planting dates; adoption of drought tolerant and early maturing crops/varieties; increased use of soil and water conservation techniques and/or soil erosion prevention programs; diversification into non-farming activities; increased use of irrigation and/or use of irrigation techniques for crop production, fodder production and livestock watering; herd composition; applying different feed techniques (rotation grazing and changing of the traditional feeding practices); temporary or permanent migration and livestock mobility; flood and rain water harvesting to address

chronic water shortages; developed and improved water sources such as ponds; and home-garden agriculture are the climate change adaptation strategies in Ethiopian agriculture sector. On the other hand, conservation agriculture, composting, wise use of inorganic fertilizers, proper crop management; improving animal productivity through breeding; feedlots practice by smallholder farmers; improving feed and feeding management; diversification toward lower emitting animal species (small ruminants); manure management; and agroforestry were reviewed as the major climate change mitigation practices in Ethiopian agriculture sector.

Conflict of interest

The author declared that there is no conflict of interest.

References

- Aklilu K, Rovin K and Hardee K. 2009. Linking population, fertility and family planning with adaptation to climate change: views from Ethiopia. Ethiopia.
- Aster DY. 2010. International Water Management Institute (IWMI) UN-SPIDER Regional Workshop "Building Upon Regional Space-based Solutions for Disaster Management and Emergency Response for Africa" Addis Ababa, Ethiopia, 6 to 9 July 2010.
- Bezu S, Holden S. 2008. Can food-for-work encourage agricultural production? *Food Prod*, 33(6): 541-549.
- FAO (2009). The Importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. Rome.
- Gashaw T, Mebrat W, Hagos, Nigussie A. 2014. Climate change adaptation and mitigation measures in Ethiopia. *J Biology, Agri and Health*, 4(15): 148-153.
- IPCC. 2007a. Climate change; Impact, Adaptation and Vulnerability. Fourth Assessment.
- IPCC. 2007b. Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies. Technical summary, Noordwijkerhout, Netherlands.
- IPCC. 2007c. Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.
- IPCC. 2007d. Climate change technical summary: the scientific basis. Technical summary of the working group I report.
- Kide G. 2014. Smallholder farmer's adaptation strategies to climate change in Ethiopia. The case of Adawa Woreda, Tigray Region. MSc. Thesis, Mekele University, Ethiopia.
- MoA. 2008. Carbon-Nitrogen sequestration potentials and structural stability of a tropical alfisol as influenced by pig-composted manure. *J Int Agro Physics*, 24: 333-338.
- Nathnael W, Gustafson H. 2017. Climate change adaptation and mitigation strategies vis-à-vis the agriculture and water sectors in Ethiopia - Case review/study of the EPCC Project. *Environment Pollution and Climate Change*.
- Sivakumar MVK, Stefanski R. 2018. Climate change mitigation, adaptation and sustainability in agriculture. *World Meteorological Organization, Idojaras (Budapest, 1905)*, 113: 1.
- World Bank, Deressa Kebede. 2007. Economics of adaptation to Climate Change, Ethiopia. World Bank Group the IISTE is a pioneer in the Open-Access hosting service and academic event management.