



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

Cilt/Volume: 37

Sayı/Issue: 3

Ekim/October: 2022



e-ISSN: 1308-8769

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

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
**ANADOLU TARIM BİLİMLERİ
DERGİSİ**

ANADOLU JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES



e-ISSN: 1308-8769

Volume/Cilt: 37 Issue/Sayı: 3

Ekim / October 2022

Samsun

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Şubat, Haziran ve Ekim aylarında olmak üzere yılda üç sayı olarak yayınlanır. DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, FAO AGRIS/CARIS, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index ve TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin (Yaşam Bilimleri Veri Tabanı, 1998-) tarafından taranmaktadır.

Anadolu Journal of Agricultural Sciences (ANAJAS) is published as three issues (February, June and October) per a year. ANAJAS is indexed and abstracted in DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, FAO AGRIS/CARIS, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index and TUBITAK-ULAKBİM TR Index (Life Science Data Base, 1998-).

Amaç ve Kapsam

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Tarımsal alanlarda yürütülen çalışmalardan üretilen orijinal makaleleri yayınlamaktadır. Ayrıca, güncel konulardaki davetli derlemelere de yer verilmektedir. Basım dili Türkçe ve İngilizcedir.

Aim and Scope

Anadolu Journal of Agricultural Sciences is a forum for presenting articles on basic and applied research, thus making new findings, methods and techniques easily accessible and applicable in practice. It publishes original papers on research in the fields of agriculture. Invited reviews on popular topics are published. Articles are published in Turkish and English.

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 55139 Atakum/Samsun

Tel: 0 (362) 312 19 19 **Fax:** : 0 (362) 457 60 34

e-mail: zfyayin@omu.edu.tr **web:** <https://dergipark.org.tr/pub/omuanajas>

ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

e-ISSN: 1308-8769

2022 Cilt: 37 Sayı: 3

ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

e-ISSN: 1308-8769

2022 Volume: 37 Issue: 3

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Adına Sahibi /

Owner on behalf of Ondokuz Mayıs University

Prof. Dr. Yavuz ÜNAL

Rektör / Rector

Baş Editör / Chief Editor

Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK

Editörler / Editors

Prof. Dr. Deniz EKİNCİ

Prof. Dr. Orhan DENGİZ

Doç. Dr. Alper TANER

Doç. Dr. Aydın ALTOP

Dr. Attila SALAMON

Dr. Mehmet TÜTÜNCÜ

Dr. Alfadhl Yahya KHALED

Dr. Maria DATTENA

Dr. Dinu GAVOJDIAN

İstatistik Editörü / Statistic Editor

Prof. Dr. Kamil ALAKUŞ

Mizanpaj/Layout

OMÜ Yayın Koordinatörlüğü

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Kısmet AYDIN

Özlem TEKİNER

Cemre ASLAN

Derya YAVUZ

Yayın Yeri ve Tarihi/Publication Place and Date

Samsun, Ekim / October 2022

YAYIN DANIŐMA KURULU / ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ
Atatürk Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Canan CAN
Gaziantep Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Abidin TEMİZER
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Türkiye

Doç. Dr. David HERAK
Czech University of Life Sciences/Czech Republic

Doç. Dr. Murat ÇANKAYA
Erzincan Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN
Yeditepe Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN
Ahi Evran Üniversitesi/Kırşehir

Prof. Dr. Süleyman KODAL
Ankara Üniversitesi/Türkiye

Doç. Dr. Murat ŐENTÜRK
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Nebahat SARI
Çukurova Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Sedat SERÇE
Niğde Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Selçuk Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Hsin CHI
National Chung Hsing University, Taiwan/Republic
of China

Prof. Dr. Jozsef RATKY
Res. Inst. for Animal Breeding and Nutrition/Hungary

Prof. Dr. Mogens VESTERGAARD
University of Aarhus/Denmark

Prof. Dr. Claudiu T. SUPURAN
Univ Florence/Italy

Assit. Prof. Dr. Marketa MIHALİKOVA
Czech University of Life Sciences/Czech Republic)

Prof. Dr. nal KIZIL
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Türkiye

Doç. Dr. Kağan KÖKTEN
Bingl Üniversitesi/Türkiye

Doç. Dr. Őenay ŞİMŞEK
North Dakota State University/USA

İÇİNDEKİLER

Araştırma Makalesi/Research Article

The Effect of Indole-3-Acetic Acid on Some Biological Features of *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) 439-448

İndol-3-Asetik Asitin Bracon Hebetor (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkisi

Nevrin Eylem AKMAN GÜNDÜZ , Duygu SAĞLAM

Akdeniz Ekosisteminde Korunan ve Otlatılan Merada Bazı Fizikokimyasal Toprak Özelliklerinin Karşılaştırılması 449-458

Comparison of Some Physicochemical Properties of Soil of Protected and Grazed Rangelands in the Mediterranean Ecosystem

Sergen TORTAMIŞ, Altıngül ÖZASLAN PARLAK, Mehmet PARLAK

Effect of Pulse Subsurface Drip Irrigation on Yield and Quality Parameters of Sillage Maize (*Zea Mays* L.) 459-478

Yüzeyaltı Damla Sulamada Fasıllı Sulama Uygulamalarının Silajlık Mısırdaki Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi

Rohat GÜLTEKİN, Ahmet ERTEK

Determination of Effect of Placental Characteristics on Lamb Birth Weight in Bafra Sheep by Path Analysis 479-486

Bafra Koyunlarında Kuzu Doğum Ağırlığı Üzerine Plasental Özelliklerin etkisinin Path Analizi ile Belirlenmesi

Uğur ŞEN, Hasan ÖNDER

Nemli-Mezotermal İklim Kuşağında Yer Alan ve Ağır Otlatılan Hasanlar Köyü Merasının Bazı Özellikleri 487-504

Some Characteristics of Hasanlar Village Rangeland, Which is Located in the Humid-Mesothermal Climate Zone and is Heavily Grazed

Kadir İSPİRLİ, Fatih ALAYA, Necda ÇANKAYA, Muhammed ŞAHİN, Ömer Faruk UZUN, Ferat UZUN

Türkiye'de Şeker Pancarı Üretim Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Beet Necrotic Yellow Vein Virus İzolatlarının P31 Geninin Moleküler Karakterizasyonu 505-524

Molecular Characterization of P31 Gene of Beet Necrotic Yellow Vein Virus Isolates in Sugar Beet Production Areas of Turkey

Murat GÜNGÖR, Ebru ERKAN, Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ

Azotlu ve Potasyumlu Gübrelemenin Kivi Bitkisinde Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi 525-540

Effect of Nitrogen and Potassium Fertilization on Fruit Yield and Quality in Kiwifruit
Yasin ÖZTÜRK, Ceyhan TARAKÇIOĞLU

Hızlı Islah Sisteminin Optimizasyonu: Bitki Yetiştirme Tekniklerinin Etkileri 541-556

Optimization of The Speed Breeding System: Effects of Crop Management Techniques
Merve BAYHAN, Remzi ÖZKAN, Levent YORULMAZ, Önder ALBAYRAK
Cuma AKINCI

Kahramanmaraş İlinde Elma İçkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya Karşı Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Uygulanması ... 557-570

*Application of the Mating Disruption Technique Against Codling Moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in Kahramanmaraş Province*
Gülser CANDAN, Mahmut Murat ASLAN

Yabani Çuhaçiçeğinin Doku Kültürü ile Kitlesel Üretimi 571-582

Mass Propagation of Wild Primrose by Tissue Culture
Merve ANDIÇ, Mehmet TÛTÛNCÛ

The Effects of Different Strength of MS Media on *In Vitro* Propagation and Rooting of *Spathiphyllum* 583-592

*Farklı Mukavemetli MS Besiyerlerinin *Spathiphyllum*'un *In Vitro* Çoğaltımı ve Köklenmesi Üzerine Etkileri*
Dicle DÖNMEZ, Mansur Hakan EROL, Belgin BİÇEN, Özhan ŞİMŞEK, Yıldız AKA KAÇAR

The Influence of Different Nitrogen Doses on Yield and Yield Components of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) 593-602

*Farklı Azot Dozlarının Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'in Verim ve Verim Öğelerine Etkisi*
Nimet KATAR, Duran KATAR, Mustafa CAN

Comparative Assessment of Macroeconomic Indicators Growth Performance Between India and Nigeria 603-616

Makroekonomik Göstergelerin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi Hindistan ve Nijerya Arasındaki Büyüme Performansı
Isah Musa AHMAD, Sadiq Mohammed SANUSI, Mohammed GONI

Determining the Genetic and Agronomic Variations in Lines From Samsun Tobacco Growing Areas 617-636

Samsun Tütün Üretim Alanlarındaki Hatlarda Genetik ve Agronomik Varyasyonların Belirlenmesi

Dursun KURT, Ahmet KINAY, İbrahim SAYGILI, Nejdet KANDEMİR

Tane Özellikleri Üzerine Eğim, Anaç ve Salkım Seyreltmenin Etkisi ... 637-654

The Effect of Slope, Rootstock and Cluster Thinning on Berry Properties

İlknur KORKUTAL, Elman BAHAR, Batuhan KOSKOSOĞLU

The Effects of Some Environmental Factors on Colostrum Quality in Anatolian Buffaloes 655-662

Anadolu Mandalarında Kolostrum Kalitesi Üzerine Bazı Çevresel Faktörlerin Etkileri

Ertuğrul KUL, Aziz ŞAHİN, Samet Hasan ABACI

Determination of the Important Insect Fauna of Forensic Entomology in Kayseri Province 663-689

Kayseri İlinin Adli Açıdan Önemli Böcek Faunasının Belirlenmesi

Ali DURMAZ



The Effect of Indole-3-Acetic Acid on Some Biological Features of *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)

İndol-3-Asetik Asitin *Bracon hebetor* (Say)
(Hymenoptera: Braconidae)'un Bazı Biyolojik
Özelliklerine Etkisi

Nevran Eylem AKMAN GÜNDÜZ¹, Duygu SAĞLAM²

¹Department of Biology, Faculty of Science and Arts, Ondokuz Mayıs University, Samsun
• gunduzeylem@gmail.com • ORCID > 0000-0001-5777-470X

²Department of Biology, Faculty of Science and Arts, Ondokuz Mayıs University, Samsun
• d.sevda_626@hotmail.com • ORCID > 0000-0002-4413-038X

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 28 Temmuz / July 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 17 Kasım / November 2021

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 439-448

Atıf/Cite as: Akman Gündüz, N.E., Sağlam, D."The Effect of Indole-3-Acetic Acid on Some Biological Features of *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)" Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 439-448.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Nevran Eylem AKMAN GÜNDÜZ

THE EFFECT OF INDOLE-3-ACETIC ACID ON SOME BIOLOGICAL FEATURES OF *BRACON HEBETOR* (SAY) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

ABSTRACT

The impacts of indole-3-acetic acid (IAA) on some biological characteristics of the parasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) were examined. Different concentrations of IAA (5, 50, 100, 500 and 1000 mg L⁻¹) were added to the synthetic diet of host larvae. The developmental period, adult longevity, fecundity, and sex ratio of parasitoids reared on these hosts were evaluated with respect to IAA concentrations. IAA treatment shortened the developmental period of female wasps at almost all concentrations except for 50 mg L⁻¹. The developmental period of males showed fluctuations among IAA-treated groups with a significant decline at 5 and 500 mg L⁻¹ and a considerable increase at 50 mg L⁻¹ with respect to the control group. IAA showed a significant negative effect on the fecundity of *B. hebetor*. However, the sex ratio of the parasitoid did not differ among the IAA-treated and untreated groups. *B. hebetor* females reared on IAA-treated hosts had lower longevity at 50, 100, 500 and 1000 mg L⁻¹ than the females reared on untreated hosts. For males, a significant decrease in longevity was also determined at all concentrations compared to the controls.

Keywords: *Bracon hebetor*, Development, Fecundity, Indole-3-Acetic Acid, Longevity.



İNDOL-3-ASETİK ASİTİN *BRACON HEBETOR* (SAY) (HYMENOPTERA: BRACONİDAE)'UN BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZ:

İndole-3-asetik asitin (IAA) parazitoit *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae)'un bazı biyolojik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda IAA (5, 50, 100, 500 ve 1000 mg L⁻¹) konukçu larvaların yapay besinine ilave edilmiştir. Bu konukçularda yetiştirilen parazitoitlerin gelişim süresi, ergin ömür uzunluğu, verim ve eşey oranı IAA konsantrasyonlarına göre değerlendirilmiştir. IAA uygulaması, 50 mg L⁻¹ dışındaki tüm konsantrasyonlarda dişi parazitoitlerin gelişim süresinde kısalmaya neden olmuştur. Erkeklerin gelişim süresi, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, 5 and 500 mg L⁻¹ konsantrasyonda önemli bir azalma ve 50 mg L⁻¹ konsantrasyonda dikkate değer bir artış ile IAA uygulanan gruplar arasında dalgalanmalar göstermiştir. IAA *B. hebetor*'un veriminde olumsuz bir etki yapmıştır. Buna karşın, parazitoidin eşey oranı IAA uygulanan ve uygulanmayan gruplar arasında farklılık göstermemiştir. IAA uygulanmış konukçular üze-

rinde yetiştirilen *B. hebetor* dişilerinin ömür uzunluğu 50, 100, 500 ve 1000 mg L⁻¹ konsantrasyonlarında IAA uygulanmamış konukçular üzerindeki oranla daha kısadır. Erkeklerin ömür uzunluğunda tüm konsantrasyonlarda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli bir azalma belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bracon hebetor*, Gelişim, Verim, İndol-3-Asetik Asit, Ömür Uzunluğu.



1. INTRODUCTION

Bracon hebetor Say (Hymenoptera: Braconidae) is a gregarious, synovigenic, idiobiont larval parasitoid of many pyralid species. High reproductive performance and short generation time of *B. hebetor* make it an excellent biological control agent for different pest species, including *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae).

Plant Growth Regulators (PGRs) present in the plant tissue possibly regulate phytophagous insects's physiology, behaviour and biochemistry. This presumption receives support from reports in the literature by demonstrating their influence on these characteristics when added to the diet or applied exogenously on some insect species (Honeyborne, 1969; Abdellaoui et al., 2009; Tsagkarakis et al., 2012; Abdellaoui et al., 2015; Gündüz and Özcan, 2018). For instance, Kaur and Rup (2003) reported that PGRs like gibberellic acid (GA₃), indole-3-acetic acid (IAA), coumarin and kinetin adversely affect the growth and development of Melon Fruit Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). In the same way, Bhatnagar et al. (2012) showed that miraculan negatively affected the development and survival of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). Abdellaoui et al. (2009) noted that GA₃ significantly reduced both fecundity and fertility of *Locusta migratoria migratoria* (Linnaeus) (Orthoptera: Acrididae). Tsagkarakis et al. (2012) demonstrated that the fecundity and survivorship of Asian Citrus Psyllid reared on *Citrus volkameriana* (Tan. and Pasq.) (Sapindales: Rutaceae) trees treated with prohexadione calcium and mefluidide considerably decreased.

Several studies have reported that PGRs also have considerable effects on natural enemies of pest species by changing their abundance, fitness, and efficacy. Honeyborne (1969) reported that the use of ethylene bisnitrourethane and chloromequat chloride on broad beans had a negative impact on aphid size. Host size is one of the main parameters influencing offspring size in many parasitoid species, and the parasitoids feeding on these smaller hosts may also be reduced in size (Sequeira and Mackauer, 1992; Godfray, 1994). Ellers et al. (1998) showed that large parasitoids have higher fecundity and higher fat reserves than small parasitoids.

Additionally, Jarosik et al. (2003) found that host size was also positively correlated with sex ratio and survival of parasitoids. In another study, Prado and Frank (2013) showed that incorporation of plant growth regulators into the diet of *Mysus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) resulted in a decrease in the fitness and parasitism of parasitoid *Aphidius colemani* (Viereck) (Hymenoptera: Aphididae). Similarly, Zhao et al. (2017) found that emergence rate, parasitism potential and female ratio of parasitoid *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) were decreased when reared on *Sitobion avenae* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae) feeding on PGRs-supplemented wheat plants. Kaur and Kaur (2013) also observed that the emergence and parasitism capacity of *B. hebetor* decreased when reared on *S. litura* larvae feeding on coumarin-treated diets. Based on these previous studies, our hypothesis is that PGR treated hosts would have indirect effects on some biological features of parasitoid. The purpose of this study is to determine the influence of IAA treatment on some selected biological parameters of *B. hebetor*.

2. MATERIALS AND METHODS

Parasitoid *B. hebetor* were reared on the last stage larvae of Greater Wax Moth, *G. mellonella*, as described by Gündüz and Gülel (2004). Host larvae were reared on the diet described by Bronskill (1961) and modified by Sak et al. (2006). All experiments were carried out in a laboratory with a temperature of $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, a relative humidity of $60\pm 5\%$, and a continuous light source.

To determine the effects of IAA on development, fecundity, sex ratio, and longevity of *B. hebetor* five concentrations (5, 50, 100, 500 and 1000 mg L^{-1}) of IAA were added to the artificial diet of hosts. The control group was reared on IAA-free diet. Newly emerged females were placed in a vial along with a male and a honey soaked cotton ball. Two days later, parasitoids were transferred into a host containing vial. This procedure was continued until the females death. The vials were observed daily to determine the developmental period of the parasitoid. Total number of progeny and sex ratio of parasitoids were recorded. Three replications for all IAA concentrations were conducted on eight pairs of adult parasitoids during the study.

For the longevity experiments, newly emerged adult parasitoids, selected from each group, were placed into test tubes with honey solution saturated cotton balls. Parasitoids were observed every day until the death of all parasitoids. Each experiment was replicated three times with 20 females and 20 males selected randomly from different populations at different times.

All data were statistically analyzed in SPSS (version 20). The significance between control and IAA treated insects was compared using the Student-Newman-Keuls (SNK) test at a 5% level.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The impact of IAA on total developmental time (from egg to adult) of *B. hebetor* females and males are presented in Figure 1a and b, respectively.

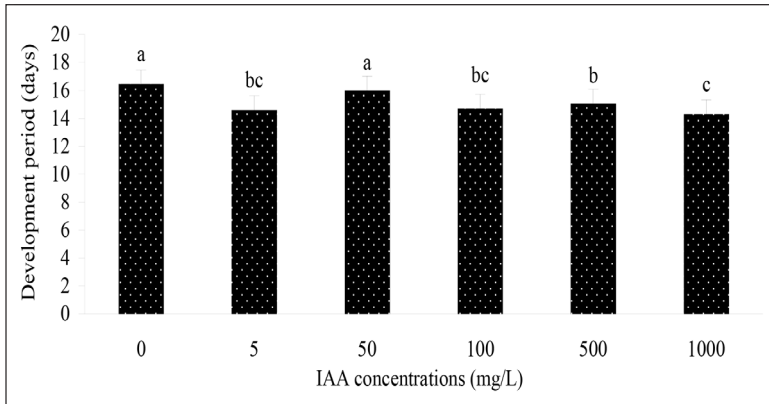


Figure 1a. Impact of indole-3-acetic acid on development time (mean \pm SE) of *B. hebetor* females. Different letters denote significant differences (SNK test, $P \leq 0.05$).

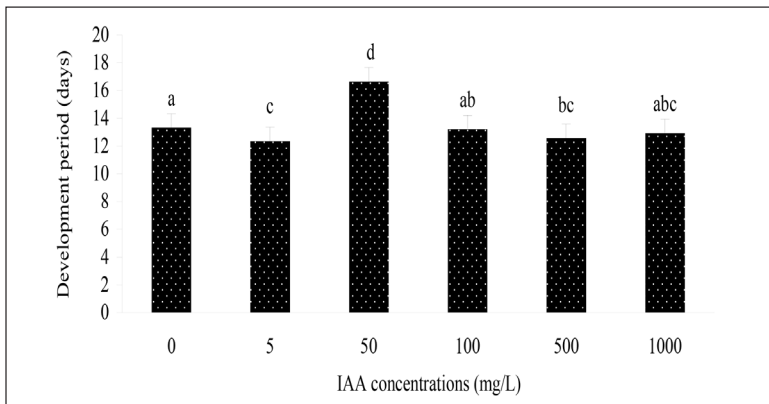


Figure 1b. Impact of indole-3-acetic acid on development time (mean \pm SE) of *B. hebetor* males. Different letters denote significant differences (SNK test, $P \leq 0.05$).

IAA-treatment led to changes in the developmental period of parasitoids. For females, the mean values at 5, 100, 500 and 1000 mg L⁻¹ IAA concentrations were significantly shortened ($P \leq 0.05$). (Figure 1a). However, we did not determine the same trends in males since their developmental times showed some fluctuations among IAA-treated groups, with a significant increase at 50 mg L⁻¹ and a decrease

at 5 and 500 mg L⁻¹ when compared to controls ($P \leq 0.05$) (Figure 1b). Uçkan et al. (2011a) found that GA₃ treatment declined the immature developmental period of *G. mellonella*. Sepperumal and Sukumar (2014) reported that V instar larval duration was declined by one day in *Bombyx mori* (Linnaeus) (Lepidoptera: Bombycidae) after exposure to kinetin and GA₃. In a previous study, Osborne et al. (1968) suggested that plant growth regulators may affect insect's neuroendocrine system. In addition, De Man et al. (1981) reported that dietary supplementation with plant growth regulators may alter the rate of DNA synthesis which helps in protein synthesis and/or the rate of synthesis of insect moulting hormone. These previous studies could help to explain the reason for the faster development in IAA-treated groups. However, Kaur and Kaur (2013) reported a significant prolongation in the developmental period of *B. hebetor* when their host was reared on diet contaminated with a high concentration of coumarin. Similarly, Özcan and Gündüz (2018) proved that incorporation of GA₃ into the host diet caused a significant lengthening of the developmental time of *B. hebetor*. In another study, Gupta et al. (2009) observed parallel results in *Spilarctia oblique* (Walker) (Lepidoptera: Arctiidae) by using high concentrations of Siapton® and GA₃. On the other hand, Çelik and Sak (2020) showed that kinetin treatment had no effect on the developmental period of *Achroia grisella* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae). It may be concluded that there could be different toxicity sensitivities between different species and PGRs.

Analysis of data for the fecundity and sex ratio of *B. hebetor* reared on IAA-treated and untreated hosts are illustrated in Figure 2a and b, respectively.

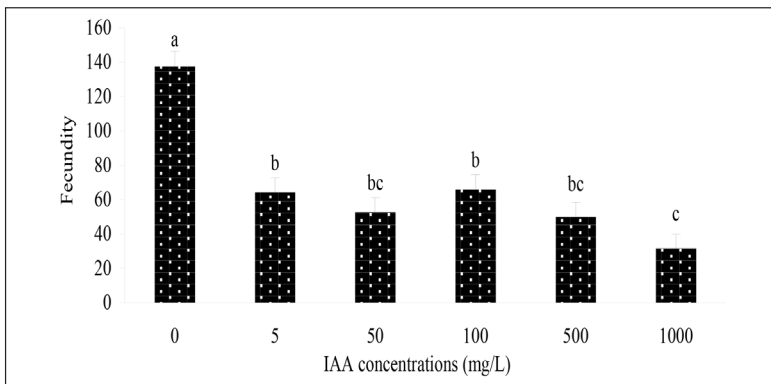


Figure 2a. Impact of indole-3-acetic acid on fecundity (mean \pm SE) of *B. hebetor*. Different letters denote significant differences (SNK test, $P \leq 0.05$).

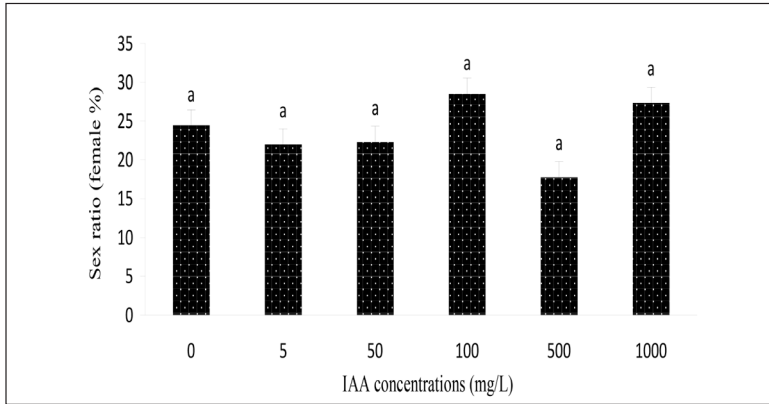


Figure 2b. Impact of indole-3-acetic acid on sex ratio (mean \pm SE) of *B. hebetor*. Different letters denote significant differences (SNK test, $P \leq 0.05$).

Each female parasitoid reared on untreated hosts produced 137.9 offspring throughout its adult life. We observed that treatment with IAA significantly reduced the offspring production of female parasitoids ($P \leq 0.05$) (Figure 2a). A similar adverse effect of IAA on the total number of both F1 and F2 progeny of *Apanteles galleriae* (Wilkinson) (Hymenoptera: Braconidae) was also reported by Uçkan et al. (2011b). Kaur and Kaur (2013) also observed that fecundity of *B. hebetor* females declined when they were reared on hosts that fed on coumarin-treated diet. Thakur and Mann (1982) showed that topical incorporation of IAA on newly-emerged oriental fruit flies reduced the size of gonads. In another study, Thakur and Kumar (1984) suggested that adverse effect of IAA may be associated with its interference in endocrinal metabolic processes involved in reproduction. Moreover, Uçkan et al. (2014) reported IAA-related changes in the biochemical composition of *A. galleriae*. All of these findings would help us to explain the cause of the reduced fecundity in the present investigation. However, different PGRs have different effects on the reproduction capacity of parasitoids. For instance, Uçkan et al. (2008) did not record any significant effect on the offspring production of *A. galleriae* when its host *A. grisella* was fed on artificial diets treated with GA_3 . Likewise, Özcan and Gündüz (2018) demonstrated that exposure to different GA_3 concentrations in host diet did not affect the progeny production of *B. hebetor*.

Sex ratio was determined as male biased in all groups and showed some weak but insignificant fluctuations among groups ($P > 0.05$) (Figure 2b). This result appears to be consistent with the observations of Kaur and Kaur (2013)'s and Özcan and Gündüz (2018)'s. Contrary to our findings, Zhao et al. (2017) showed that the percentages of females of *Aphidius gifuensis* reduced following the application of paclobutrazol (PBZ), naphthalene acetic acid (NAA) and IAA. Similarly, Prado

and Frank (2013) demonstrated a significant reduction in the female ratio of *A. colemani* due to exposure to paclobutrazol and uniconazole.

Our results demonstrated that IAA had negative effects on the longevity of female and male parasitoids (Figure 3a and b). All the IAA concentrations significantly reduced ($P \leq 0.05$) the longevity of female parasitoids except for the lowest concentration ($P > 0.05$) (Figure 3a). Similarly, the longevity of male parasitoids decreased in all IAA-treated-groups compared with controls ($P \leq 0.05$) (Figure 3b). These results corresponded to those reported for *A. galleriae* (Uçkan et al., 2011a), *S. litura* (Bhatnagar et al., 2012) and *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) (Tsagkarakis et al., 2012).

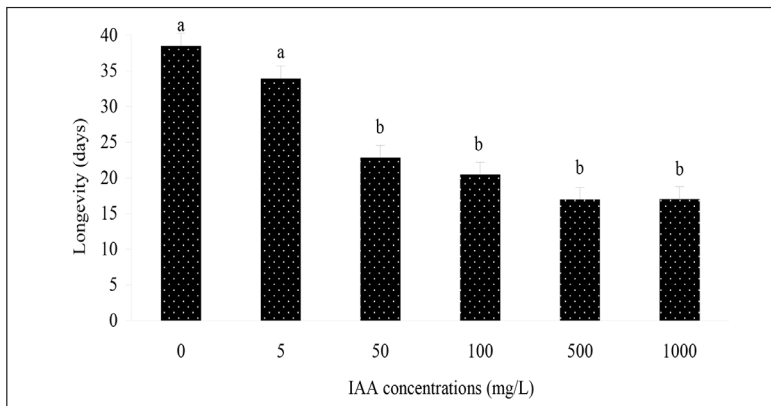


Figure 3a. Impact of indole-3-acetic acid on longevity of *B. hebetor* females (mean \pm SE). Different letters denote significant differences (SNK test, $P \leq 0.05$).

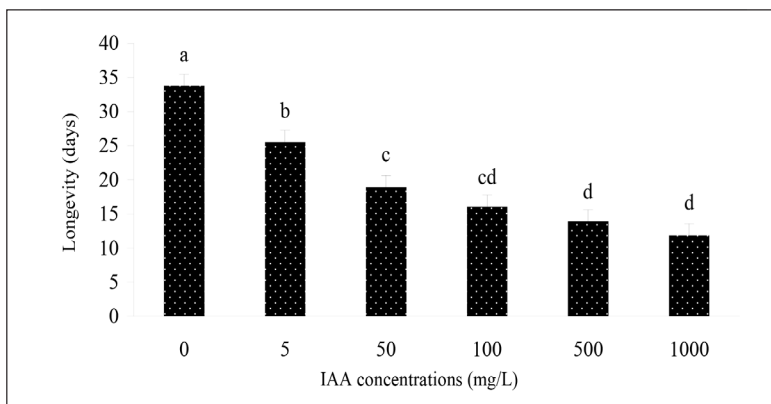


Figure 3b. Impact of indole-3-acetic acid on longevity of *B. hebetor* males (mean \pm SE). Different letters denote significant differences (SNK test, $P \leq 0.05$).

4. CONCLUSION

In the current study, different concentrations of IAA were added to the host diet and development period, adult longevity, fecundity and sex ratio of parasitoids reared on these hosts were examined. *B. hebetor* females emerge with a very limited number of mature eggs and egg production and maturation continue during their lifetime. Since host feeding enables the females to obtain proteins associated with egg production and maturation, host quality strongly influences their reproductive success. Our findings showed that females were able to paralyze and subsequently oviposit on all of IAA-treated larvae that were offered to them during experiments. For insect parasitoids host is the unique nutrient source for the developing immature. Therefore, physiological suitability of the host is crucial for the successful development of parasitoid progeny. Host quality also influences the fitness of the emerging parasitoid by affecting longevity, fecundity, and offspring sex ratio. We determined that IAA application caused a noticeable decline in the development period of female wasps. Fast development may provide the fitness benefit of avoiding high predation risk during immature stages; however, it may also result in a loss of fitness in smaller individuals and lower fecundity when compared to larger ones. We do not know whether the IAA application had a negative effect on adult size in this study, but fecundity and longevity of emerging wasps declined considerably.

Overall, the above findings showed that IAA application via host diet has a considerable effect on selected properties of *B. hebetor*. However, due to the complexity of PGRs in tritrophic interactions, detailed experiments are required in order to understand the cause of these changes, determine the duration of efficacy, and their long-term effects in biological control.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

Author Contribution Rates

Design of Study: NEAG (%50), DS (%50)

Data Acquisition: NEAG (%50), DS (%50)

Data Analysis: NEAG (%60), DS (%40)

Writing Up: NEAG (%80), DS (%20)

Submission and Revision: NEAG (%85), DS (%15)

REFERENCES

- Abdellaoui, K., Ben Halima-Kamel, M., Ben Hamouda, M.H., 2009. Physiological effects of gibberellic acid on the reproductive potential of *Locusta migratoria migratoria*. Tunisian Journal of Plant Protection, 4: 67-75.
- Abdellaoui, K., Ben Halima-Kamel, M., Acheuk, F., Soltani, N., Aribi, N. and Ben Hamouda, M.H., 2015. Effects of gibberellic acid on ovarian biochemical composition and ecdysteroid amounts in the migratory locust *Locusta migratoria* (Orthoptera, Acrididae). International Journal of Pest Management, 61: 68-72. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2014.995746>
- Bhatnagar, S., Kumar, A. and Karnatak, A.K., 2012. Influence of synthetic plant growth stimulant, miraculan on the survival and development of *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). Indian Forester, 138(12): 1160-1163.
- Bronskill, J.F., 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). Journal of the Lepidopterists' Society, 15: 102-104.
- Çelik, E and Sak, O., 2020. Effects of kinetin on biological parameters and hemocytes of *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae). Archives of Biological Sciences, 72: 181-192. <https://doi.org/10.2298/ABS200107012C>.
- De Man, W., De Loof, A., Briers, T., Huybrechts, R., 1981. Effect of abscisic acid on vitellogenesis in *Sarcophaga bulata*. Entomologica Experimentalis et Applicata, 29(3): 259-267. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1981.tb03068.x>.
- Ellers, J., vanAlphen, J.J.M., Sevenster, J.G.S., 1998. A field study of size-fitness relationships in the parasitoid *Asobara tabida*. Journal of Animal Ecology, 67: 318-324. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.1998.00195.x>
- Godfray, H.J.C., 1994. Parasitoids; Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press, 488 p. Princeton, New Jersey.
- Gupta G., Yadav S.R., Bhattacharya A.K. 2009. Influence of synthetic plant growth substances on the survivorship and developmental parameters of *Spilarctia obliqua* Walker (Lepidoptera: Arctiidae). Journal of Pest Science, 82: 41-46. <https://doi.org/10.1007/s10340-008-0217-x>
- Gündüz, N.E.A., Gülel, A., 2004. *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinde konukçu türünün ve besin tipinin ömür uzunluğuna etkisi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 28: 275-282.
- Gündüz, N.E.A., Özcan, Ö., 2018. Influence of gibberellic acid on the hemolymph content of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Pakistan Journal of Zoology, 50: 2217-2221. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.6.2217.2221>
- Honeyborne, C.H.B., 1969. Performance of *Aphis fabae* and *Brevicoryne brassicae* on plants treated with growth regulators. Journal of Science of Food and Agriculture, 20: 388-390. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740200702>.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jarosik, V., Holy, I., Lapchin, L., Havelka, J., 2003. Sex ratio in the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) in relation to host size. Bulletin of Entomological Research, 93: 255-258. <https://doi.org/10.1079/BER2003229>
- Kaur, R., Rup, P.J., 2003. Influence of four plant growth regulators on development of the Melon Fruit Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett). Insect Science and its Application, 23: 121-125. <https://doi.org/10.1017/S1742758400020336>.
- Kaur, M., Kaur, S., 2013. Tritrophic interactions among coumarin, the herbivore *Spodoptera litura* and a gregarious ectoparasitoid *Bracon hebetor*. BioControl, 58: 755-763. <https://doi.org/10.1007/s10526-013-9533-z>.
- Osborne, D.J., Carlisle, D.B., Ellis, P.E., 1968. Protein synthesis in the fat body of female desert locust, *Schistocerca gregaria* Forsk., in relation to maturation. General Comparative Endocrinology, 11(2): 347-354. [https://doi.org/10.1016/0016-6480\(68\)90091-9](https://doi.org/10.1016/0016-6480(68)90091-9)
- Özcan, Ö., Gündüz, N.E.A., 2018. Influence of gibberellic acid on some biological parameters of ectoparasitoid, *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae). Acta Biologica Turcica, 31: 13-17. <https://dergipark.org.tr/en/pub/actabiotr/issue/38843/452895>.
- Prado, S.G., Frank, S.D., 2013. Tritrophic effects of plant growth regulators in aphid-parasitoid system. Biological Control, 66: 72-76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.03.019>.

- Sak, O., Uçkan, F., Ergin, E., 2006. Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein and lipid contents of *Pimpla turionella* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Belgian Journal of Zoology*, 136: 53-58.
- Sepperumal, U., Sukumar, S., 2014. Impact of kinetin and gibberellic acid on the commercial characteristics of the silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, 4(1): 11-20.
- Sequeira, R., Mackauer, M., 1992. Covariance of adult size and development time in the parasitoid wasp *Aphidius ervi* in relation to the size of its host, *Acyrtosiphon pisum*. *Evolutionary Ecology*, 6: 34-44. <https://doi.org/10.1007/BF02285332>.
- Thakur, J.N., Mann, S.K., 1982. Effect of indole-3-acetic acid on the histology of gonads and their development in *Dacus dorsalis* hendel. *Experientia*, 38: 490-492. <https://doi.org/10.1007/BF01952655>.
- Thakur, J.N., Kumar, A., 1984. Effects of 3-indole acetic acid on the fertility of fruit fly, *Dacus dorsalis*, *Progressive Horticulture*, 7(6): 197-199.
- Tsagkarakis, A.E., Rogers, M.E., Spann, T.M., 2012. Applications of plant growth regulators to container-grown citrus trees affect the biology and behaviour of the Asian citrus psyllid. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 137: 3-10. <https://doi.org/10.21273/JASHS.137.1.3>.
- Uçkan, F., Tüven, A., Er, A., Ergin, E., 2008. Effects of gibberellic acid on biological parameters of the larval endoparasitoid *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101: 593-597. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2008\)101\[593:EOGAOB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2008)101[593:EOGAOB]2.0.CO;2).
- Uçkan, F., Öztürk, Z., Altuntaş, H., Ergin, E., 2011a. Effects of gibberellic acid (GA₃) on biological parameters and hemolymph metabolites of the pupal endoparasitoid *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and its host *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of the Entomological Research Society*, 13: 1-14. <https://www.entomol.org/journal/index.php/JERS/article/view/305>.
- Uçkan, F., Haftacı, İ., Ergin, E., 2011b. Effects of indol-3-acetic acid on biological parameters of the larval endoparasitoid *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 104: 77-82. <https://doi.org/10.1603/ANI0098>.
- Uçkan, F., Soydabaş, H.K., Özbek, R., 2014. Effect of indol-3 acetic acid on the biochemical parameters of *Achoria grisella hemolymph* and *Apanteles galleriae larva*. *Pakistan Journal of Biotechnology*, 2(11): 163-171.
- Zhao, H., Cao, H.H., Pan, M.Z., Sun, Y.X., Liu, T.X., 2017. The role of plant growth regulators in a plant-aphid-parasitoid tritrophic system. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36: 868-876. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9689-3>



Akdeniz Ekosisteminde Korunan ve Otlatılan Merada Bazı Fizikokimyasal Toprak Özelliklerinin Karşılaştırılması

Comparison of Some Physicochemical Properties of Soil of Protected and Grazed Rangelands in the Mediterranean Ecosystem

Sergen TORTAMIŞ¹, Altıngül ÖZASLAN PARLAK², Mehmet PARLAK³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale
• stortamic@gmail.com • ORCID > 0000-0002-2171-0330

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale
• ozaslan@comu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-6107-049X

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Çanakkale
• mehmetparlak06@hotmail.com • ORCID > 0000-0002-4813-1152

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 13 Ağustos / August 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 02 Kasım / November 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 449-458

Atrf/Cite as: Tortamış, S., Özaslan, Parlak, A., Parlak, M. "Akdeniz Ekosisteminde Korunan ve Otlatılan Merada Bazı Fizikokimyasal Toprak Özelliklerinin Karşılaştırılması" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(2), Ekim 2022: 449-458.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mehmet PARLAK

Yazar Notu / Author Note: Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümünden hazırlanmıştır.

AKDENİZ EKOSİSTEMİNDE KORUNAN VE OTLATILAN MERADA BAZI FİZİKOKİMYASAL TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZ:

Otlatma toprak bozulmasının esas nedenlerinden birisidir. Bu araştırmanın amacı 42 yıl süreyle korunan ve otlatılan meradaki bazı fizikokimyasal toprak özelliklerini karşılaştırmaktır. Çanakkale'nin Karacaören Köyü'ndeki korunan ve otlatılan meranın herbirisinden merayı temsil edecek rastgele 12 parsel oluşturulmuştur. Parsellerden rastgele örnekleme yöntemine göre toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde bazı fizikokimyasal analizler (hacim ağırlığı, penetrometre direnci, bünye, pH, elektriksel iletkenlik ve organik madde) yapılmıştır. Yapılan istatistik analiz sonucunda otlatılan meraya göre korunan meradaki toprak örneklerinde daha fazla kil, elektriksel iletkenlik ve organik madde saptanmasına rağmen daha az hacim ağırlığı, penetrometre direnci, kum ve pH saptanmıştır. Otlatmanın olumsuz etkilerini azaltmak için toprak iyileştirme yöntemleri uygulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Mera, Hacim Ağırlığı, Toprak Özellikleri.



COMPARISON OF SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL OF PROTECTED AND GRAZED RANGELANDS IN THE MEDITERRANEAN ECOSYSTEM

ABSTRACT

Livestock grazing is one of the main causes of land degradation. The aim of this research is to compare some physicochemical properties of soil of the rangelands have been protected and grazed for the last 42 years. A total of 12 experimental plots were selected randomly to represent each of the protected and grazed rangelands situated in the Karacaören Village of Çanakkale Province. Soil samples were taken from the experimental plots by using the randomly sampling method from protected as well as the grazed rangelands. Some physicochemical properties (bulk density, penetrometer resistance, texture, pH, electrical conductivity, and organic matter) of soil samples have been performed. As a result of the statistical analysis, although more clay, electrical conductivity and organic matter were detected in the soil samples taken from the protected rangelands as compared to those soil samples which were obtained from grazed rangelands in which less bulk density, penetrometer resistance, sand and pH were determined. Soil improvement methods should be applied to minimize the negative effects of grazing.

Keywords: Rangeland, Bulk Density, Soil Properties.

1. GİRİŞ

Meralar dünyada geniş bir alana yayılmıştır, önemli ekolojik ve ekonomik öneme sahiptirler. Meralar hayvancılığı devam ettirmek, biyoçeşitliliği ve ekosistem istikrarını korumak için büyük önem taşımaktadırlar. Meralar önemli miktarda karbon depolayabilmekte ve küresel karbon döngüsünde önemli rol oynamaktadırlar. Bununla birlikte, doğal ve antropojenik etkenlerden dolayı, bazı bölgelerdeki meralar ciddi bozulmaya maruz kalmaktadır (Yuan ve ark., 2020).

Akdeniz ekosisteminde yer alan Çanakkale 221 536 da ile Türkiye’de en az meraya sahip illerin başında gelmektedir (Gökkuş ve ark., 2011). Akdeniz ekosistemindeki meralar kırılğan ekosisteme sahiptir. Otlatma ve toprak degradasyonu arasında yakın bir ilişki olduğundan, aşırı hayvan otlatması çölleşmenin en önemli nedenlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Ebrahimi ve ark., 2016). Toprak ve vejetasyon koşullarına bağlı olarak, aşırı otlatma meraların bozulmasına neden olmaktadır. Meraların bozulması bitki örtüsünde, ekosistemin biyokütle ve botanik kompozisyonu ile toprak özelliklerinde değişime neden olmaktadır (Qasim ve ark., 2017). Meraların aşırı otlanması bitki örtüsünü azaltır, yüzey akış ve erozyonla toprak kaybını artırır. Toprakların suyu depolaması sonucu doğal toprak-su dengesinde oluşan değişimler tohum stoklarını ve topraktaki bitki besin maddelerinin yararışlılıklarını olumsuz etkilediğinden, bitki gelişimi zayıflar ve meraların üretkenliği azalır (Ibanez ve ark., 2014; Özaslan Parlak ve ark., 2011).

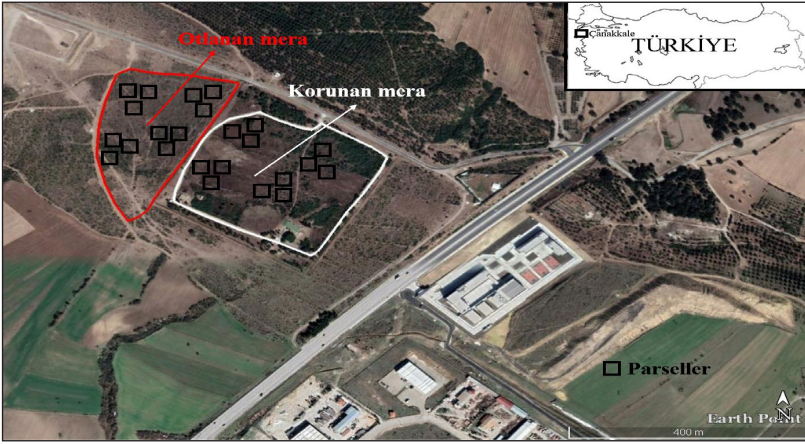
Sürdürülebilir mera yönetimini esas alan otlatma uygulamaları meralar için çok önemlidir. Meralardaki otlatmanın düzenlenmesiyle vejetasyon ve toprak özellikleri iyileştirilebilir. Son yıllarda otlatmanın toprak özelliklerine etkisini gösteren araştırmalar yapılmıştır. Cheng ve ark., (2016) Çin’in Yunwu Dağlarındaki lös platosunda yer alan merada korumanın toprak pH’sını azalttığını toprak organik karbonunu artırdığını saptamıştır. Ren ve ark., (2018) Çin’in kuzeybatı Shanxi ilindeki merada serbest otlatmanın hacim ağırlığı ve toprak pH’sını artırmasına karşılık organik maddeyi azalttığını bildirmiştir. Wang ve ark., (2018) merayı otlatmanın hacim ağırlığını azalttığını, toprak organik karbonunu artırdığını saptamıştır.

Türkiye’ de merayı otlatmanın toprak özelliklerine etkisiyle ilgili yayınlanmış araştırmalar (Kapur ve ark., 1984; Bakoğlu ve Gökkuş, 2002; Özgül ve Öztaş, 2002; Fıncıoğlu ve ark., 2010; Akar ve ark., 2015; Yalçın ve ark., 2016) az sayıda olmasına rağmen, Akdeniz ikliminin hakim olduğu meralarda yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmanın amacı Akdeniz ekosistemindeki otlatılan ve korunan mera topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin (hacim ağırlığı, penetrometre direnci, bünye, pH, elektriksel iletkenlik(EC) ve organik madde) ortaya konmasıdır. Bu araştırmanın hipotezi korunan meranın otlatılan meraya göre toprak özelliklerinin daha iyi olduğudur. Araştırmanın hipotezi doğrultusunda, mera ıslah çalışmalarında meraların toprak özelliklerinin iyileştirilmesi yönünde tavsiyelerde bulunulmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

3. ÇALIŞMA ALANI

Çanakkale İli Türkiye'nin kuzeybatısında yer almakta olup, doğu ve güneydoğusunda Balıkesir, batısında Ege Denizi, kuzeybatısında Edirne İli, kuzeyinde ise Tekirdağ İli ve Marmara Denizi bulunmaktadır. Araştırma Çanakkale'nin merkezine 4 km uzaklıkta olan Karacaören Köyü'nde yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

Figure 1. Location of the study area

Karacaören Köyü'nün bulunduğu alanın jeolojisi miyosen-pliyosen karasal sedimanlardan oluşmaktadır (Okay ve ark., 1990). Çanakkale meteorolojisi istasyonu verilerine göre (1979-2020) Çanakkale'nin yıllık toplam yağış miktarı ortalaması 622 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 14.8 °C'dir (MGM, 2021). Araştırma alanındaki çalılı merada doğal bitki örtüsü olarak akçakesme (*Phillyrea lotifolia* L.), mazi meşesi (*Quercus infectoria*), laden (*Cistus creticus* L.), abdestbozan (*Sarcopoterium spinosum* L.) ve karaçalı (*Paliurus spina-christi*) türleri mevcuttur. Karacaören Köyü'ndeki korunan mera askeriye tarafından 42 yıldır otlatmaya kapatılmıştır. Korunan meranın bitişiğinde koyun ve keçiler tarafından otlatılan mera bulunmaktadır. Ayrıca, korunan mera ile karşılaştırılan mera alanının seçim nedeni, 'bitişiğinde' olmasının yanısıra aynı mikroklima altında benzer ekosisteme sahip olması nedeniyle test alanı olarak kullanılmıştır (Şekil 2). Korunan mera 6.95 ha büyüklüğünde olup %3 eğime sahipken otlatılan mera ise 4.57 ha alana ve %3.5 eğime sahiptir. Korunan mera ile otlatılan merada her biri 100 m² (10 m x 10 m) boyutunda merayı temsil edecek rastgele parseller oluşturulmuştur. Korunan merada 4 parsel x 3 tekrerrür=12 parsel, otlatılan merada ise 4 parsel x 3 tekrerrür=12 parsel oluşturulmuştur.



Şekil 2. Korunan mera(A) ile otlatılan mera(B)

Figure 2. Enclosed(A) and grazed rangelands(B)

2.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Toprak Analizleri

Mayıs 2019’ korunan meradaki her parselden rastgele örnekleme yöntemine göre 1 tane bozulmuş ve 1 tane de bozulmamış, otlatılan meradan ise benzer örnekleme yöntemi kullanılarak bozulmuş ve bozulmamış örnekler(korunan ve otlatılan meranın herbirisinden 12 örnekleme) alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri 0-5 cm derinlikten De Gruijter’ in (2002) belirlediği esaslar dikkate alınarak paslanmaz kürek ile bozulmamış toprak örnekleri ise 0-5 cm derinlikten çelik silindirler yardımıyla alınmıştır. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri kurutulduktan sonra tahta tokmakla dövülerek 2 mm’lik elekten elenmiş ve analizlere hazır hale getirilmiştir.

Toprak örneklerinin hacim ağırlığı bozulmamış toprak örneklerinin 105 °C’deki sıcaklıkta kurutulmasıyla saptanmıştır (Grossman ve Reinsch, 2002). Penetrometre direnci Eijkelkamp cep penetrometresi yardımıyla her bir parselde 20 defa belirlenmiştir (Birl ve Morrison, 2002). Alınmış toprak örneklerinde bünye analizi 50 g toprak örneğine %10’luk kalgon çözeltisi ilave edildikten sonra hidrometre yardımıyla Bouyoucos yöntemine (Gee ve Or, 2002) göre yapılmıştır. pH değerleri saturasyon çamurunda pH metre ile ölçülmüş (Thomas,1996), elektriksel iletkenlik(EC) değerleri aynı saturasyon çamurunda EC metre ile saptanmıştır (Rhoades,1996). Toprak organik maddesi, Walkley-Black yöntemiyle organik maddenin 1N $K_2Cr_2O_7$ ve H_2SO_4 ile oksitlenmesi ve 0.5 N demir sülfat çözeltisiyle titre edilmesiyle belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1996).

3.1. İstatistik Analiz

Korunan mera ile otlatılan meradaki toprak özelliklerinin karşılaştırılmasında normal dağılım gösterenlerde eş yapma t testi ve normal dağılım göstermeyenlerde ise Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır. Shapiro-Wilk testi ve Levene testi kullanılarak belirlenen toprak özelliklerinin normallik ve homojenlik özellikleri test edilmiştir. Minitab 16 bilgisayar paket programı kullanılarak istatistik analizler yapılmıştır (Minitab, 2010).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprakların kil yüzdesi artıka erozyona karşı dayanıklılık dereceleri de artar, kil yüzdesi azaldıkça ise topraklar erozyona karşı daha dayanıksız olurlar (Sönmez, 1994). Ayrıca, hacim ağırlığı ve penetrometre direnci parametreleri toprak sıkışmasının veya bozulmanın birer göstergesidir (Parlak ve ark., 2018; Lai ve Kumar, 2020). Otlatılan meraya göre korunan merada toprak fiziksel özelliklerinden hacim ağırlığı, penetrometre direnci, kil ve kum, kimyasal toprak özelliklerinden ise pH, elektriksel iletkenlik ve organik madde istatistik olarak farklılık göstermiştir (-Çizelge 1). Korunan meraya göre otlatılan merada hacim ağırlığı, penetrometre direnci ve kum kapsamı daha yüksek, kil içeriği ise daha düşük olarak belirlenmiştir. Korunan merada kil yüzdesindeki artış nedeniyle topraklar erozyona daha direçlidir. Otlatılan merada hacim ağırlığı ve penetrometre direncindeki artışın nedeni otlatmadır. Başka bir söylemle merayı koruma hacim ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Hacim ağırlığındaki azalmanın bir nedeni de toprak organik maddenin artmasıdır. Çetiner ve ark., (2012) Çanakkale'nin Biga İlçesi Hacıpehlivan Köyü'ndeki yapay merada ağır otlatmanın hacim ağırlığını artırdığını belirlemiştir. Li ve ark. (2016), farklı düzeylerde bozulmuş ve korunan alpin merasında toprak özelliklerini araştırmıştır. Araştırmacılar korunan merada 0-10 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığının önemli düzeyde azaldığını, organik karbon kapsamının ise önemli düzeyde arttığını belirlemiştir. Bayat ve ark., (2017) İran'da Gonbad Havzası'ndaki merada otlatma yoğunluğu artıka hacim ağırlığı ve penetrometre direncinin arttığını saptamıştır. Balıkesir'in Bandırma ilçesi'ndeki merada topraklar yaş iken yapılan otlatmanın hacim ağırlığını ve penetrometre direncini artırdığı belirtilmiştir (Parlak ve ark., 2018). Merayı otlarken hayvanların çiğnemesi toprak fonksiyonlarında önemi olan toprak strüktüründe bozulmaya neden olur. Toprak strüktüründe bozulmanın toprak stabilitesi ve işlevlerine olumsuz etkileri vardır. Çiğnemeyle toprak sıkışmasının artması, toprak degradasyonu ve erozyon riskini artıracaktır. Korunan meraya göre otlatılan merada daha az kilin varlığı; toprağın ayrışma hızının daha yavaş olması, erozyon ve yüzey akışla ince kil partiküllerinin alandan taşınmasıyla ilgilidir (Shirazi ve ark., 2021).

Toprak organik maddesi agregat oluşumu ve stabilitesini etkiler. Organik madde ile suda stabil agregatlar arasında yakın ilişki vardır. Toprak agregat stabilitesi;

toprak tekstürü, kil minerolojisi, organik madde, katyonların cinsi ve kapsamı, Fe-Al oksitler ile kireçten etkilenir (Obalum ve ark., 2017). Korunan mera toprağındaki yüksek organik madde (%5.55)(Çizelge 1) kil partiküllerini erozyondan korur ve daha çok kil bağlanır(Ghorbani ve ark. 2021). Mofidi ve ark., (2013) Batı Azerbeycan'da İmam Kandi Havzası'ndaki korunan merada daha az kil ve silt olduğunu belirtmiştir. Korunan merada toprak pH'sındaki azalmanın nedenleri bitki köklerinin solunumu sonucunda CO₂ açığa çıkmasının yanısıra organik asitlerin de oluşmasıdır. Aynı zamanda mikroorganizmaların solunumu sonucunda da CO₂ açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan CO₂ toprak suyuyla birleşerek karbonik asit (H₂CO₃) oluşturmaktadır. Karbonik asit toprak pH'sının değişmesine neden olmaktadır(Mofidi ve ark. 2013; Ebrahimi ve ark. 2016; Shirazi ve ark., 2021). Araştırmada korunan merada belirlenen toprak pH'sının azalmasına benzer sonuçlar Mofidi ve ark., (2013); Ebrahimi ve ark., (2016); Shirazi ve ark., (2021) tarafından da saptanmıştır. Aynı zamanda otlatılan meradaki koyun ve keçilerin idrarı da toprak pH'sının değişmesine etkide bulunmuş olabilir. Otlatılan meralarda hayvan dışkısı ve idrarının dekarboksilasyon ve N dönüşüm sürecini etkileyerek toprak pH'sında değişikliğe neden olabildiği bildirilmiştir (Laurent ve ark., 2020). Rooney ve ark., (2006) asidik mera toprağına koyun idrarı uygulamasının toprak pH'sını artırdığını belirtmiştir. Tuzsuz topraklarda EC'deki değişimler toprak tekstürü, toprak nem içeriği ve katyon değişim kapasitesi (KDK) ile ilişkilidir(Suduth et al., 2005). Araştırma alanındaki toprakların EC'si < 4 dS m⁻¹ olduğundan tuzsuz sınıfına girmektedir (FAO, 2006). Korunan alandaki toprak EC'sinde artış olmuştur. Bunun nedeni KDK'nın artması olabilir (Mofidi ve ark., 2013). Ayrıca EC artışı, otlatılan merada parsellerdeki bitki örtüsü türü ve döküntüsü/ayrışması ile ilişkili olabilir. Ancak otlatmayla toprak EC' sinin değişmesi konusunda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bazı araştırmacılar merayı korumanın EC'yi düşürdüğünü(Ghorbani ve ark., 2021; Shirazi ve ark., 2021), bazıları da EC'yi değiştirmedini (Ebrahim ve ark., 2016) rapor etmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda otlatılan meraya göre korunan mera daha yoğun bitki örtüsüne sahiptir. Korunan alandaki yüksek organik madde ve iyi havalanma kapasitesi arasındaki ilişki bitki ve kök yoğunluğundan kaynaklanmış olabilir. Zhang ve ark., (2020) Kanada' da Rocky dağlarındaki araştırma istasyonundaki alanda 64 yıldır devam eden aşırı otlatmanın otlatılmayan alana göre toprak organik karbonunu azalttığını bildirmişlerdir. Ancak yapılan bir araştırmada (Yuan ve ark., 2020) Tibet permadon bölgesindeki merayı 10-14 yıl süreyle korumanın toprak özelliklerini (toprak organik karbonu ve toprak pH'sı) etkilemediği belirlenmiştir.

Toprak Özelliği	Korunan Mera	Otlatılan Mera	Eş Yapma T Testi (p)	Mann-Whitney U Testi (p)
Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	1.19 ± 0.07	1.32 ± 0.05	0.0000*	
Penetrometre Direnci (kg cm ⁻²)	2.34 ± 0.96	4.31 ± 0.39		0.0000*
Kil (%)	44.40 ± 1.34	41.24 ± 0.81	0.0000*	
Silt (%)	28.18 ± 2.34	29.41 ± 1.32		0.0760
Kum (%)	27.42 ± 2.51	29.35 ± 1.20		0.0464*
Bünye	Killi	Killi		
pH	5.97 ± 0.15	6.51 ± 0.12	0.0000*	
Elektriksel İletkenlik (EC) (dS m ⁻¹)	0.66 ± 0.06	0.44 ± 0.05		0.0000*
Organik Madde (%)	5.55 ± 0.54	5.00 ± 0.29	0.0060*	

* p < 0.05

Çizelge 1. Korunan mera ile otlatılan meradaki bazı toprak özelliklerinin karşılaştırılması (Ortalama±standart sapma)

Table 1. Comparison in some soil properties of enclosed and grazed rangelands (Mean±standard deviation)

SONUÇ

Bu araştırmada Çanakkale Karacaören Köyü'nde uzun süreli korunan ve otlatılan meraların bazı fizikokimyasal toprak özellikleri karşılaştırılmıştır. Otlatılan mera, korunan meraya göre daha fazla hacim ağırlığı, penetrometre direnci, kum ve pH'ya sahipken, daha az kil, elektriksel iletkenlik ve organik maddeye sahip olmuştur. Elde edilen sonuçlar; otlatılan mera ile karşılaştırıldığında, 42 yıldır korunan merada fizikokimyasal toprak özelliklerinin daha iyi olduğunu ortaya koymuştur. Halen kullanılabilir durumda olan az sayıdaki mera alanlarının korunumu ve sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, mera ıslah ve yönetim programlarında yer alan özellikle toprak iyileştirme yöntemleri uygulanmalıdır. Örneğin; hayvan üreticilerinde farkındalık eğitimleri, kontrollü/planlı otlatma, eş verim gücüne sahip parsellere bölme, otlatma dönemlerinin yönetimi, çiğneme zararını önlemek için otlatmaya başlama ve son verme zamanının belirlenmesi, toprakta sıkışmanın önlenmesi açısından havalandırmayı artırıcı hafif kültüvasyon işlemleri veya ekosistem düzenini bozmayan ancak toprağın havalanmasını artırıcı bitki türleri ile

mera alanının desteklenmesi gibi mera yönetim ve ıslah uygulamalarının en kısa sürede pratiğe dönüştürülmesi gereklidir. Mera yönetim ve ıslah programlarının en kısa zamanda pratiğe dönüştürülmesi sayesinde kullanılmakta olan meranın sürdürülebilirliği sağlanabilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: Author ST (%10), AÖP (%70), MP (%20)

Veri Toplanması: ST (%30), AÖP (%40), MP (%30)

Veri Analizi: ST (%20), AÖP (%20), MP (%60)

Makalenin Yazımı: ST (%15), AÖP (%15), MP (%70)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: ST (%5), AÖP (%25), MP (%70)

KAYNAKLAR

- Akar, Ö., Oğuz, İ., Taşyürek, T., Karaer, F., 2015. Mera alanlarında bitkilendirme, koruma ve gübrelemenin toprak özellikleri, nem korunumuna ve toprak kayıplarına etkisinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (3): 1-11. doi:10.13002/jafag787
- Bakoğlu, A., Gökkuş, A., 2002. Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması II. Toprak özelliklerinin karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1): 49-57.
- Bayat, H., Sheklabadi, M., Moradhaseli, M., Ebrahimi, E., 2017. Effects of slope aspect, grazing, and sampling position on the soil penetration resistance curve. *Geoderma*, 303: 150-164. doi:10.1016/j.geoderma.2017.05.003
- Birl, L., Morrison, J.E., 2002. Soil penetrometers and penetrability. In: J.H. Dane, G.C. Topp. (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods*. SSSA Book Series 5. Madison, Wisconsin, USA. pp. 363-388.
- Cheng, J., Jing, G., Wei, L., Jing, Z., 2016. Long-term grazing exclusion effects on vegetation characteristics, soil properties and bacterial communities in the semi-arid grasslands of China. *Ecological Engineering*, 97: 170-178. doi:10.1016/j.ecoleng.2016.09.003
- Çetiner, M., Gökkuş, A., Parlak, M., 2012. Yapay bir merada otlatmanın bitki örtüsü ve toprak özelliklerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2): 80-88. doi:10.7161/anajas.2012.272.80
- De Grijter, J.J., 2002. Sampling. In: J.H. Dane, G.C. Topp. (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods*. SSSA Book Series 5. Madison, Wisconsin, USA. pp. 45-79.
- Ebrahimi, M., Khosravi, H., Rigi, M., 2016. Short-term grazing exclusion from heavy livestock rangelands affects vegetation cover and soil properties in natural ecosystems of southeastern Iran. *Ecological Engineering*, 95:10-18. doi:10.1016/j.ecoleng.2016.06.069
- FAO, 2006. *Guidelines for soil description*, 4th Edition. FAO, Rome. 110 pp.
- Fırıncioğlu, H.K., Adıgüzel, N., Bani, B., Şahin, B., 2010. Assessment of grazing effect on two sub-shrubs (*Astragalus schottianus* and *Thymus sipyleus*) dominated mountain Bozoğlan grasslands in the semi-arid Central-Southern Anatolian Region of Turkey. *Arid Land Research and Management*, 24: 282-300. doi:

- 10.1080/15324982.2010.502915
- Gee, G.W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. In: J.H. Dane, G.C. Topp. (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods. SSSA Book Series 5.* Madison, Wisconsin, USA. pp.255-293.
- Ghorbani, A., Dadjou, F., Moameri, M., Fekri, A., Andalibi, L., Biswas, A., Moghadam, S., M., Sharifi, J., 2021. Effect of grazing exclusion on soil and vegetation characteristics in desert steppe rangelands: a case study from north-western Iran. *Arid Land Research and Management*, 35: 213-229. doi: 10.1080/15324982.2020.1850542
- Gökkuş, A., Alatürk, F., Özasan Parlak, A., 2011. Çanakkale’de otlatma alanlarının hayvancılıktaki önemi. Çanakkale Tarımı Sempozyumu (Dünü, Bugünü ve Geleceği). 71-79, 10-11 Ocak, Çanakkale.
- Grossman, R.B., Reinsch, T.G., 2002. Bulk density and linear extensibility. In: J.H. Dane, G.C. Topp. (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods. SSSA Book Series 5.* Madison, Wisconsin, USA. pp. 201-228.
- Ibanez, J., Valderrama, J.M., Papanastasis, V.E., Evangelou, C., Puigdefabregas, J., 2014. A multidisciplinary model for assessing degradation in Mediterranean rangelands. *Land Degradation and Development*, 25: 468-482. doi:10.1002/ldr.2165
- Kapur, S., Tükel, T., Çavuşgil, V.S., Kaya, Z., Yeşilsoy, M.Ş., 1984. Ulukışla’da otlatılan ve otlatılmayan, topoğrafik, ana kaya ve yöney özellikleri aynı olan toprak profillerinin kil minerolojilerinin karşılaştırılması. 1. Ulusal Kil Simpozyumu Bildirileri. 410-419, 21-26 Şubat, Adana.
- Lai, L., Kumar, S., 2020. A global meta-analysis of livestock grazing impacts on soil properties. *Plos One*15(8): e0236638. doi:10.1371/journal.pone.0236638.t002
- Laurent, C., Bravin, M. N., Crouzet, O., Pelosi, C., Tillard, E., Lecomte, P., Lamy, I., 2020. Increased soil pH and dissolved organic matter after a decade of organic fertilizer application mitigates copper and zinc availability despite contamination. *Science of the Total Environment*, 709: 135927. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135927
- Li, H., Zhang, F., Mao, S., Zhu, J., Yang, Y., He, H., Li, Y., 2016. Effects of grazing exclusion on soil properties in Maqin alpine meadow, Tibetan Plateau, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(4): 1583-1587. doi: 10.15244/pjoes/62099
- MGM, 2021. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Çanakkale ili iklim verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=CANAKKALE> (Erişim tarihi: 24 Haziran 2021).
- Minitab, I. 2010. Minitab 16 Statistical Software. State College: PA: Minitab, Inc.
- Mofidi, M., Jafari, M., Tavili, A., Rashbari, M., Alijanpour, A., 2013. Grazing exclusion effect on soil and vegetation properties in Imam Kandi Rangelands, Iran. *Arid Land Research and Management*, 27: 32-40. doi:10.1080/15324982.2012.719575
- Nelson, R.E., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston, M. E. Sumner.(Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. Print ISBN: 97808911. pp.961-1010.
- Obalum, S.E., Chibuikwe, G.U., Peth, S., Ouyang, Y., 2017. Soil organic matter as sole indicator of soil degradation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189: 176. doi: 10.1007/s10661-017-5881-y.
- Okay, A.I., Siyako M., Bürkan K.A., 1990. Biga Yarımadası’nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 2 (1): 83-121.
- Özaslan Parlak, A., Gökkuş, A., Demiray, H.C., 2011. Soil seed bank and aboveground vegetation in grazing lands of Southern Marmara, Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanicae Cluj-Napoca*, 39(1): 96-106. doi: 10.15835/nbha3915844
- Özgül, M., Öztaş, T., 2002. Overgrazing effect on rangeland soil properties. *International Conference on Sustainable Land Use and Management*, 290-295, 10-13 June, Çanakkale-Turkey.
- Parlak, M., Türkmen, C., Özasan Parlak, A., Gökkuş, A., Hanoğlu Oral, H., 2018. Kış merasında otlatmanın toprağın bazı özelliklerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2): 101-108.
- Ren, G., Wang, C., Dong, K., Zhu, H., Wang, Y., Zhao, X., 2018. Effects of grazing exclusion on soil vegetation relationships in a semiarid grassland on the Loess Plateau, China. *Land Degradation and Development*, 29: 4071-4079. doi:10.1002/ldr.316
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston, M. E. Sumner.(Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. Print ISBN: 97808911. pp.417-435.

- Rooney, D., Kennedy, N., Deering, L., Gleeson, D., Clipson, N., 2006. Effect of sheep urine deposition on the bacterial community structure in an acidic upland grassland soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(11): 7231-7237. doi:10.1128/AEM.00926-06
- Shirazi, S.S.D., Ahmadi, A., Abdi, A., Toranj, H., Khaleghi, M.R., 2021. Long-term grazing enclosure: implications on water erosion and soil physicochemical properties(case study: Bozdaghin rangelands, North Khorasan, Iran). *Environmental Monitoring and Assessment*, 193: 51. doi:10.1007/s10661-020-08819-9
- Sönmez, K., 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 169, 192 sayfa, Erzurum.
- Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., Wiebold, W.J., Batchelor, W.D., Bollero, G.A., Bullock, D.G., Clay, D.E., Palm, H.L., Pierce, F.J., Schuler, R.T., Thelen, K.D., 2005. Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46: 263-283. doi.org/10.1016/j.compag.2004.11.010
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. In: D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston, M. E. Sumner.(Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. ISBN Print: 97808911. pp.475-490.
- Wang, L., Gan, Y., Wiesmeier, M., Zhao, G., Zhang, R., Han, G., Siddique, K.H.M., Hou, F., 2018. Grazing exclusion-an effective approach for naturally restoring degraded grasslands in Northern China. *Land Degradation and Development*, 29: 4439-4456. doi:10.1002/ldr.3191
- Qasim, S., Gul, S., Shah, M.H., Hussain, F., Ahmad, S., Islam, M., Rehman, G., Yaqoob, M., Shah, S.Q., 2017. Influence of grazing enclosure on vegetation biomass and soil quality. *International Soil and Water Conservation Research*, 5: 62-68. doi:10.1016/j.iswcr.2017.01.004
- Yalçın, E., Doğan, A., Akçin, A., 2016. Effects of grazing on soil parameters in meadow ecosystems. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 44 (2): 161-171.doi: 0.15671/HJBC.20164418124
- Yuan, Z.Q., Epstein, H., Li, G.Y., 2020. Grazing exclusion did not effect soil properties in alpine meadows in the Tibetan permafrost region. *Ecological Engineering*, 147: 105657. doi:10.1016/j.ecoleng.2019.105657
- Zhang, Y., Gao, X., Hao, X., Alexander, T.W., Shi, X., Jin, L., Thomas, B.W., 2020. Heavy grazing over 64 years reduced soil bacterial diversity in the foothills of the Rocky Mountains, Canada. *Applied Soil Ecology*, 147: 103361. doi:10.1016/j.apsoil.2019.09.011



Effect of Pulse Subsurface Drip Irrigation on Yield and Quality Parameters of Silage Maize (Zea Mays L.)

Yüzeyaltı Damla Sulamada Fasıllı Sulama Uygulamalarının Silajlık Mısırdaki Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi

Rohat GÜLTEKİN¹ Ahmet ERTEK²

¹Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute, Ankara
• rohatgultekin@gmail.com • ORCID > 0000-0001-9834-4765

²Isparta University of Applied Sciences, Agriculture Faculty, Isparta
• ahmetertek@isparta.edu.tr • ORCID > 0000-0003-1443-8815

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 26 Eylül / September 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 27 Nisan / April 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 459-478

Atıf/Cite as: Gültekin, R., Ertek, A. "Effect of Pulse Subsurface Drip Irrigation on Yield and Quality Parameters of Silage Maize (Zea Mays L.)" Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 459-478.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Rohat GÜLTEKİN

YÜZEYALTI DAMLA SULAMADA FASILALI SULAMA UYGULAMALARININ SİLALIK MISIRDA VERİM VE KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

ÖZ:

Ankara koşullarında yürütülen çalışmada, yüzeyaltı damla sulamada fasillalı (kesintili) sulama uygulamalarının silajlık mısırdaki verim ve kalite parametrelerine etkisi incelenmiştir. Toprakta yarayışlı suyun %30'u tüketildiğinde mevcut nemli tarla kapasitesine getirmek için gerekli sulama suyu F0: tek seferde, F1: bir kesintiyle F2: iki kesintiyle, F3: üç kesintiyle uygulanmıştır. Toprakta nem dağılımını izlemek için toprağın 0.35 m derinliğine gömülü lateral hattındaki damlatıcı noktasından 5-20-35 cm yatay uzaklıkta ve toprağın 0-30, 30-60, 60-90 cm derinliklerinden nötron metre cihazı ile her sulamadan bir gün sonra nem ölçümleri yapılmıştır. İki yıllık ortalamalara göre, su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) açısından uygulamalar arasında farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Buna göre iki sulama arası kesinti süresi arttıkça WUE ve IWUE de artmıştır. Sulama uygulamalarının silaj (yeşil ot) verimi üzerinde önemli bir etkisi bulunmazken, bazı kalite parametrelerinde (bitki boyu, koçan ağırlığı, gövde ağırlığı, ham kül) istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. En yüksek ve en düşük taze silaj verimi, bitki boyu, bitki başına koçan sayısı, gövde ağırlığı, yaprak ağırlığı, kuru madde oranı, ham kül oranı ve ham protein oranı sırasıyla 8768.9-8064.9 kg da⁻¹, 2.44-2.34 m., 1.28-1.13, 0.438-0.374 kg., 0.234-0.212 kg, 41.5%-39.0%, 7.2%-5.2% ve %7.0-6,7 olarak elde edilmiştir. Araştırmada en iyi su dağılımının iki sulama arası süresinin en fazla olduğu F1 uygulamasında sağlandığı belirlenmiş ve bu konu önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aralıklı Sulama, Su Kullanım Etkinliği, Basınçlı Sulama, Mısır.



EFFECT OF PULSE SUBSURFACE DRIP IRRIGATION ON YIELD AND QUALITY PARAMETERS OF SILLAGE MAIZE (ZEA MAYS L.)

ABSTRACT

In the study carried out in Ankara conditions, the effect of pulse (intermittent) irrigation applications in subsurface drip irrigation on yield and quality parameters of silage maize was investigated. When 30% of the available water in the soil was consumed, the irrigation water required to bring the available moisture to the field capacity was applied with F0: one irrigation, F1: one cut F2: two cuts, F3: three cuts. Irrigation time was kept equal to the interruption period in intermittent irrigation. According to the two-year average findings, the differences between the

applications in terms of water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) were found to be statistically significant ($p < 0.05$). Accordingly, WUE and IWUE increased as the cut off time between two irrigations increased. While irrigation practices did not have a significant effect on fresh silage yield, statistical differences were found in some quality parameters (plant height, cob weight, stem weight, crude ash). Highest and lowest fresh silage yield, plant height, number of cob per plant, stem weight, leaf weight, dry matter ratio, crude ash ratio and crude protein ratio were obtained as 8768.9-8064.9 kg da⁻¹, 2.44-2.34 m., 1.28-1.13, 0.438-0.374 kg., 0.234-0.212 kg, 41.5%-39.0%, 7.2%-5.2% and 7.0%-6.7%, respectively. In the study, it was determined that the best water distribution was achieved in the F1 treatment, where the interval between irrigations was the longest, and this treatment was suggested.

Keywords: Intermittent Irrigation, Water Use Efficiency, Pressurized Irrigation Corn.



INTRODUCTION

Irrigation water is one of the most important needs for sustainable, high and quality production in agriculture. The decrease in irrigation water potential as a result of agricultural drought and the increase in water demand due to the increasing population necessitates the efficient use of water resources. Approximately 77% of the water resources used in agriculture in Türkiye. However, with the population growth and the increase in irrigated areas in agriculture, water demand is increasing among sectors. This situation makes water saving important in agriculture (Çakmak and Gökalp, 2011)

Various irrigation methods have been tried from past to present for optimum water use in agriculture. The main purpose of irrigation is to provide the highest efficiency with optimum irrigation without creating water stress in the plant root area. For this reason, ways to reduce water losses such as deep infiltration, runoff, evaporation are sought in irrigation studies. Subsurface drip irrigation is one of the methods developed for the most efficient use of water. Determining the water behaves in vertical and horizontal direction in the soil profile are issues that need to be known in order to meet the optimum plant water requirements.

Subsurface drip irrigation provides a better efficiency in irrigation compared to surface drip irrigation as it reduces evaporation from the soil surface. In addition, since the laterals are located in the plant root zone, the plants benefit better from water and fertilizers. On the other hand, some studies have reported that subsurface drip irrigation has a lower wetting area than surface drip irrigation (Camp et

al., 2000; Lamm, 2002). This situation may lead to limited development especially on the root system of frequently planted plants and decrease in yield and quality. In order to eliminate this problem, it was thought that the water should be cut and given intermittently (Mohammed and Abed, 2020; Vyrlas and Sakellariou-Makrantonaki, 2005; Bakeer et al., 2009). In the pulse irrigation method, the irrigation water is not given at once, but by dividing into certain amounts and time intervals. Vyrlas and Sakellariou-Makrantonaki (2005), reported that intermittent drip irrigation increases sugar beet yield and sugar content and Bakeer et al. (2009), reported that intermittent drip irrigation increases yield and water use efficiency of potato.

Corn, which is used as fresh for human and animal nutrition, has had a very wide usage area with the developing industry. It is used primarily in canned food, snacks, oil, fuel, flour and derivatives (Özata et al., 2016). 75% of produced corn in Türkiye used for forage industry, 20% for food industry and 5% for oil production and for seed (Anonymous, 2020a).

In the study, the possibility of providing a better water use efficiency in the soil by continuous and intermittent irrigation was investigated. Accordingly, the effect on yield and quality parameters of silage maize was investigated by providing a better water distribution in the soil without the plant experiencing water stress.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Site Description

This study was carried out between 2019-2020 years in General Directorate of Agricultural Research and Policies, Soil Fertilizer and Water Resources Research Center Institute Sarayköy Research and Application Station in the Kahramankazan district of Ankara Province of Türkiye (Figure 1). The experimental area is located between $+40^{\circ}04'30.7''$ N latitude and $+32^{\circ}36'24.0''$ E longitude.

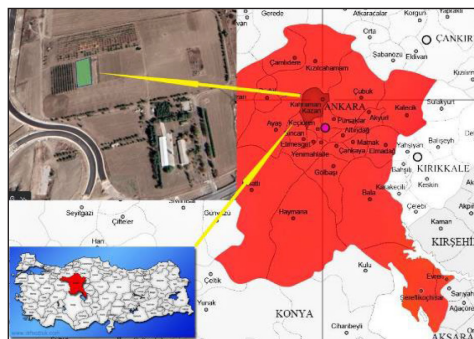


Figure 1. Trial location

In the province of Ankara, precipitation usually occurs during the winter months, falling as snow and slush. The most rainfall occurs in May and December. The period when it is covered with snow varies between 20-30 days. The average annual precipitation amount is 387 mm, the months of July and August are the hottest and driest months. The highest temperature measured in the region is 41 °C, the lowest temperature is -24.9 °C and the annual average temperature is 11.9 °C.

Soil samples were taken at depths of 0-0.3 m, 0.3-0.6 m and 0.6-0.9 m before the experiment to determine the properties of the soil.

2.2. Experimental Design and Cultural Practices

The field experiment was conducted using a random blocks design with four irrigation treatments and three replications. The plot size was determined as 3.5 m x 6 m (WxL). Silage corn variety ADA 9516 developed by Sakarya Corn Research Institute was used in the study. In order to prevent side effects that may occur through infiltration after irrigation, 2.0 m of non-irrigated area was left between the parcels and 3.0 m between the blocks.

The experimental area was prepared for planting in spring by plowing with a plow and a rake, after deep plowing in autumn. Silage maize seeds were sown with the seed drill at 0.70 m between row and 0.15 m above row. In the first year of the trial, the silage corn was planted on May 2, 2019 and the harvest was on September 11, 2019. In the second year of the experiment, the sowing was done on April 30, 2020, while the harvest was done on September 7, 2020.

Fertilization was done according to soil analysis in both years of the research. In the first year of the experiment, 25 kg da⁻¹ Diammonium Phosphate (DAP) fertilizer was applied with the planting. On 1 July 2019, 25 kg da⁻¹ Ammonium Sulphate (AS) fertilizer was applied by fertigation method. In the second year of the study, 25 kg da⁻¹ DAP fertilizer was applied with planting, while 10 kg da⁻¹ AS fertilizer was applied with the irrigation system on 20 July 2020.

In both years of the study, hoeing was done when the corn plants had 2-3 leaves. In the second year of the study, weed spraying was carried out in May.

2.3. Irrigation

Subsurface drip irrigation system was used in the experiment. Irrigation water was provided from the well in the research area. Irrigation system consisted of pump, hydrocyclone, injection pump, screen filter, manometers, pressure regulator, main valve, control valves of each parcel, water meters, manifold pipelines, lateral pipelines with in-line drippers.

In the irrigation system, lateral pipes with 20 mm diameter and a dripper spacing of 0.33 m were used. The laterals were placed at a depth of 0.35 m from the soil surface (Bilgen and Kodal 2019) and placed one lateral per plant row (Lamm, 1997; Lamm, 2003).

Irrigation subjects in the research were formed as follows.

F0- giving the irrigation water at one time (without interruption),

F1- giving the irrigation water in two stages (one cut),

F2- giving the irrigation water in three stages (two cuts),

F3- giving the irrigation water in four stages (three cuts)

In the study carried out, when $30 \pm 5\%$ of the extent water capacity at 0-0.6 m soil depth was consumed (Ry), the available soil water was completed to the field capacity (Bilgen and Kodal 2019). Irrigation was started when the plants had 5-6 leaves and ended when the corn kernels were observed to mature (Demir et al., 2018).

In determining the soil moisture content, 0-30 cm of the soil was measured by gravimetric method and 30-60, 60-90 cm was measured by neutron meters. Before starting irrigation, the calibration equation was obtained by plotting the neutron meter values read from the same depths with the values obtained by gravimetric method. Calibration equations obtained for each depth are used in converting neutronmeter readings into true moisture values. The principles stated in (Tüzün, 2006) were taken into consideration for the neutronmeter calibration performed in the experimental area.

Equation 1 has been used in calculating the amount of irrigation water (volumetric) applied to the parcels.

$$\theta_h = a + b(SO) \quad (1)$$

$$SO = \frac{S}{SS} \quad (2)$$

Where, θ_h , soil volumetric water content (%); a, calibration curve constant; b, slope of the calibration line; SO, count rate; S, neutron meter count-reading value; SS is the standard count value.

Conversion of the obtained volumetric water content to mm for each soil depth (0-3,0.3-0.6,0.6-0.9) m;

$$AM = \theta_h \cdot \gamma_t \cdot \frac{D}{10} \quad (3)$$

In equality; AM: available moisture (mm); γ_t : volume weight of soil (g cm⁻³); D: depth of soil to be wetted (mm).

The amount of irrigation water to be applied:

$$I = \frac{FC-AM}{100} \cdot \gamma_t \cdot D \quad (4)$$

Where, I: net amount of irrigation water (mm); FC: field capacity (%); AM: available moisture (%); γ_t : soil bulk density (g cm⁻³); D: depth of soil to be wetted (mm).

Equations suggested by Howell et al. (1990) were used in determining water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE).

$$WUE = \frac{Y}{ET_c} \quad (5)$$

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (6)$$

Where, Y: yield (kg da⁻¹); ET_c: crop water consumption (mm)

The daily actual evapotranspiration amounts for the silage maize plant during the growing season were calculated with the following equation according to the water budget method. (Jensen vd., 1990).

$$ET_c = I + P + C_r - D_w - R_f \pm \Delta S \quad (7)$$

where;

ET_c: Crop water consumption (mm),

I: The amount of water given by irrigation (mm),

P: amount of precipitation (mm),

C_r : Capillary amount (mm),

Dw: Amount of penetration (mm)

R_r : Runoff amount (mm),

ΔS : Moisture change amount in the soil (mm).

Since there is no ground water problem in the experimental area, capillary rise (C_r) was not taken into account.

2.4. Plant observations and measurements

In the study, in order to determine the effects of intermittent irrigation applications on the silage maize, the parameters of fresh silage yield, dry matter ratio, plant height, number of cob, first cob height, cob weight, stem weight, leaf weight, crude ash ratio and crude protein ratio were measured. Plant observations in the research were made according to the Technical Instruction for Measuring Corn Agricultural Values (MAV) Trials of the Seed Registration and Certification Center (Anonymous, 2020b). Crude ash and Crude protein analyzes were carried out according to the standards specified in the AOAC (1995). Accordingly, in order to eliminate the edge effect in the plots, a row of plants on all sides has been omitted. Measurements were made by randomly sampling 20 plants from the remaining plants..

2.5. Statistical analysis

Data obtained from the study were analyzed for variance using SPSS v25 computer package program. The significance levels were determined by performing the Duncan test for the treatments in which the differences were found to be statistically significant ($P < 0.05$) (Biswas et al., 2015).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Climate and Soil Data

The climate data were obtained from the climate station located in the experimental area. Climate data for the year and months in which the research was conducted are given in Table 1. The long-term climate data of the experimental area were obtained from the General Directorate of Meteorology (Anonymous, 2020c). In the first year of the experiment, the rains were observed in May-June-July, while in the second year of the study, only in May and June.

Table 1. Meteorological data for the field of the trial

Year	Months	Temperature Values (°C)			Total Precipitation (mm)	Average Relative Humidity (%)
		Avr.	Max.	Min.		
2019	May	16.1	24.4	8.2	23.2	68.5
	June	20.6	29.8	13.2	52.6	68.3
	July	21.8	30.2	13.0	18.8	52.7
	August	23.2	31.8	14.9	2.0	46.8
	September (11 days)	21.7	30.1	13.4	0.4	45.7
	Seasonal	20.7	29.3	12.5	97.0	56.4
2020	May	15.1	23.9	6.5	34.6	60.6
	June	19.4	27.7	11.3	24.4	61.1
	July	24.7	33.7	15.1	0.8	46.3
	August	23.7	33.1	14.0	0.0	40.0
	September (7 days)	24.0	39.3	12.2	0.0	39.1
	Seasonal	21.4	31.5	11.8	59.8	49.4
Long years average (1927-2020)	May	16.0	22.4	9.7	52.0	50.0
	June	20.0	26.7	12.9	35.3	46.0
	July	23.4	30.3	15.8	14.2	38.0
	August	23.4	30.4	16.0	12.5	38.0
	September	18.9	26.1	11.8	18.1	41.0
	Seasonal	20.3	27.2	13.2	132.1	42.6

(Anonymous, 2020c)

According to long-term average climate data, there was 26% less rainfall in the first year of the study and about 55% less rainfall in the second year. While 97.0 mm of precipitation occurred in the first year of the trial, 58.4 mm of precipitation occurred in 2020. There was no rainfall above the effective rain in either year of the study. On the other hand, the temperature and relative humidity values were above the long-term averages.

Soil analysis were carried out to determine the available water capacity in the soil and to arrange the appropriate drip irrigation system. According to the analysis results, some properties of the soil in the trial area are given in Table 2.

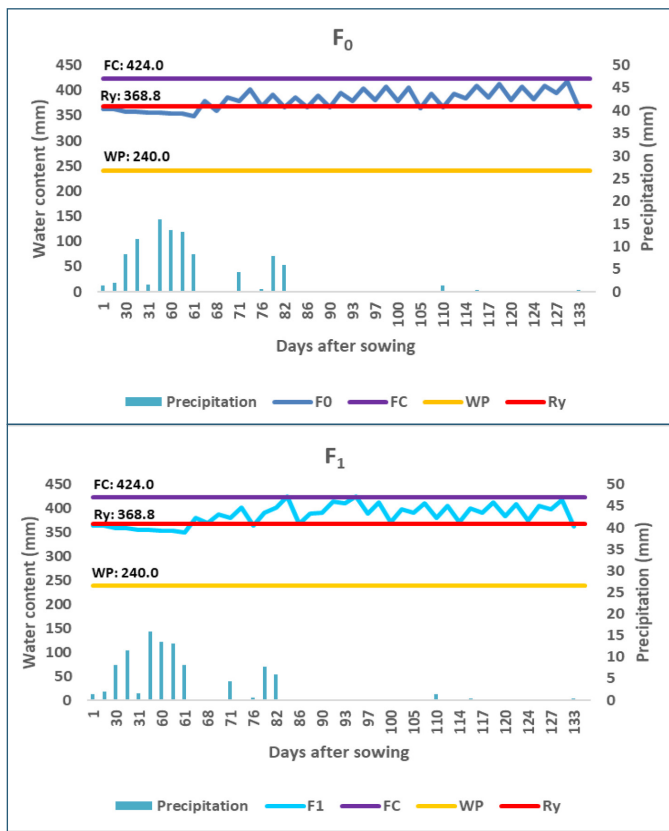
Table 2. Some physical properties of the trial field soil

Depth (m)	Sand (%)	Loam (%)	Clay (%)	Texture	Soil Bulk Density (g cm ⁻³)	Field Capacity		Wilting Point		Available Water Content (mm)
						%	mm	%	mm	
0.0-0.3	16.90	31.20	51.90	C	1.18	40.0	142	22.3	79	63
0.3-0.6	12.80	32.00	55.20	C	1.15	40.3	138	23.7	81	57
0.6-0.9	11.70	34.30	54.00	C	1.19	42.2	150	24.0	87	63

The soil texture is clay (C). As seen in Table 2, the bulk density of the soil at a depth of 0-0.6 m varies between 1.15-1.19 g cm⁻³, the moisture content of the soil at field capacity varies between 40.0-42.2% and the wilting point between 22.3-24.0%. The available water capacity of the soil is 120 mm / 0.6 m.

3.2. Irrigation, Yield and Water Use Efficiencies

The graph of water change in the soil for both years of the study according to irrigation treatments is given in Figure 2 and Figure 3



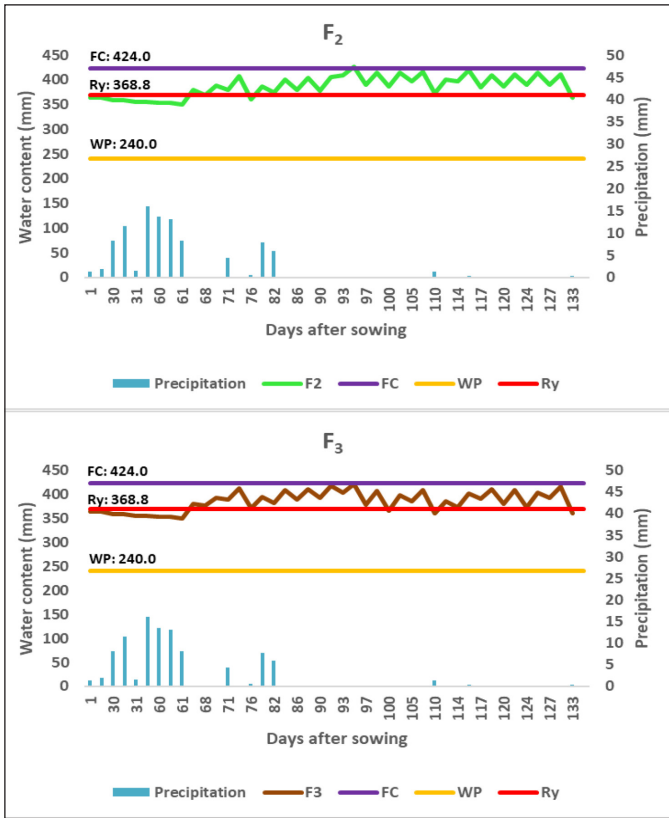
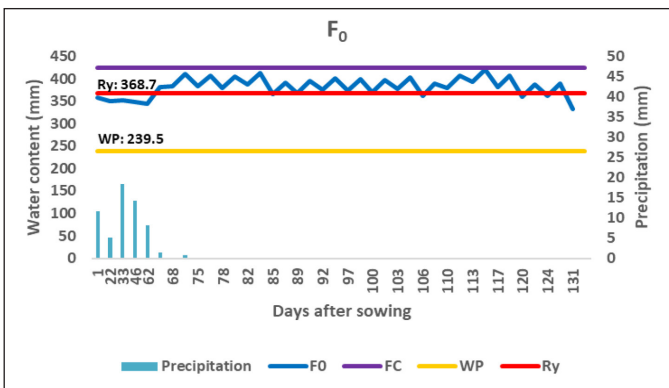


Figure 2. Water change in the soil according to irrigation issues in 2019 Where; FC is field capacity, WP is wilting point; Ry is amount of water allowed to be consumed



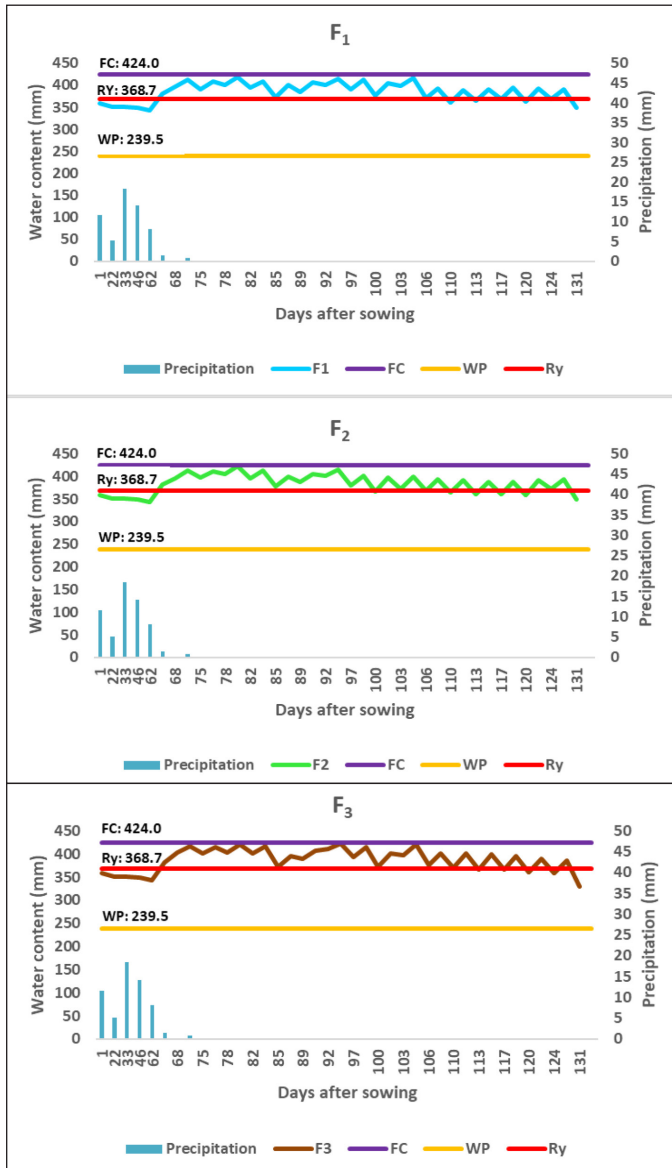


Figure 3. Water change in the soil according to irrigation issues in 2020 Where; FC is field capacity, WP is wilting point; Ry is amount of water allowed to be consumed

In the study carried out, when $30\pm 5\%$ of available soil water content in 0-60 cm soil depth is consumed, irrigation water was applied until it was brought to field capacity (Bilgen and Kodal 2019). Irrigation was started when the plants had 5-6 leaves and when it was seen that the grains passed from the milk stage to the cheese stage, the irrigation was terminated (Demir et al., 2018). In both years of the study, 16 irrigations were carried out. In the first year of the study, 436.4 mm irrigation water was applied for F_0 where irrigation water was applied at once, 399.5 mm for F_1 , where water was applied in one interval, 415.7 mm for F_2 where water was applied in two intervals, and 425.5 mm for F_3 where water was applied in three intervals. Plant water consumption (ET) amounts were also obtained as 546 mm, 540 mm, 536 mm and 541 mm for F_0 , F_1 , F_2 and F_3 treatments, respectively. In the second year of the study, 456.5, 390, 396.0 and 403.7 mm irrigation water was applied on F_0 , F_1 , F_2 and F_3 , respectively. Plant water consumption amounts were obtained as 546 mm, 459 mm, 462 mm and 481 mm for F_0 , F_1 , F_2 and F_3 treatments, respectively. When the soil moisture graphs in Figure 2 and Figure 3 are examined, it is seen that the available water content in the soil does not fall below the R_y level during the irrigation period. Accordingly, water stress on the plant was not allowed in all irrigation treatments.

Irrigation water amount in corn, which is a plant with high water demand, may vary from region to region depending on irrigation method and climate conditions. In similar studies, it is seen that regional differences affect the amount of irrigation water applied. Karaşahin (2014) compared different irrigation methods and plant density in the corn plant in his study. Accordingly, irrigation water was applied between 402-498 mm in the first year and 480-590 mm in the second year in subsurface drip irrigation. In the study conducted in Eskişehir conditions, the irrigation amount was found between 333-618 mm (Uygan, 2017). In a study conducted in China, the amount of irrigation water was reported to be between 224 and 346 mm (Zhou et al., 2018). Couto et al. (2013) reported that they applied irrigation water between 497-570 mm in their study. When the research findings were compared, the results were similar to Karaşahin (2014) and Uygan (2017), but differed from other studies. It can be said that climatic conditions, differences in irrigation method and plant variety affect the amount of irrigation water applied.

Table 3. WUE and IWUE values

Irrigation Treatments	2019		2020		2019-2020	
	WUE ^{NA}	IWUE ^{NA}	WUE ^{**}	IWUE ^{**}	WUE [*]	IWUE ^{**}
F_0	14.9	18.7	14.6 c	17.3 c	14.8 c	18.5 c
F_1	16.8	21.5	19.5 a	22.9 a	18.2 a	21.9 a
F_2	16.1	20.8	19.0 a	22.2 a	17.5 ab	20.9 ab
F_3	15.6	19.8	17.3 b	20.6 b	16.4 b	19.6 bc

When Table 3 is examined, the differences in the level of treatments in the two-year average WUE and IWUE values were found to be statistically significant. Accordingly, F₁ and F₂ treatments came to the fore in the two-year average WUE and IWUE values. While the highest average WUE value was obtained in F₁ with 18.2 kg m⁻³, the lowest WUE value was obtained in F₀ with 14. kg m⁻³. In irrigation water use efficiency, the highest IWUE was obtained with 21.9 kg m⁻³ in F₁ and the lowest IWUE with 18.5 kg m⁻³ in F₀.

In similar studies, WUE values were determined by Gezer (2012), Dağdelen et al. (2010) and Kiziloglu et al. (2009) as 14.52 kg m⁻³, 11.97-10.22 kg m⁻³ and 14.76-15.04 kg m⁻³ respectively. Gezer (2012), Şimşek et al., (2011), Dağdelen et al., (2010), Arıtürk (2008) reported the IWUE value as 17.93-23.0 kg m⁻³, 6.49-8.44 kg m⁻³, 10.57-12.24 kg m⁻³ and 19.56-21.92 kg m⁻³, respectively. The WUE and IWUE values obtained in the study were similar to Dağdelen et al. (2010), Arıtürk, (2008) and Kiziloglu et al. (2009) while the values were higher than other studies. The plant variety used in the research, the differences in the irrigation method and the climate difference can be the reason for the differences in the findings.

3.3. Plant Measurements

The yield and variance values of some plant parameters obtained in the study are given in Table 4.

Table 4. Some measurement values of corn plant

Year	Treatments	Fresh Silage Yield (kg da ⁻¹)	Dry Matter Ratio (%)	Plant Height (m)	Number of Cob (per plant)	First Cob Height (m)	Cob Weight (kg)	Stem Weight (kg)	Leaf Weight (kg)	Crude Ash Ratio (%)	Crude Protein Ratio (%)
2019	F ₀	8151.5	40.5	2.34 b	1.10	1.13	0.256 b	0.387 b	0.213	5.1 b	6.7
	F ₁	8589.7	40.8	2.42 ab	1.37	1.17	0.266 ab	0.446 a	0.224	7.2 a	7.0
	F ₂	8631.0	36.9	2.72 a	1.27	1.05	0.273 a	0.457 a	0.218	7.6 a	6.6
	F ₃	8415.0	41.1	2.39 ab	1.33	1.12	0.260 b	0.431 ab	0.237	7.2 a	6.5
2020	F ₀	7978.3 b	41.9	2.34 b	1.17	1.07	0.267 ab	0.360 b	0.211	5.4 c	6.7
	F ₁	8948.2 a	41.5	2.45 a	1.20	1.06	0.274 a	0.429 a	0.236	7.3 a	6.5
	F ₂	8776.4 a	41.1	2.39 ab	1.13	1.05	0.269 a	0.418 a	0.235	6.5 ab	7.1
	F ₃	8314.9 ab	41.9	2.31 b	1.13	0.95	0.259 b	0.384 ab	0.230	5.7 bc	7.5
2019-2020 Average	F ₀	8064.9	41.2	2.34 b	1.13	1.10	0.261 b	0.374 c	0.212	5.2 c	6.7
	F ₁	8768.9	41.2	2.43 a	1.28	1.11	0.270 a	0.437 a	0.231	7.2 a	6.8
	F ₂	8703.7	39.0	2.44 a	1.20	1.05	0.271 a	0.438 a	0.227	7.0 ab	6.8
	F ₃	8365.0	41.5	2.35 b	1.23	1.03	0.259 b	0.407 b	0.234	6.4 b	7.0

In the variance analysis of the two-year average fresh silage yield values, the yield differences compared to the subjects were found to be statistically insignifi-

cant. The highest two-year average yield value was obtained in F_1 with 8768.9 kg da^{-1} . Silage corn is a plant with high yield loss when water is restricted (Çamoğlu vd., 2011; Moussa vd., 2008; Song vd., 2019). In similar studies conducted, Akdeniz et al. (2004), Yıldız et al. (2017), Kardeş (2014) and Demir et al. (2020) reported the highest yield values as 7608.5 kg/da, 13477 kg da^{-1} , 900 kg da^{-1} , 10420 kg da^{-1} , respectively. The findings obtained in the study were generally similar to the other results except Yıldız et al. (2017).

The plant dry matter ratio may vary depending on the plant variety, stress conditions and growing conditions. When the analysis of variance on dry matter ratios were examined, no statistically significant difference was found between irrigation subjects. The highest and lowest dry matter yield values of 41.5% and 39.0% were obtained from F_3 and F_2 subjects, respectively. While the findings of the study were similar to Mok et al. (2014), Marsalis et al. (2010) and Eralp (2007), were found to higher than Akdeniz et al (2004), Güney et al. (2010) Çarpıcı et al. (2017).

Average plant height values were found significant at 1% error level among subjects. Accordingly, the highest and lowest plant height values were obtained from F_2 and F_0 subjects with 2.44 and 2.34 m, respectively. While the plant height values obtained in the study show similarities with Bouazzama et al. (2012), Kiziloglu et al. (2009), Güney et al. (2010), Demir et al. (2020), Akdeniz et al. (2004) and Şimşek et al. (2011), found higher than Mok et al. (2014).

In the analysis of variance regarding the number of cobs, no statistically significant difference was found between irrigation subjects. In terms of quality, the number of cobs in maize is usually desired to be one per plant. In the study, the values of the number of cobs per plant were similar to the values reported by Bulut et al. (2008), Öztürk et al. (2008), Yozgatlı et al. (2019) and Yılmaz et al. (2020), but lower than Bulut (2016) and Olgun (2011).

First cob height in silage maize may vary depending on the type of corn used, stress conditions during vegetation period and climatic characteristics. In the analysis of variance related to the first cob height, the difference between irrigation subjects was not found to be statistically significant. While the first cob height values obtained in the study were within the range of values found by Afzal et al. (2009), Yozgatlı et al. (2019) and Güneş (2017), found lower than Demir et al. (2020), Yılmaz et al. (2020), Yıldız et al. (2017).

Differences between subjects were found to be significant at 1% error level in the variance analysis related to the cob weight. According to the two-year average values, the highest and lowest cob weight values were obtained from subjects F_2 and F_3 as 0.271 and 0.260 kg, respectively. Obtained cob weight values in the study were higher than the findings of Mok et al. (2014) and Sampathkumar et al. (2013), while lower than Yılmaz et al. (2020), Olgun (2011) and Ergül (2008).

According to the two-year averages, the highest stem weight was obtained with 0.437 and 0.438 kg from F_1 and F_2 subjects, respectively. The stem weight values obtained were found higher than the values reported by Moralar (2011) but lower than Yılmaz et al. (2020), Yıldız et al. (2017) and Han (2016).

In the first year of the study, the highest and lowest leaf weight was obtained with 0.237 and 0.213 kg, respectively, in F_3 and F_0 subjects, while in the second year of the study, the highest and lowest leaf weight values were obtained from F_1 and F_0 subjects with 0.237 and 0.211 kg, respectively. In the analysis of variance regarding leaf weight, the difference between irrigation subjects was not found to be statistically significant. The leaf weight values obtained were higher than the findings of Sade et al. (2002), Sarıyerli (2017) and Moralar (2011), lower than Han (2016), Yıldız et al. (2017) and Güneş (2004) and leaf weight values were similar to Ergül (2008), Yılmaz et al. (2020), Güneş, (2004).

According to the two-year averages, the highest crude ash ratio was obtained in F_1 with 7.2% and the lowest crude ash ratio was obtained in F_0 with 5.2%. Two-year average crude ash ratios were found significant at 1% error level among subjects. While the crude ash ratio values obtained in the study were higher than Demir et al. (2020) and Hasan et al. (2018), the crude ash ratio was found similar to Erdal et al. (2009), Çarpıcı (2009) and Korkmaz (2019).

The highest average crude protein ratio was obtained in F_1 with 7.0% in the first year of the study, while the highest crude protein was obtained in F_3 with 7.0% in the second year. There was no statistical difference between subjects and years in variance analysis. While the crude protein values obtained in the study were lower than the findings of Yozgatlı et al. (2019), Erdal et al. (2009) and Sade et al. (2002), similar values were obtained with the findings of Griffiths et al. (2004), Mok et al (2014), Demir et al (2020).

4. CONCLUSION

In the study carried out, irrigation issues were brought to the field capacity when the available moisture in the soil is consumed by $30 \pm 5\%$. Controlled intermittent and non-intermittent irrigation practices, in which soil moisture was monitored, did not create water stress in the silage corn plant. Therefore, intermittent and continuous irrigation practices did not make a statistical difference on yield values of maize silage plants. On the other hand, statistical differences were found in some quality parameters such as crude ash, stem weight, cob weight, and plant height. In the parameters with statistical differences, it is seen that F_1 and F_2 issues are mostly in the foreground. This situation showed that pulse irrigation practices provide better moisture distribution in the soil and positively affect some quality parameters in the plant. Giving water at once in agricultural irrigation limits the

time required for the best distribution of water in the soil. This can be seen among the causes of deep infiltration or surface runoff, especially in long-term farmer irrigations. In intermittent subsurface drip irrigation, the treatments where the water cut-off time is relatively long (F_1 and F_2) came to the fore. It is considered useful to study different soil structures and water deficiency to determine the effect of pulse subsurface drip irrigation on plant yield and quality parameters.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

Author Contribution Rates

Design of Study: RG (%50), AE (%50),

Data Acquisition: RG (%100),

Data Analysis: RG (%85), AE (%15),

Writing up: RG (%85), AE (%15),

Submission and Revision: RG (%100),

Acknowledgements

Part of the PhD Thesis has been used in this article. Study was supported by the Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute, Ankara Türkiye The authors thank the institution for their support.

REFERENCES

- Afzal, M., Nazir, Z., Bashir, M. H., & Khan, B. S., 2009. Analysis of host plant resistance in some genotypes of maize against *Chilo partellus* (Swinhoe) (Pyralidae: Lepidoptera). *Pakistan Journal of Botany*, 41(1), 421-428.
- Akdeniz, H., Yılmaz, İ., Andiç, N., & Zorer, Ş., 2004. A research on yield and feed values in some corn varieties. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 14(1), 47-51.
- Anonymous, 2020a. TMMOB Chamber of Agricultural Engineers, Corn Report - 2020. Access: https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32780&tipi=42&sube=0 Access date: 27.01.2020.
- Anonymous, 2020b. Access: https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talismatlar/S%C4%B1cak%20C4%B0klim%20Tah%C4%B1llar%C4%B1/MISIR_TEKNIK_TALIMATI.pdf Access date: 10.11.2020
- Anonymous, 2020c. Meteorology General Directorate. <https://www.mgm.gov.tr/> Access date: 22.11.2020
- AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis* (16th Edition), Arlington, Virginia, USA.
- Aritürk, M. E., 2008. Planning the irrigation time of second crop silage maize and determination of water-yield-quality relationships. Master's thesis, Namık Kemal University.
- Bakeer, G. A. A., El-Ebabi, F. G., El-Saidi, M. T., & Abdelghany, A. R. E., 2009. Effect of pulse drip irrigation on yield

- and water use efficiency of potato crop under organic agriculture in sandy soils. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 26(2), 736-765.
- Bilgen, G., K., Kodal, S., 2019. Determination of Yield and Water Usage Efficiency of Grain Corn Irrigated by Subsurface Drip Irrigation Under Water Constraint Conditions. TAGEM result report. Project number: TAGEM/TSKAD/16/A13/P02/01
- Biswas, S. K., Akanda, A. R., Rahman, M. S., & Hossain, M. A., 2015. Effect of drip irrigation and mulching on yield, water-use efficiency and economics of tomato. *Plant, Soil and Environment*, 61(3), 97-102.
- Bouazzama, B., Xanthoulis, D., Bouaziz, A., Ruelle, P., & Mailhol, J. C., 2012. Effect of water stress on growth, water consumption and yield of silage maize under flood irrigation in semi-arid climate of Tadla (Morocco).
- Bulut, S., Çağlar, Ö., & Öztürk, A., 2008. Growing possibilities of some silage maize varieties purposes in Erzurum plain conditions. *Atatürk University Journal of the Faculty of Agriculture*, 39(1), 83-91.
- Bulut, S., 2016. Adaptation of some silage maize varieties to Kayseri conditions. *Iğdır University Journal of the Institute of Science*, 6(1), 117-126.
- Camp, C. R., Lamm, F. R., Evans, R. G., & Phene, C. J. 2000. Subsurface drip irrigation—Past, present and future. In *Proc. Fourth Decennial Nat'l Irrigation Symp., Nov* (pp. 14-16).
- Couto, A., Padín, A. R., & Reinoso, B., 2013. Comparative yield and water use efficiency of two maize hybrids differing in maturity under solid set sprinkler and two different lateral spacing drip irrigation systems in León, Spain. *Agricultural water management*, 124, 77-84.
- Çakmak, B. ve Gökalp, Z. 2011. Climate Change and Efficient Water Use, *Agricultural Sciences Research Journal*, 4 (1): 87-95.
- Çamoğlu, G., Levent, G. E. N. Ç., & Şerafettin, A. Ş. I. K., 2011. Effect of water stress on physiological and morphological parameters in sweet corn (*Zea mays saccharata Sturt*). *Ege University Faculty of Agriculture Journal*, 48(2), 141-149.
- Çarpıcı, E. B., 2009. Evaluation of plant density and different amount of nitrogen applications in terms of stress physiology in silage corn cultivation. Doctoral Thesis. Uludağ University.
- Çarpıcı, E. B., Kuşçu, H., Karasu, A., & Öz, M., 2017. Effect of drip irrigation levels on dry matter yield and silage quality of maize (*Zea mays L.*). *Romanian Agricultural Research*, (34), 293, 299.
- Dağdelen, N., Akçay, H., Sezgin, F., Ünay, A., & Gürbüz, T., 2010. Determination of water production functions of silage maize under different irrigation regimes. *Journal of ADU Faculty of Agriculture* 2009; 7(1) : 55 – 64
- Demir, Z., Özbahçe, A., Demir, Y., 2018. The effects of fertigation applications on the yield and quality of pepper in subsurface and surface drip irrigation systems under water constraint conditions. Project Final Report, Soil Fertilizer and Water Resources Central Research Institute, Ankara
- Demir, Z., Keçeci, M., & Tunç, A. E., 2020. Effects of nitrogen fertigation on yield, quality components, water use efficiency and nitrogen use efficiency of silage maize (*Zea Mays L.*) as the second crop. *Journal of Plant Nutrition*, 1-22.
- Eralp, Ö., 2007. Determination of silage corn varieties suitable for second crop cultivation under Menemen conditions. Master's thesis, Adnan Menderes University Institute of Science.
- Erdal, Ş., Pamukçu, M., Ekiz, H., Soysal, M., Savur, O., & Toros, A., 2009. Determination of silage yield and quality characteristics of some silage maize varieties candidates. *Akdeniz University Faculty of Agriculture Journal*, 22(1), 75-81.
- Ergül, Y., 2008, Determination of Important Agricultural and Quality Characteristics of Silage Corn Varieties. Selcuk University, Institute of Science, Field Crops Department Master's Thesis. Konya
- Gezer, E., 2012. The effect of using ISKI wastewater sludge in second crop maize production on soil properties, plant growth and water use. Doctoral dissertation. Namık Kemal University, Institute of Science, Biosystem Engineering Department.
- Griffiths, N., Mickan, F., Kaiser, A., 2004. Crops and by-products for silage. In: Kaiser A, Piltz J, Burns H, Griffiths N (eds) *Successful silage*. Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries, New South Wales, pp 109-142
- Güneş, A., 2004, Determination of Growing Opportunities of Hybrid Silage Corn Varieties and Hybrids Sorghum-Sudan Grass in Karaman Ecological Conditions. S.Ü Science Inst. Field Crops Department Master Thesis, Konya.
- Güneş, A., 2017. Determination of silage yield and quality characteristics of some silage maize (*Zea mays L.*) varieties. Master's thesis, Institute of Science.
- Güney, E., Tan, M., Gül, Z. D., & Gül, İ., 2010. Determination of yield and silage qualities of some silage corn varieties

- in Erzurum conditions. Atatürk University Journal of the Faculty of Agriculture, 41(2), 105-111.
- Han, E., 2016. Determination of grain yield, silage and quality characteristics of some corn varieties. Master Thesis, Ordu University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Ordu.
- Hasan, K. A. L. E., Kaplan, M., Ulger, I., Unlukara, A., & Taner, A. K. A. R., 2018. Feed value of maize (*Zea mays* var. *indentata* (Sturtev.) LH Bailey) grain under different irrigation levels and nitrogen doses. Turkish Journal of Field Crops, 23(1), 56-61.
- Jensen, M. E., Burman, R. D., & Allen, R. G., 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE.
- Karavaşın, M., 2014. Effects of different irrigation methods and plant density on silage yield and yield components of PR 31Y43 hybrid corn cultivar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38(2), 159-168.
- Kiziloglu, F. M., Sahin, U., Kuslu, Y., & Tunc, T., 2009. Determining water-yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. Irrigation Science, 27(2), 129.
- Korkmaz, Y., Ayaşan, T., Aykanat, S., Avci, M., 2019. Evaluation of yield and silage quality performance of silage maize (*Zea mays* L.) varieties grown under Çukurova second crop conditions. Turkish Agriculture-Food Science and Technology magazine, 7(sp1), 13-19. DOI: 10.24925/turjafv7isp1.13-19.2673.
- Lamm, F. R., Stone, L. R., Manges, H. L., & O'Brien, D. M., 1997. Optimum lateral spacing for subsurface drip-irrigated corn. Transactions of the ASAE, 40(4), 1021-1027.
- Lamm, F. R. 2002. Advantages and disadvantages of subsurface drip irrigation. In *International Meeting on Advances in Drip/Micro Irrigation, Puerto de La Cruz, Tenerife, Canary Islands* (p. 13).
- Lamm, F.R. & Trooien, T.P. Irrig Sci 2003. 22: 195. <https://doi.org/10.1007/s00271-003-0085-3>
- Marsalis, M. A., Angadi, S. V., & Contreras-Govea, F. E., 2010. Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. Field Crops Research, 116(1-2), 52-57. doi:10.1016/j.fcr.2009.11.009
- Mohammed, A. K., & Abed, B. S., 2020. Water distribution and interference of wetting front in stratified soil under a continuous and an intermittent subsurface drip irrigation. *Journal of Green Engineering*, 10(2), 268-286.
- Mok, H.-F., Dassanayake, K. B., Hepworth, G., & Hamilton, A. J., 2014. Field comparison and crop production modeling of sweet corn and silage maize (*Zea mays* L.) with treated urban wastewater and freshwater. Irrigation Science, 32(5), 351-368. doi:10.1007/s00271-014-0434-4
- Moralı, E., 2011. Determination of Growth Process and Efficiency of Some Silage Corn Varieties Grown in Tekirdağ Province. Master Thesis, N.K.Ü. Graduate School of Natural and Applied Sciences, page 55, Tekirdağ.
- Moussa, H. R., & Abdel-Aziz, S. M., 2008. Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. Australian Journal of Crop Science, 1(1), 31-36.
- Olgun, F., 2011. The effect of different harvest time of hybrid silage maize varieties on yield, yield components and quality (Doctoral Thesis, Selcuk University Institute of Science).
- Özata E, Geçit Hh, Ünver İlkincikarakaya S., 2016. Orta Karadeniz Ekolojik Koşullarında Şeker Mısırdı (*Zea mays* saccharata Sturt.) Değişik Ekim Sıklıkları ve Azot Dozlarının Verim Ögelerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-1):74-80
- Öztürk, A., Bulut, S., & Boran, E., 2008. The effect of plant density on yield and some agronomic characters in silage maize. Atatürk University Journal of the Faculty of Agriculture, 39(2), 217-224.
- Sade, B., Akbudak, M. A., Acar, R. ve Arat, E. 2002. Determination of Corn Varieties Suitable for Silage in Konya Ecological Conditions. Livestock Research Journal 12 (1), s. 17-22. Konya.
- Sampathkumar, T., Pandian, B. J., Rangaswamy, M. V., Manickasundaram, P., & Jeyakumar, P., 2013. Influence of deficit irrigation on growth, yield and yield parameters of cotton-maize cropping sequence. Agricultural Water Management, 130, 90-102.
- Sarıyerli, Ş., 2017. Determination of yield and yield components of silage maize varieties in different plant densities in Sivas conditions. Doctoral Thesis, Selcuk University Institute of Science.
- Song, L., Jin, J., & He, J., 2019. Effects of severe water stress on maize growth processes in the field. Sustainability, 11(18), 5086.
- Şimşek, M., Can, A., Denek, N., & Tonkaz, T., 2011. The effects of different irrigation regimes on yield and silage quality of corn under semi-arid conditions. African Journal of Biotechnology, 10(31), 5869-5877.
- Tüzün, İ. 2006. Tomato water-production functions (Master's thesis). Trakya University Institute of Science and Technology, Edirne.
- Tüzüner, A., Kurucu, N., Gedikoğlu, İ., Eyüpoğlu, F., Börekçi, M., Sönmez, B., Açar, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Lab. El Kitabı. Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri. Gen. Müd. Yay. Ankara, 375s.

- Uygan, D., (2017). Determination of the Irrigation Program of Corn Crop Irrigated with Drip Irrigation System in Eskişehir Conditions, Passage Zone Agricultural Research Institute Directorate, TAGEM/BB/100206E2/TAGEM/TSK-1102A13P02E02, Eskişehir.
- Vyrlas, P., & Sakellariou-Makrantonaki, M., 2005. Intermittent water application through surface and subsurface drip irrigation. In 2005 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Yıldız, H., İlker, E., & Yıldırım, A., 2017. Determination of yield and quality characteristics of some silage maize (*Zea mays*) varieties and varieties candidates. SDU Faculty of Agriculture Journal, 12(2), 81-89.
- Yılmaz, N., Akman, O., & Fatih, Ö. N. E. R., 2020. Determination of vegetative characteristics of some silage maize (*Zea mays* L.) varieties. Academic Journal of Agriculture, 9(1), 103-110.
- Yozgatlı, O., Başaran, U., Gülümser, E., Hanife, M. U. T., & Medine, Ç. D., 2019. Morphological Characteristics, Yield and Silage Quality of Some Corn Varieties in Yozgat Ecology. Agriculture and Nature Magazine, 22(2), 170.
- Zhou, L., He, J., Qi, Z., Dyck, M., Zou, Y., Zhang, T., & Feng, H., 2018. Effects of lateral spacing for drip irrigation and mulching on the distributions of soil water and nitrate, maize yield, and water use efficiency. Agricultural Water Management, 199, 190-200. Anonymous



Determination of Effect of Placental Characteristics on Lamb Birth Weight in Bafra Sheep by Path Analysis

Bafra Koyunlarında Kuzu Doğum Ağırlığı Üzerine
Plasental Özelliklerin etkisinin Path Analizi ile
Belirlenmesi

Uğur ŞEN¹, Hasan ÖNDER²

¹Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Biotechnology Department Samsun
• ugur.sen@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-6058-1140

²Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Animal Science Department Samsun
• hasanonder@blackseapublishers.com • ORCID > 0000-0002-8404-8700

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 26 Kasım / November 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 14 Şubat / February 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 479-486

Atıf/Cite as: Şen, U., Önder, H.. "Determination of Effect of Placental Characteristics on Lamb Birth Weight in Bafra Sheep by Path Analysis " Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 479-486.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Uğur ŞEN

DETERMINATION OF EFFECT OF PLACENTAL CHARACTERISTICS ON LAMB BIRTH WEIGHT IN BAFRA SHEEP BY PATH ANALYSIS

ABSTRACT

Path analysis is applied to identify directed dependencies between a set of variables and used in animal breeding to improve breeding practices. Therefore, the aim of this study was to examine the direct and indirect effect of some placental traits on lamb birth weight born to Bafra sheep breed using path analysis. For this aim, the relationship between lamb birth weight and seven placental traits (placental weight; PW, total cotyledon numbers; TCN, total cotyledon surface area; TCSA, cotyledon efficiency; CE, total cotyledon volume; TCV, volumetric cotyledon efficiency; VCE, placenta efficiency; PE) were studied in 40 singleton - bearing Bafra ewe with same live weight and parity. Birth weight (BW), lamb sex, and placental measurements were recorded within 12 h after parturition. The direct effects of PE on birth weight were found statistically significant ($p < 0.05$). Additionally, the indirect effects of PW on birth weight were found statistically significant ($p < 0.05$). While the PE variable was found with the highest direct effect (0.602) on BW, the highest total indirect effect (-0.468) on BW was found in the PW variable. The direct effect (-0.046) of the TCN variable was lowest on BW. Also, the indirect effect (0.093) of the PE variable was lowest on BW. The results showed that PW and PE were the most explanatory variable for the birth weight of Bafra lambs.

Keywords: Path Analysis, Lamb Birth Weight, Placental Traits, Direct Effect, Indirect Effect, Bafra Breed.



BAFRA KOYUNLARINDA KUZU DOĞUM AĞIRLIĞI ÜZERİNE PLASENTAL ÖZELLİKLERİN ETKİSİNİN PATH ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

ÖZ:

Path analizi, bir dizi değişken arasındaki yönlendirilmiş bağımlılıkları tanımlamak ve ıslah uygulamalarını iyileştirmek için hayvan yetiştiriciliğinde uygulanmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, Bafra koyun ırkında bazı plasental özelliklerin, kuzu doğum ağırlığına doğrudan ve dolaylı etkisini path analizi kullanarak incelemektir. Bu amaçla kuzu doğum ağırlığı ile yedi plasental özellik (plasenta ağırlığı; PA, toplam kotiledon sayısı; TKS, toplam kotiledon yüzey alanı; TKYA, kotiledon verimliliği; KV, toplam kotiledon hacmi; TKH, hacimsel kotiledon verimliliği; HKV, plasenta etkinliği; PE) arasındaki ilişki 40 baş tekiz doğum yapmış, benzer canlı ağırlığa ve doğum sayısına sahip Bafra ırkı koyunda incelenmiştir. Kuzu doğum ağırlığı (DA), kuzu cinsiyeti ve plasental ölçümler doğumdan

sonraki 12 saat içinde kaydedilmiştir. Çalışmada PE'nin doğum ağırlığına direkt etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$). Ayrıca PA'nın doğum ağırlığı üzerindeki dolaylı etkileri istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). DA üzerinde en yüksek doğrudan etki (0,602) PE değişkeninde bulunurken, DA üzerinde en yüksek toplam dolaylı etki (-0,468) PA değişkeninde tespit edilmiştir. DA üzerine doğrudan en düşük etki TKS (-0.046) değişkeninde, dolaylı en düşük etki ise PE (0.093) değişkeninde tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, Bafra kuzularının doğum ağırlığı için en açıklayıcı değişkenin PA ve PE olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Path Analizi, Kuzu Doğum Ağırlığı, Plasental Özellikler, Doğrudan Etki, Dolaylı Etki, Bafra Irkı.



1. INTRODUCTION

Placental traits are one of the main causes of the postnatal death of offspring in goats and sheep (Dwyer et al., 2005). A past study reported that postnatal viability of newborns was highly correlated with placental growth and development during pregnancy (Mellor and Stafford, 2004). The exchange capacity of the placenta between the maternal and fetal tracts in small ruminants depends on the size of the placenta and the number of cotyledons. (Ocak et al., 2013; Sen and Onder, 2016). Therefore, placental size has a crucial role in determining the prenatal growth trend of the offspring, and consequently birth weight and postnatal survival (Sen et al., 2013). In sheep, the placenta completes most of its growth and development until mid-pregnancy (about the 90th day), and after this period it begins to effectively support fetal growth and development until birth. (Redmer et al., 2004; Igwebuike, 2010; Sen et al., 2013). Previous studies have shown a high level of correlation between placental weight and the birth weight of the offspring (Osgerby et al., 2003; Dwyer et al., 2005; Sen et al., 2013; Sen and Onder, 2016).

One of the main goals of animal breeding is to genetically improve livestock populations so that they can produce higher yields under expected future production conditions (Önder and Abacı, 2015). Genetic improvement in terms of economic characteristics is achieved by selecting the highest performing animals on farms and using them as sires or dams for the generation next (Dekkers et al., 2004). In many cases, the offspring with higher birth weight are selected as future breeding material or these criteria are used to valorize the animals. Placental traits have important effect on birth weight of the newborn (Osgerby et al., 2003; Dwyer et al., 2005; Sen et al., 2013; Sen and Onder, 2016). Generally, to evaluate relationship between placental characteristics and birth-related traits data relational statistics such as regression and correlation are used (Ocak et al., 2013; Sen et al., 2013;

Sen and Onder, 2016). Birth weight of the newborn is selected as response variable and placental characteristics are selected as explanatory variables. Therefore, it is aimed to explain the desired response variable by using explanatory variables. Nevertheless, besides the direct effects, the indirect effects of explanatory variables on the response variable should not be ignored (Arı and Önder, 2013).

The Path analysis is applied to detect directed dependencies between a set of variables (Önder and Abacı, 2015). For this reason, the use of path analysis has begun to increase in animal husbandry to determine the related traits (Önder and Abacı, 2015). In addition, there is lack of studies that examined the direct and indirect effects of placental characteristics on birth weight of the newborn. The aim of the current study was therefore to investigate direct, indirect and total effects of placental characteristics ((placental weight; PW, total cotyledon numbers; TCN, total cotyledon surface area; TCSA, cotyledon efficiency; CE, total cotyledon volume; TCV, volumetric cotyledon efficiency; VCE, placenta efficiency; PE) on lamb birth weight in Bafra ewes.

2. MATERIAL AND METHODS

The experimental procedures were approved by the Local Animal Care and Ethics Committee of Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, ensuring compliance with EC Directive 86/609/EEC for animal experiments. Experimental animals were of the Bafra sheep breed, 3–5 years of age, and maintained at the Sheep Farm of Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey. The study was conducted on 40 singleton-bearing Bafra ewes with same live weight (46.93 ± 0.68 kg) and parity (at least second) in the normal breeding season. All ewes were housed and cared for under the same conditions in the stockyard and were allowed to graze for 5 h daily during gestation. Birth weight (BW) and the sex of lambs were recorded within 12 h after parturition. Each Bafra ewe was left to deliver the placenta naturally and placentas were collected immediately after delivery. Placental weight (PW) was measured and recorded after removing placental fluid. The total cotyledon numbers (TCN) and total cotyledon weights (TCW) of placental cotyledons dissected from the chorioallantois were also counted and determined. Cotyledon length (CL), depth (CDe), and width (CWi) were measured with a digital compass and 30 cotyledons of the same size were selected (small, <10 mm diameter; medium, 10–30 mm diameter; large, >30 mm diameter). Placental efficiency (PE) was calculated for each Bafra ewe, as the ratio of lamb birth weight to placental weight (PW). Cotyledon density (CD) was calculated as the number of cotyledons per gram PW. Cotyledon efficiency (CE) was defined as the ratio of kid BW in grams to the total cotyledon surface area (TCSA). TCSA was calculated after the measurements of all the cotyledons in individual placenta as cm^2 with the following formula: radius

squared of cotyledon $[(CW_i + CL) / 4]^2 \times 3.14 (\pi) \times TCN$. PE was calculated as the ratio of kid BW to PW for each Bafra ewe.

SPSS (2004) statistical software was used to analyze the data with the license of Ondokuz Mayıs University. Every linear model has a direct effect and amount of indirect effect which is number of explanatory variables minus one". The general expression of multiple regression model formed for the measurements (one response and p explanatory variables) is given in Equation 1.

$$y_k = \beta_0 x_{k_1}^{\beta_1} x_{k_2}^{\beta_2} x_{k_3}^{\beta_3} \dots x_{k_p}^{\beta_p} e_i; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

The multiple linear regression model adopted was as follows (equation 2);

$$\hat{y}_k = b_0 + b_1 x_{k_1} + b_2 x_{k_2} + b_3 x_{k_3} \quad (2)$$

where:

\hat{y}_k = response variable (BW),

b_0 = intercept,

b_i = standardized regression coefficients,

x_{kp} = explanatory variables (CG, BL, HS)

A path coefficient (P) is a standardized regression coefficient (b) showing the direct effect of an independent variable on a dependent variable in the path model (Garson, 2008; Önder and Abacı, 2015). Path coefficient, which indicates the effect of one standard deviation change of any explanatory variable X versus on response variable Y, can be calculated as (Mendes et al., 2005) (equation 3).

$$Py_{x_k} = b \frac{S_{x_k}}{S_y} \quad (3)$$

Here; P_{yx} is the path coefficient which indicates the direct effect of X explanatory variable on response variable Y, S_x indicates the standard deviation of X, S_y indicates the standard deviation of Y and b indicates the partial regression coefficient. Path coefficients can be shown with path diagrams. One way and two way arrows are used in path diagrams. One way arrows which named as direct effects are drawn from explanatory variable to response variable and two way arrows which showed correlations are drawn between explanatory variables (Tahtali et al., 2011).

To obtain the path coefficients should be replaced in linear equation system as given in Equation 4.

$$\begin{bmatrix} P_{YX_1} \\ P_{YX_2} \\ P_{YX_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{X_1X_2} & r_{X_1X_3} \\ r_{X_2X_1} & 1 & r_{X_2X_3} \\ r_{X_3X_1} & r_{X_3X_2} & 1 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} r_{YX_1} \\ r_{YX_2} \\ r_{YX_3} \end{bmatrix} \quad (4)$$

In the Equation 4, coefficients given by P_{YXi} were path coefficients (direct effects) between explanatory variable and response variable and $r_{xixj} P_{YXi}$ represented indirect effects of explanatory variable ith on response variable via explanatory variable jth, r_{xixj} represented pearson correlation coefficients between ith an jth traits (Topal et al., 2008).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Direct and indirect effects of explanatory variables on birth weight in Bafra ewes are present Table 1. The direct effects of PE on birth weight were found statistically significant ($p < 0.05$). Additionally, direct effects of PW, TCN, TCSA, CE, TCV and VCE on birth weight were not found statistically significant. The indirect effects of PW on birth weight were found statistically significant ($p < 0.05$). Moreover, direct effects of TCN, TCSA, CE, TCV, VCE and PE on birth weight were not found statistically significant in the present study. While PE was found with highest direct effect (0.602) on BW, the highest total indirect effect (-0,468) on BW was found PW variable. The direct effect (0.046) of TCN was lowest on BW. Also, the indirect effect (0.093) of PE was lowest on BW.

Table 1. Direct and indirect effects of explanatory variables on birth weight in Bafra ewes

Tablo 1. Bafra koyunlarında açıklayıcı değişkenlerin doğum ağırlığına doğrudan ve dolaylı etkileri

Trait	Direct effects	Indirect Effect	Correlation Coefficient
PW	0.371	-0.468*	-0.097
TCN	0.046	0.303	0.349
TCSA	0.115	0.178	0.293
CE	0.068	0.197	0.265
TCV	-0.088	0.188	0.100
VCE	-0.089	0.428	0.339
PE	0.602*	0.093	0.695

PW= placental weight, TCN= total cotyledon numbers, TCSA= total cotyledon surface area, CE= cotyledon efficiency, TCV= total cotyledon volume, VCE= volumetric cotyledon efficiency, PE= placenta efficiency. * $p < 0.05$

The highest Pearson correlation coefficient (CC) between BW was observed with PE which was as expected because calculation of PE includes BW. The other correlation coefficients were too small to interpret that was there is no relation with BW. While PW was found with positive direct effect (0.371), it was statistically significant indirect negative effect (-0.468) on BW. Only correlation coefficient between PW and BW was found negative but it was statistically meaningless. This finding should be considered carefully that the Pearson correlation was nominal near zero but direct effect was positive about four times of CC and indirect effect of PW was negative about four times of CC. It means that CC between PW and BW is not a reliable statistics to evaluate. For TCN, the indirect effect was found 6.5 times higher than its direct effect. It may be caused by the relation of TCN with TCSA and VCE. Another interesting finding recognized that indirect effect of VCE on BW was 5.8 times higher than its direct effect and when the direct effect was negative the indirect effect was obtained positive. The CC between VCE and BW was close to indirect effect. It can be interpreted that the effect behavior of VCE came from many of the placental characteristics include cotyledonal traits. Direct effect value of PE on BW was found so close to correlation coefficient between PE and BW. It means that the most reliable explanatory variable was PE for BW.

Placental traits, such as placental weight, cotyledon numbers, cotyledon efficiency, placenta efficiency etc., are important indicators of the postnatal survive of lambs in sheep (Dwyer et al., 2005; Sen et al., 2013). Therefore, some factors affecting lambs birth weight should be determined. Owing to this, the path analysis is very important for determining factors affecting lamb birth weight (Önder and

Abacı, 2015). In this study, this aimed to investigate the direct, indirect and total effects of placental characteristics on birth weight in Bafra lambs. Mostly, evaluation of relationship between placental characteristics and birth-related traits data relational statistics such as regression and correlation are used (Ocak et al., 2013; Sen et al., 2013; Sen and Onder, 2016). Birth weight of the lambs was selected as response variable and placental characteristics were selected as explanatory variables in the present study. Therefore, path analysis was used to describe the directed dependencies among a set of variables in the present study. Onder et al. (2017) direct and total effects on lamb birth weight were supported by studies in Akkaraman lambs. Some direct and total effects of placental traits on lamb birth weight were similar with results of Onder et al. (2017).

4. CONCLUSIONS

As a result, it has been concluded that PW and VCE can be used as indirect selection criteria in the flock for management and breeding decisions according to lamb birth weight since PW has the highest direct effect and PE has the lowest indirect effect of lamb birth weight in Bafra sheep breed.

Acknowledgment

A part of this study has been published in the Proceeding book of International Congress on Domestic Animal Breeding Genetics and Husbandry-Genetics and Husbandry - 2020 (ICABGEH-21), 12-14 August 2020, İzmir (online), Turkey.

Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

Ethical Approval

The experimental procedures were approved by the Local Animal Care and Ethics Committee of Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, ensuring compliance with EC Directive 86/609/EEC for animal experiments (Date: July 10, 2018, Approve number: 68489742-604-E.15277).

Author Contribution Rates

Design of study: UŞ (60 %), HÖ (40 %)

Data acquisition : UŞ (80 %), HÖ (20 %)

Data analysis: UŞ (20 %), HÖ (80 %)

Writing up: UŞ (70 %), HÖ (30%)

Submission and revision: UŞ (80 %), HÖ (20 %)

REFERENCES

- Arı A, Önder H. 2013. Regression models used for different data structures. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 28 (3): 168-174.
- Dekkers JCM, Gibson JP, Bijma P, van Arendonk JAM. 2004. Design and optimisation of animal breeding programmes. Iowa State university lecture notes. URL: <http://www.anslab.iastate.edu/class/ans652x/chapter1.pdf> (accessed date: 10.04.2019).
- Dwyer CM, Calvert SK, Farish M, Donbavand J, Pickup HE. 2005. Breed, litter and parity effects on placental weight and placentome number, and consequences for the neonatal behavior of the lamb. *Theriogenology*, 63: 1092-1110.
- Garson D. 2008. Path analysis lecture notes. URL: http://www.zozlak.org/Wniosowanie%20Statystyczne/09_ZastosowaniaPrzyklady/Garson_2008_PathAnalysis.pdf, 2008. Accessed date: 07.08.2019.
- Mellor DJ, Stafford KJ. 2004. Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *Veterinary Journal*, 168: 118-133.
- Mendes M, Karabayır A, Pala A. 2005. Path analysis of the relationships between various body measures and live weight of American Bronze Turkeys under the three different lighting programs. *Journal of Agricultural Sciences*, 11(2): 184-188.
- Ocak S, Ogun S, Onder H. 2013. Relationship between placental traits and maternal intrinsic factors in sheep. *Animal Reproduction Science*, 139: 31-37.
- Önder H, Abacı SH. 2015. Path analysis for body measurements on body weight of Saanen kids. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(3): 351-354.
- Onder H, Sen U, Sirin E, Sahin M, Abacı HS. 2017. Determination of effective placental traits on birth weight in Akkaraman sheep breed with path analysis. 1st International Conference on Computational and Statistical Methods in Applied Sciences, 1: 81.
- Osgerby JC, Gadd TS, Wathes DC. 2003. The effects of maternal nutrition and body condition on placental and foetal growth in the ewe. *Placenta*, 24: 236-247.
- Redmer DA, Wallace D, Reynolds LP. 2004. Effect of nutrient intake during gestation on fetal and placental growth and vascular development. *Domestic Animal Endocrinology*, 27: 199-217.
- Sen U, Onder H. 2016. Poor placental traits reduce kid birth weight in young Saanen dams at the first parity. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 40: 554-561.
- Sen U, Sirin E, Kuran M. 2013. The effect of maternal nutritional status during mid-gestation on placental characteristics in ewes. *Animal Reproduction Science*, 137: 31- 36.
- SPSS. 2004. Windows User's Guide. Version 13.0, SPSS Inc., Michigan Ave., Illinois, USA, Chicago.
- Tahtali Y, Şahin A, Ulutaş Z, Şirin E, Abacı SH. 2011. Determination of effective factors for milk yield of Brown Swiss Cattle using by path analysis. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17: 859-864.
- Topal M, Emsen B, Dodoloğlu A. 2008. Path analyses of honey yield components using different correlation coefficients in Caucasian honey bee. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7 (11): 1440-1443.
- Igwebiuke UM. 2010. Impact of maternal nutrition on ovine foetoplacental development: a review of the role of insulin-like growth factors. *Animal Reproduction Science*. 121: 189-196.



Nemli-Mezotermal İklim Kuşağında Yer Alan ve Ağır Otlanılan Hasanlar Köyü Merasının Bazı Özellikleri

Some Characteristics of Hasanlar Village Rangeland,
Which is Located in the Humid-Mesothermal Climate
Zone and is Heavily Grazed

Kadir İSPİRLİ¹, Fatih ALAYA², Necda ÇANKAYA³, Muhammed ŞAHİN⁴
Ömer Faruk UZUN⁵, Ferat UZUN⁶

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 55300, Samsun
• kadir.ispirli@tarimorman.gov.tr • ORCID > 0000-0002-7266-4311

²Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 55300, Samsun
• fatih_alay@hotmail.com • ORCID > 0000-0003-2121-5847

³Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 55300, Samsun
• necda.cankaya@tarimorman.gov.tr • ORCID > 0000-0001-5897-3583

⁴Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 55300, Samsun
• muhammetsahin@tarimorman.gov.tr • ORCID > 0000-0002-7645-8865

⁵Sinop Üniversitesi, Boyabat Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 57200, Sinop
• ofuzun@sinop.edu.tr • ORCID > 0000-0002-0391-4495

⁶Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 55139, Samsun
• fuzun@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-7389-5835

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 17 Aralık/ December 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 20 Mart / March 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 487-504

Atıf/Cite as: İspirli, S., Alaya, F., Çankaya, N., Şahin, M., Uzun, F. Ö., Uzun, F. "Nemli-Mezotermal İklim Kuşağında Yer Alan ve Ağır Otlanılan Hasanlar Köyü Merasının Bazı Özellikleri" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(3), Ekim 2022: 487-504.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ömer Faruk UZUN

NEMLİ-MEZOTERMAL İKLİM KUŞAĞINDA YER ALAN VE AĞIR OTLANILAN HASANLAR KÖYÜ MERASININ BAZI ÖZELLİKLERİ

ÖZ:

Bu çalışmanın amacı, 2013 yılında vejetasyonu tamamen yenilenen doğal bir meranın, 2021 yılı itibarıyla hâlihazırdaki durumunu belirlemektir. Islah çalışmasından sonraki 7-8 yıllık sürede, bitkilerin toprağı kaplama değeriinde önemli bir değışim olmasa da vejetasyondaki türlerin oranları önemli ölçüde değışmiştir. Mera vejetasyonunun toprağı kaplama oranı % 98.60 olup; azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türlerin oranları sırasıyla % 13.14, % 5.38 ve % 81.47'dir. Merada otlanma sonrasında kalan anız yüksekliğı ortalama vejetasyon yüksekliğinin % 50'sinden daha az olduğı, meranın erişilebilir bütün her yerinin otlanıldığı, azalıcı ve çoğalıcı bitki türlerinin üreme ile ilgili bitki aksamalarının çok az olduğı, onların da genel olarak hayvanların ulaşamadığı dikenli bitkilerin koruyuculuğunda gelişebildiğı ve dikenli bitkiler haricindeki tüm diğeri otsu türlerin değışen oranlarda otlanıldığı tespitinden hareketle meranın ağır otlatıldığı sonucuna varılmıştır. Bitki örtüsü içerisinde en yüksek oranda ve en yaygın bulunan azalıcı tür % 3.97 oran ve % 80 frekans değeriyle çok yıllık çim (*Lolium perenne*), istilacı tür ise % 46.54 oran ve % 90 frekans değeri ile yabani böğürtlen (*Rubus sp.*)'dir. Vejetasyondaki oran ve dağılımlarına göre, bu ve benzeri ekolojilerdeki meralarda yapılacak her türlü tohumlama işlemlerinde tercih edilebilecek yem bitkisi türleri *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium fragiferum* ve *Trifolium repens*; en öncelikli kontrol edilmesi gereken çalı türü ise yabani böğürtlendir. Böğürtlen ve diğeri çalıları ve hatta sığırların tercih etmediğı diğeri otsu bitkileri tercihen otlayan keçilerin bu ve benzeri meralarda istihdamı en ekonomik ve doğa dostu yabancı ot kontrol yöntemi olarak önerilebilir. Aksi taktirde istilacı türlerden merayı korumak için belirli aralıklarla vejetasyon yenilenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Bitki Örtü Derecesi, Böğürtlen Kontrolü, Keçi, Mera Durumu, Mera Islahı, Yapay Mera.



SOME CHARACTERISTICS OF HASANLAR VILLAGE RANGELAND, WHICH IS LOCATED IN THE HUMID-MESOTHERMAL CLIMATE ZONE AND IS HEAVILY GRAZED

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the current status of the rangeland, whose vegetation was completely renewed in 2013, as of 2021. During the 7-8 years after the rehabilitation study, the proportions of the species in the vegetation changed

significantly, although there was no significant change in the soil cover value of the plants. Soil coverage rate of pasture vegetation is 98.20%; the ratios of deceiver, increaser and invasive species are 13.14%, 5.39% and 81.77%, respectively. It has been determined that the stubble height remaining after grazing in the pasture is less than 50% of the average vegetation height, all accessible parts of the pasture are grazed, the reproductive plant parts of the decreasing and increasing plant species are very few, and they can develop under the protection of thorny plants that animals cannot reach. It has been also determined that all herbaceous plants except thorny plants are grazing at varying rates in the pasture. According to all these data, it was concluded that the pasture was intensively grazed. Perennial grass (*Lolium perenne*) with the highest rate and the most common deceiver in vegetation with a frequency of 3.97% and a frequency of 80%, while the invasive species is a wild blackberry (*Rubus sp.*) with a rate of 46.54% and a frequency of 90%. According to their rate and distribution in vegetation, forage plant species that can be preferred in all kinds of seeding operations in pastures in this and similar ecologies; *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium fragiferum* and *Trifolium repens*, the most important shrub species to be controlled is wild blackberry. The employment of goats, which preferably graze blackberries and other shrubs and even other herbaceous plants that cattle do not prefer, can be recommended as the most economical and environmentally friendly weed control method. Otherwise, vegetation should be renewed at regular intervals to protect the pasture from invasive species.

Keywords: Blackberry Control Goat, Pasture, Plant Cover, Rangeland Condition Rangeland Rehabilitation.



1. GİRİŞ

Meralarda yapılacak her türlü amenajman ve ıslah çalışmalarından beklenen faydanın maksimum derecede elde edilmesi için, mera vejetasyonunu oluşturan bitki türlerinin ve bu türlerin toprağı kaplama derecelerinin takibi çok önemlidir. Meralarda otlayan hayvanların sayısı ve türleri, mera otlama takviminin uygulanışı, yağış ve sıcaklık gibi iklim kriterlerinin yıllara göre dağılımlarındaki farklılıklar, bu alanların üretkenliğinde değişimlere neden olabilmektedir. Mera üretkenliğindeki bu değişimin izlenmesi ve buna göre ıslah ve amenajman planlamalarının yapılması mera sürekliliğı için elzemdir. Meralardan istenilen yüksek üretkenlik yanında, bitki tür kompozisyonunda meydana gelebilecek değişimler, üretilen kaba yem kalitesini ve dolayısıyla bitkisel üretimin hayvansal ürünlere dönüşüm performansını da etkilemektedir. Bitkisel üretkenlikten hayvansal üretkenliğe uzanan bu ilişki döngüsü yanında mera bitki örtüsünün, toprağı erozyon unsurlarından korumak ve yağış sularının infiltrasyonunu kolaylaştırarak yeraltı su kaynakları-

nın zenginleşmesine de katkı sağlamaktadır. Mera vejetasyonun bu hayati işlevi için toprağı kaplama oranının yüksek olması çok önemlidir.

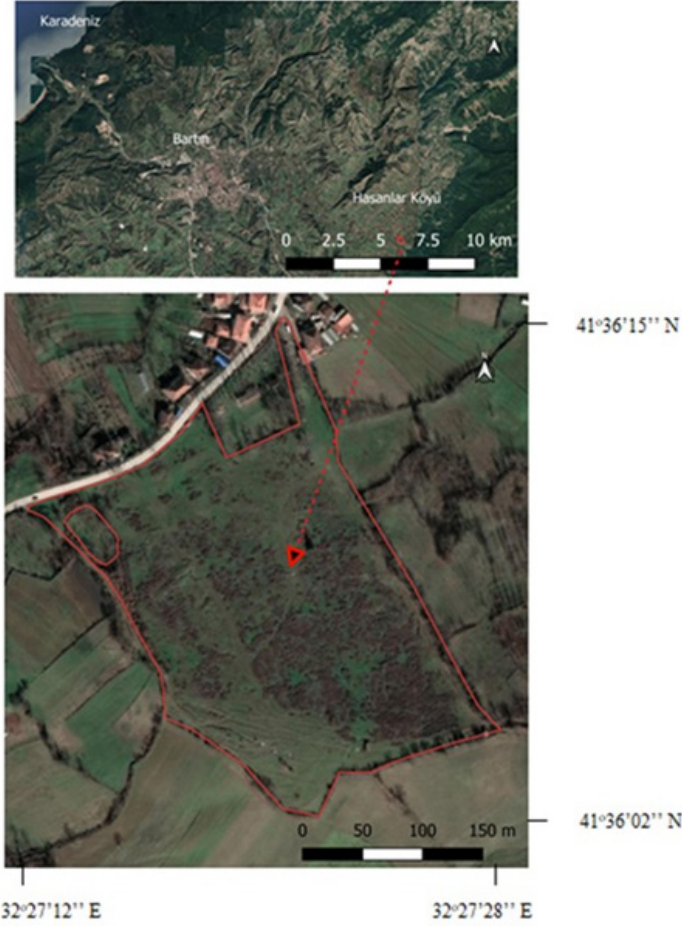
Yapılan mera etüdü çalışmaları neticesinde elde edilen veriler; mera vejetasyonunu oluşturan bitkilerin azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türlerinin oransal yapısının ortaya konularak mera vejetasyonunun üretim potansiyeli, bu üretimin yıl içerisindeki değişim seyri ve kalitesi ve hatta bu meradan en iyi faydalanabilecek hayvan türü ve sayısının belirlenmesi noktasında en temel göstergedir (Beskow, 2001). Azalıcı ve çoğalıcı bitkilerin vejetasyondaki oranlarından hareketle hesaplanan “mera durumu” değeri ile meranın aldığı yağış miktarı dikkate alınarak hayvanların mera gereksinimleri, örneğin kafes yöntemine göre çok hızlı ve kolayca belirlenerek amenajman planlamalarının doğru bir şekilde yapılmasına ve gerektiğinde hızlıca revize edilmesine imkân sağlamaktadır (Bakır, 1999; Holechek ve ark., 2010; Uzun ve ark., 2016). Bu anlamda amenajman uygulamalarının yanlış planlamaları neticesinde meraların bozulmasına sebep olabileceği ve ıslahı için oldukça yüksek ekonomik bedeller ödenebileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Islah işlemleri ile meranın ne oranda eski üretkenliğine kavuşabileceği de ayrıca değerlendirilmesi gereken bir unsurdur. Bu bakımdan meraların, durağan olmayan bilakis dinamik bir yapıya sahip olduğu ve zaman zaman bilimsel metotlarla gözlemlenmesi (Türk ve ark., 2015; Palta ve Lermi, 2019), gerek duyulduğunda gecikmeden müdahale edilmesi gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki zamanında yapılan müdahaleler, gecikenlere göre daima daha başarılı ve ekonomiktir.

Yukarıda anlatılan sebeplere binaen bu çalışma, 7 yıl önce birtakım ıslah ve amenajman çalışmaları yürütülen Hasanlar köyü merasının hâlihazırdaki durumunu belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Bartın ili Merkez ilçe sınırları içerisinde taşınmaz numarası = 102478457, pafta kodu = E28-C-15-D-4-D, E28-C-15-D-4-C olan ve 74.8 da alana sahip 106, 139 ve 179 numaralı mera parsellerinde yürütülmüştür (Şekil 1).

Mera alanında yapılan çalışmalarda koordinat ve rakım ölçümleri “South S82 Plus” GPS ile yapılmış ve ardından veriler QGis 3.16.8 programına işlenmiş ve harita çıktıları oluşturulmuştur (Şekil 1). Eğim, yükseklik ve mesafe ölçümleri ise “Leica DISTO D810” lazer metresi ile gerçekleştirilmiştir.



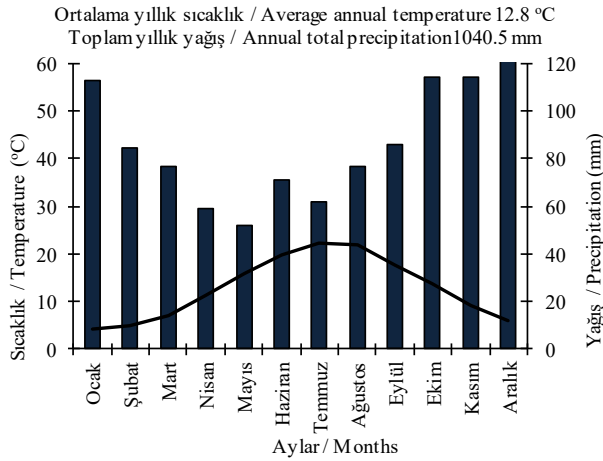
Şekil 1. Hasanlar köyü merasının lokasyon haritası

Figure 1. Location map of Hasanlar village pasture

Çalışma yapılan merada, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı 2012-2016 yılları arasında 2012/74/001 numaralı proje ile ıslah çalışması yürütmüştür. Çalışma öncesinde yapılan vejetasyon etüdü sonuçlarına göre bitki örtüsünü oluşturan türlerin; % 20'si azalıcı, % 2.5'i çoğalıcı, % 77.5 (% 55.5 çalı-ağaç ve % 22 otsu istilacı)'i ise istilacı grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Bu tarih itibarıyla köyde tamamı sığır olmak üzere 121.45 HB, 2021 yılında ise 137.35 HB hayvan varlığı mevcuttur (Anon., 2012, 2021a). Hayvanlar 2012 yılı ve 2021 yılındaki gözlemlerimize göre -amenajman planlaması yapılmış olmasına rağmen- tel ile ihatası yapılmış olan merada çoban olmaksızın otlatma takvimine ve süresine uymaksızın serbestçe otlatılmaktadır. Köyün 2012 yılı itibarıyla yonca ve fiğ ekilişinden üretilen kaba yem miktarı

15 ton, mısır silajı üretimi ise 52 tondur (Anon., 2012). Proje kapsamında 2012 yılında mekanik yöntemlerle ağaç ve çalıkların toprak üstü ve altı aksamları meradan uzaklaştırıldıktan sonra, toprak hazırlığı yapılarak bir yıl süreyle tritikale+fiğ karışımından oluşan ön bitki ekimi gerçekleştirilmiştir. Ön bitki tarımı sonrasında 2013 yılı sonbaharında; *Poa pratensis* (%18), *Festuca pratensis* (%18), *Dactylis glomerata* (%18), *Lolium perenne* (%18), *Lotus corniculatus* (%14) ve *Trifolium repens* (%14) türlerinden oluşan yem bitkisi karışımıyla alanda suni mera tesis edilmiştir. Suni mera tesisine de saf madde hesabıyla 4 yıl boyunca her yıl ilkbaharda dekara 5 kg hesabıyla azot ve 2013 ve 2016 yıllarında ise 5'er kg fosforlu gübre uygulaması yapılmıştır. Her otlatma sezonu sonunda da hayvanların otlamadığı istilacı bitkiler, tamburlu biçme makinası ile temizlik biçimine tabi tutulması planlanmış olsa da bu işlem çeşitli sebeplerle mümkün olmamıştır.

Araştırma alanına ait uzun yıllar (1950-2021) iklim verileri Şekil 2'de sunulmuştur (Anon., 2021b). Thornthwaite (1948)'a göre nemli-mezotermal iklim sınıfına giren Bartın ilinin; uzun yıllara ait ortalama yıllık yağış toplamı 1040.5 mm, ortalama sıcaklık değeri ise 12.8 °C'dir. İklim diyagramından da anlaşılacağı üzere, yağış rejimi diğer birçok ilimize göre daha düzenlidir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır. Ancak, sıcaklık değerlerinin daha yüksek gerçekleştiği yaz dönemine ait aylarda gerçekleşen yağış miktarları yılın en düşük değerleridir. Bu nedenle bölgedeki meraların ana kaba yem kaynağı olan serin iklim yem bitkilerinin bu dönemde dormant hale geçmeleri nedeniyle meraların kaba yem üretiminde düşüşler meydana gelmektedir.



Şekil 2. Bartın ilinin uzun yıllara ait sıcaklık (—) ve yağış (■) diyagramı (Anon., 2021b)

Figure 2. Diagram of long-term temperature (—) and precipitation (■) of Bartın province (Anon., 2021b)

Yukarıda ayrıntıları verilen ve 2016 yılı itibarıyla sona eren proje çalışmaları sonrasında, 2021 yılı itibarıyla Hasanlar köyü merasının hâlihazırdaki durumunu belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada meraların vejetasyon ölçümleri; modifiye edilmiş tekerlekli lup (halka) metodu kullanılarak meralardaki hâkim bitkilerin çiçeklenme evresinde “yaprak alanı” esas alınarak Koç ve Çakal (2004)’in ifade ettiği şekilde belirlenmiştir. Ölçüm hatları meranın eğimine paralel olarak seçilerek meranın her eğim derecesindeki vejetasyonu temsil edecek şekilde 10 lup hattında 1000 noktada yapılmıştır. Bitki teşhisinde Davis (1970) ve Serin (2008)’den faydalanılmıştır. Okuma neticesinde tespit edilen bitki türleri azalıcılar, çoğalıcılar ve istilacılar olmak üzere 3 sınıfa ayrılmışlardır. Tespit edilen bitkilerden azalıcıların tamamı ve çoğalıcıların ise % 20’si dikkate alınarak çalışılan meralarda “mera durumu” belirlenmiştir. Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı, vejetasyon etüdü sırasında bitkiye rastlanan nokta sayısının ölçülen toplam nokta sayısına oranlanması ile belirlenmiştir (Gökkuş ve ark., 2000). Okunan her bir bitki türüne ait değerler, toplam bitki sayısına oranlanarak türlerin botanik kompozisyondaki oranları tespit edilmiştir. Meraların durum ve sağlık sınıflamaları, Holeček ve ark. (2010), Koç ve ark. (2003) ile Anon. (2012) tarafından ifade edilen kriterlere göre yapılmıştır (Çizelge 1). Bir hayvan birimi (HB)’nin ihtiyaç duyduğu mera alanı Bakır (1999) ve Holeček ve ark. (2010)’na göre hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Mera durumu ve bitki örtüsünün toprağı kaplama derecesi

Table 1. Pasture condition and soil coverage degree of vegetation

Azalıcı + Çoğalıcı Bitki Türlerinin Oranı Ratios Of Decreaser + Increaser Plant Species (%)	Mera Durumu Sınıfı Pasture Condition Class	Bitki Örtüsünün Toprağı Kaplama Oranı Coverage Rate Of Vegetation (%)	Mera Sağlık Sınıfı Pasture Health Class
76-100	Çok İyi	>70	Sağlıklı
51-75	İyi	55-70	Riskli
26-50	Orta	<55	Sorunlu
0-25	Zayıf		

Bitkilerin vejetasyondaki dağılımını gösteren türlerin frekans değerleri aşağıdaki formül ile belirlenmiştir;

$$\text{Frekans (\%)} = \frac{\text{Türün bulunduğu lup hattı sayısı} \times 100}{\text{Toplam lup hattı sayısı}}$$

Meraların eğimleri, düz (% 0-2), hafif eğimli (% 3-6), orta eğimli (% 7-12), dik eğimli (% 13- 20), çok dik eğimli (% 21-30), sarp eğimli (%30-45) ve çok sarp eğimli (46+) cetveline göre olarak sınıflandırılmıştır (Anon., 2005).

Otlama şiddeti ile mera toprağında meydana gelen sıkışma ise mera vejetasyonlarında yer alan bitkiler ve mera toprağı üzerinde yapılan gözlemlere dayanarak her iki özellik için de sırasıyla; yok (0), çok hafif (1), hafif (2), orta (3), yoğun (4) ve çok yoğun (5) olarak sınıflandırılmıştır (Holeček ve Galth, 2000).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hasanlar köyü mera parselinin, 41°36'02" - 41°36'15" kuzey paralelleri ile 32°27'12" - 32° 27'28" doğu boylamları arasında yer aldığı ve rakımının 31 ile 77 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışılan mera alanı, köy yerleşim yerine bitişik olup, meskûn alanın güney yönünde, kuzey bakılı ve 2° ile 20° arasında değişen eğim derecelerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

Mera vejetasyonunda yapılan etüt çalışması verilerine göre alanda 76 farklı bitki türü tespit edilmiştir (Çizelge 2, 3 ve 4). Tespit edilen türler içerisinde baklagil, buğdaygil ve diğer familyalara ait bitki türlerinin oranları sırasıyla 17 (% 11.58), 11 (% 10.66) ve 48 (%77.76) adet olarak belirlenmiştir. Genel olarak meraların botanik kompozisyonundaki en yüksek oranı, Çomaklı ve ark. (2012)'nin da ifade ettiği gibi, daha fazla sayıda familyalara ait türler ihtiva eden ve diğer familyalar olarak ta tanımlanan grup oluşturmuştur.

Çizelge 2. Azalıcı ve çoğalıcı bitki türlerinin toprağı kaplama (TKO, %) ve botanik kompozisyonundaki oranları (BKO, %) ile Frekans (F) Değerleri

Table 2. The ratios of decrease and increase plant species in soil coverage (SCR, %) and botanical composition (BCR, %) and Frequency (F, %) Values

Türler Species	TKO SCR	BKO BCR	F	Türler Species	TKO SCR	BKO BCR	F
Azalıcılar / Decreasers							
<i>Lolium Perenne</i>	3.90	3.97	80	<i>Poa Pratensis</i>	0.40	0.41	30
<i>Paspalum Distichum</i>	3.30	3.36	70	<i>Trifolium Pratense</i>	0.40	0.41	30
<i>Trifolium Fragiferum</i>	2.70	2.75	70	<i>Lotus Tenuis</i>	0.40	0.41	40
<i>Dactylis Glomerata</i>	0.70	0.71	50	<i>Trifolium Repens</i>	0.30	0.31	20
<i>Lotus Corniculatus</i>	0.70	0.71	60	<i>Bromus Inermis</i>	0.10	0.10	10
Toplam / Total					12.90	13.14	
Çoğalıcılar / Increaseers							
<i>Plantago Lanceolata</i>	3.50	3.56	80	<i>Festuca Arundinacea</i>	0.20	0.20	20
<i>Cynodon Dactylon</i>	1.00	1.02	50	<i>Lathyrus Czczottianus</i>	0.10	0.10	10
<i>Brachypodium Pinnatum</i>	0.50	0.51	30				
Toplam / Total					5.30	5.38	
Genel Toplam / Grand Total					18.20	18.52	

Belirlenen türlerin kalite derecelerine göre dağılımına göre bitkilerin 10 adedinin (% 13.14) azalıcı, 5 adedinin (% 5.38) çoğalıcı, 11 adedinin çalı-ağaçsı (% 48.47) ve 50 adedinin otsu (% 13.14) olmak üzere 61 adedinin istilacı türlerden oluştuğu görülmüştür.

Çalışılan meraların ortalaması olarak bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı % 98.60, çıplak alan oranı ise % 1.40 olarak hesaplanmıştır. Toprağı kaplama oranı bakımından en yüksek değeri % 80.40'lık oranla istilacı bitkiler göstermiş, istilacı bitkileri % 12.90 ve % 5.30'luk oranlarla azalıcı ve çoğalıcı bitki türleri takip etmiştir (Çizelge 2, 3 ve 4). Bu verilere göre 2013 yılı sonbaharında yem bitkisi karışımıyla bitki örtüsü tamamen yenilenen mera vejetasyonu, aradan geçen 7-8 yıllık süreçte çoğunluğunu yabancı böğürtlen çalısı ağırlıklı istilacı türler tarafından yeniden istila edilerek yeniden zayıf karakterli bir mera haline dönüşmüştür. Hatta ıslah öncesi mera durum sınıfı puanı % 22.5 iken, 2021 yılı itibarıyla % 18.20 puan olarak belirlenmiştir. Bunun anlamı, ıslah çalışmalarının olumlu etkisi mevcut iklim ve faydalanma tarzına bağlı olarak beklenenden daha kısa sürmüştür. Ülkemizin değişik yörelerinde yapılan çalışmalarda da istilacı türlerin mera vejetasyonlarının çoğunluğunu oluşturdukları bildirilmiştir. Bu ve diğer bir çok mera çalışmasından elde edilen veriler, otlatma süre ve kapasitesine dikkat edilmeden yapılan otlatma yanında, sadece sığırlardan oluşan tek tip hayvan ağırlıklı otlatma bunun en başta gelen sebeplerinden olduğu ifade edilmiştir (Aydın ve Uzun, 2000; Uzun ve ark., 2010; Ünal ve ark., 2011; Koç ve Kadioğlu, 2012; Ünal ve ark., 2012; Yavuz ve ark., 2012; Seydoşoğlu ve ark., 2015; Uzun ve ark., 2015; Alay ve ark., 2016; İspirli ve ark., 2016; Şahinoğlu ve Uzun, 2016; Yıldız ve Özyazıcı, 2017; Demirhan ve Özyazıcı, 2019; Uzun ve Ocak, 2019).

Çizelge 3. Çalı ve ağaç türü istilacı bitkilerin toprağı kaplama (TKO, %) ve botanik kompozisyondaki oranları (BKO, %) ile frekans (F, %) değerleri

Table 3. The ratio of bush and tree type invasive plants in soil coverage (SCR, %) and botanical composition (BCR, %) and frequency (F, %) values

Türler Species	TKO SCR	BKO BCR	F	Türler Species	TKO SCR	BKO BCR	F
<i>Rubus Discolor</i>	43.00	43.79	90	<i>Carpinus Betulus</i>	0.10	0.10	10
<i>Crataegus Monogyna</i>	0.30	0.31	30	<i>Ruscus Aculeatus</i>	0.10	0.10	10
<i>Smilax Aspera</i>	0.30	0.31	10	<i>Ulmus Minor</i>	0.10	0.10	10
<i>Ononis Spinosa</i>	0.20	0.20	20	<i>Berberis Integerrima</i>	0.10	0.10	10
<i>Prunus Spinosa</i>	0.20	0.20	20	<i>Sambucus Ebulus</i>	0.10	0.10	10
<i>Rosa Canina</i>	0.20	0.20	10				
Toplam / Total					47.60	48.47	

Çizelge 4. Otsu istilacı bitkilerin toprağı kaplama (TKO, %) ve botanik kompozisyondaki oranları (BKO, %) ile frekans (F, %) değerleri

Table 4. The ratio of herbaceous invasive plants in soil coverage (SCR, %) and botanical composition (BCR, %) and frequency (F, %) values

Türler Species	TKO SCR	BKO BCR	F	Türler Species	TKO SCR	BKO BCR	F
<i>Carex Flacca</i>	5.10	5.19	80	<i>Alopecurus Myosuroides</i>	0.20	0.20	10
<i>Potentilla Humifusa</i>	2.30	2.34	80	<i>Convolvulus Arvensis</i>	0.20	0.20	20
<i>Ranunculus Repens</i>	1.90	1.94	70	<i>Sonchus Oleraceus</i>	0.20	0.20	10
<i>Medicago Polymorpha</i>	1.30	1.32	50	<i>Trifolium Subterraneum</i>	0.20	0.20	20
<i>Crepis Vesicaria</i>	1.20	1.22	60	<i>Dryopteris Filix-Mas</i>	0.20	0.20	10
<i>Oenanthe Pimpinelloides</i>	1.20	1.22	70	<i>Euphorbia Amygdaloides</i>	0.20	0.20	20
<i>Bellardia Trixago</i>	1.10	1.12	40	<i>Trifolium Lappaceum</i>	0.20	0.20	20
<i>Euphorbia Helioscopia</i>	1.10	1.12	60	<i>Geranium Sanguineum</i>	0.20	0.20	20
<i>Taraxacum Aleppicum</i>	1.10	1.12	60	<i>Brassica Nigra</i>	0.10	0.10	10
<i>Medicago Arabica</i>	1.00	1.02	30	<i>Bupleurum Rotundifolium</i>	0.10	0.10	10
<i>Bellis Perennis</i>	0.90	0.92	60	<i>Centaurea Depressa</i>	0.10	0.10	10
<i>Centaurea Iberica</i>	0.80	0.82	30	<i>Centaurea Sessilis</i>	0.10	0.10	10
<i>Lotus Ornithopodioides</i>	0.80	0.82	50	<i>Cerintho Minor</i>	0.10	0.10	10
<i>Trifolium Dubium</i>	0.80	0.82	40	<i>Dactylorhiza Urvilleana</i>	0.10	0.10	10
<i>Mentha Pulegium</i>	0.70	0.71	50	<i>Daucus Carota</i>	0.10	0.10	10
<i>Medicago Lupulina</i>	0.60	0.61	30	<i>Erodium Absinthoides</i>	0.10	0.10	10
<i>Anagallis Arvensis</i>	0.50	0.51	50	<i>Galega Officinalis</i>	0.10	0.10	10
<i>Carum Carvi</i>	0.50	0.51	20	<i>Galium Album</i>	0.10	0.10	10
<i>Plantago Lagopus</i>	0.50	0.51	40	<i>Geranium Asphodeloides</i>	0.10	0.10	10
<i>Scorpiurus Muricatus</i>	0.40	0.41	30	<i>Hordeum Marinum</i>	0.10	0.10	10
<i>Trifolium Resupinatum</i>	0.40	0.41	40	<i>Lactuca Serriola</i>	0.10	0.10	10
<i>Blymus Compressus</i>	0.40	0.41	20	<i>Mentha Longifolia</i>	0.10	0.10	10
<i>Bellardia Viscosa</i>	0.40	0.41	20	<i>Polygala Supina</i>	0.10	0.10	10
<i>Prunella Vulgaris</i>	0.30	0.31	20	<i>Cicerbita Racemosa</i>	0.10	0.10	10
<i>Acanthus Hirsutus</i>	0.20	0.20	20	<i>Veronica Gentianoides</i>	0.10	0.10	10
Toplam / Total					32.80	33.40	

Çalışılan mera vejetasyonunda en fazla oranlarda yer alan baklagiller, *Trifolium fragiferum* (% 2.75), *Medicago polymorpha* (% 1.32), *Medicago arabica* (% 1.02) ve *Medicago lupulina* (% 0.61) olurken; *Lolium perenne* (% 3.97), *Paspalum distichum* (% 3.36), *Cynodon dactylon* (% 1.02) ve *Dactylis glomerata* (% 0.71) ise en fazla rastlanılan buğdaygiller olmuştur. Diğer familyalardan ise otsu türler dikkate alındığında *Carex flacca* (% 5.19), *Plantago lanceolata* (% 3.56), *Potentilla humifusa* (% 2.34) ve *Ranunculus repens* (% 1.94) en fazla rastlanılan türler olmuştur (Çizelge 2, 3 ve 4).

Botanik kompozisyondaki oranları itibarıyla öne çıkan azalcı türler sırasıyla, *Lolium perenne* (% 3.97), *Paspalum distichum* (% 3.36) ve *Trifolium fragiferum* (% 2.75) olurken; çoğalcı türler ise sırasıyla, *Plantago lanceolata* (% 3.56), *Cyno-*

don dactylon (% 1.02) ve *Brachypodium pinnatum* (% 0.51) olmuştur. Mera bitki varlığının % 48.47 gibi yüksek bir oranını çalı ve ağaçlar oluşturmaktadır. *Rubus discolor* % 43.79 ile vejetasyonda açık ara en fazla bulunan istilacı çalı türü olarak dikkat çekerken onu % 0.31'lik oranlarla *Crataegus monogyna* ve *Smilax axpera* çalısı takip etmiştir. Bitkisel gelişim için meranın aldığı yıllık yağış miktarının tatmin edici miktarlarda olması, ekosistemdeki süksesyonel bitki gelişiminin hızla otsu türlerden çalı-ağaç şekline evrilmesine neden olduğu söylenebilir. *Carex flacca* (% 5.19), *Potentilla humifosa* (% 2.34) ve *Ranunculus repens* (% 1.94) ise en fazla rastlanılan otsu istilacı türler olarak kaydedilmiştir (Çizelge 2, 3 ve 4). Zonguldak (Uzun ve Ocak, 2019) ve Bartın'ın diğer ilçelerinde yapılan çalışmalarda da suyu seven bu türlerin vejetasyonlarda sıklıkla görüldükleri ifade edilmiştir (Uzun ve ark., 2016; Palta ve Genç Lermi, 2019).

Vejetasyon etüdü değerlerine göre yapılan hesaplama neticesinde mera durumu % 18.52 (Azalıcı %13.14 + Çoğalıcı % 5.38 = % 18.52) ile "Zayıf" kategoride yer alırken, vejetasyonun toprağı kaplama oranı ise % 98.6 ile "Sağlıklı" sınıfta yer almıştır. Bu verilere göre mera yüzeyinin neredeyse tamamı bitki ile örtülmüştür. % 1.4'lük çıplak alan ise Evans (1998)'in da dikkat çektiğı üzere, çoğunlukla meranın meyiline bağılı olarak özellikle mera toprağının ıslak olduğı dönemde yapılan hayvan otlatmaları esnasında hayvanların ayakları ile toprağı kaydırmaları sonucunda oluşan çıplak alanlardır.

Merada, ıslah çalışmalarının yürütüldüğü 2012-2016 yıllarında ve bu çalışmanın yürütüldüğü 2021 yılı itibarıyla 1 HB'ne düşen mera alanı (7.48 ha/121.45 HB) 0.06 ha ile (7.48 ha/137.35 HB) 0.05 ha arasında değışmiştir. Meranın bulunduğı yağış kuşağı ve mera durumu değeri dikkate alınarak yapılan hesaplama göre (Bakır, 1999; Holeček ve ark., 2010), 6 aylık otlatma periyodu süresince kaba yem ihtiyacının tamamını meradan karşılayan hayvanlar için 1 BBHB'ne verilmesi gereken alan 6.6 ha'dır. Bu hesaba göre hayvanların ihtiyacı olan mera alanı ile onlara sunulan alan arasında çok büyük oranda farklılık vardır. Bu nedenle hayvanların kaba yem ihtiyaçlarının kalan kısmı da tarla tarımı içerisinde 900 da'lık alanda ekimi yapılan yem bitkilerinden karşılanmaya çalışılmıştır. Her ne kadar hayvanların kaba yem ihtiyaçları hesaplanarak ve çeşitli şekillerde desteklenerek en azından proje süresince karşılanmaya çalışılsa ve mera amenajman planlaması yapılsa da hayvanların yıl içerisindeki otlatmaya başlama ve bitirme sürelerinin kontrol altına alınması tam anlamıyla mümkün olmamıştır. Bu nedenle de mera ıslahı ile sağlanan kazanımlar beklenenden daha kısa sürede kaybolduğı görülmüştür. Vejetasyon yapısı bozulup klimaks bitkilerinin ¼'ünden fazlasını kaybeden ve sadece sığırlar ile otlatılan böyle meraların, yeniden istenilen bitki kompozisyonuna kavuşmalarının tek yolu klimaks bitki türleri ile yeniden vejetasyon teşkilidir. Diğer yöntemler ile kısa zamanda nitelik ve nicelik bakımından tatmin edici ot üretiminin temin edilmesi mümkün değildir (Vallentine, 1989; Altın ve ark., 2005).

Merada otlanma sonrasında kalan anız yüksekliği, dikenli bitkilerin altında hayvanların ulaşamadığı yerlerdeki ortalama vejetasyon yüksekliğinin % 50'sinden daha az olduğu gözlemlenmiştir. Meranın erişilebilir olan bütün her yeri otlanılmıştır. Meranın bazı bölümlerinde kaliteli yem bitkilerinin otlanılmasından sonra kalan anız neredeyse toprak yüzeyi ile sifıra sifır olacak şekildedir. Mera yüzeyinde otlayan hayvanların ayak izleri belirgindir. Azalıcı ve çoğalıcı bitkilerde üreme organları ile ilgili bitki aksamı oldukça azdır. Ancak hayvanların otlayamayacağı dikenli bitkilerin atları gibi doğal korunmuş alanlarda iyi cins yem bitkilerinin çiçek aksamaları görülebilmektedir. Köyün hayvan varlığını oluşturan tek tür olan sığırların otlayamayacağı çakırdikeni (*Centaurea iberica*) gibi türler hariç, bütün otsu bitkiler az ya da çok otlanılmıştır. Tüm bu gözlemlerden hareketle “meranın ağır otlandığı” söylenilebilir.

Meraların bu şekilde yoğun olarak otlatılması, Evans (1998) ve Heathwaite ve ark. (1990)'nın da ifade ettiği gibi meraların bozulmasına yol açmıştır. Diğer yandan Han ve ark. (2008), meralarda otlayan hayvan sayısının olması gerekenden daha fazla olmasının bitki örtüsünün bir bütün olarak toprağı kaplama oranını da azaltarak toprak yüzeyini erozyona karşı korumasız bıraktığını ifade etmişlerdir. Ancak, çalışılan meraların yer aldığı bölgenin iklim değerleri, özellikle de yağış değerleri yüksek ve yıl içerisindeki dağılımı da bitki gelişimleri için nispeten uygundur. Bu nedenle, vejetasyonda yer alan bazı bitki türleri vejetasyondan çekilse dahi, bunların yerlerini, başta çalı-ağaç türleri olmak üzere diğer bitki türleri hızla doldurmuş olması dolayısıyla bu alanların bitki örtüsünün toprağı kaplama değerleri yüksek kalmıştır.

Meradan faydalanan hayvan türleri içerisindeki keçi oranının azlığı ve diğer ekolojik faktörlerin de etkisiyle, çalimsı bitki türlerinin botanik kompozisyonda % 48.47 gibi yüksek bir oranda yer almaları üzerinde dikkatle durulması ve çözüm üretilmesi gereken bir problem olarak orta yerde durmaktadır. Esasen mera durumu sınıflamasında meraların zayıf kategoriye girmesinin en büyük sebebi bu bitki türleridir. Bu noktada, otlamada çalı ve diğer hayvanların otlamaktan kaçındığı birçok yabancı otu tercihen otlayan, bu bakımdan birlikte otladıkları diğer hayvan türleri ile rekabeti minimum olan, hatta onların performanslarını dahi artırabilen ve mera toprağının sıkışmasında yok denilecek kadar az bir etkiye sahip olan keçilerin doğru politikalarla sayılarının artırılması çok önemlidir (Uzun ve ark., 2015). Uzun ve ark. (2016)'nın Bartın ilinin 15 farklı merasında yaptıkları çalışmada da vurguladıkları ve Tarım Bakanlığının hayvan kayıtlarına bakıldığında, çalışma yapılan tüm köylerde büyükbaş hayvanlar mevcutken, sadece 5 köyde küçükbaş hayvanların bulunduğunu ve BBHB değeri üzerinden toplam hayvan varlığının sadece % 1.16'sını oluşturması dikkatle değerlendirilmesi ve politika geliştirilmesi gereken bir husus olarak öne çıkmaktadır (Anon., 2012 ve 2021a).

Çalışılan merada bol miktarda bulunan *Rubus* (yabani böğürtlen, % 43.79) ve *Rosa* türü çalılar otlamada keçilerin yüksek derecede istekli, *Carex* ve *Centaurea* türü otsu yabancı otları otlamada ise orta derecede istekli olduğu ifade edilmiştir (Holst and Simmonds, 2000). Keçilerin *Berberis* (karamuk veya diken üzümü) türlerinin kontrol edilmesinde de etkili olduğu ifade edilmiştir (Lambert *et al.*, 1981; Rolston *et al.*, 1983). Metrekarede 525 adet gövde sayısına kadar ulaşabilen böğürtlen bitkisinin yayıldığı yerde tür çeşitliliğini azalttığı ve hayvanların hareketliliğini sınırladığı ifade edilmektedir. Böğürtlenin çalışılan merada bu kadar yayılabilmesi hem tohumdan (m²'de 7000-13000 adet tohum ürettiği ve bu tohumların birkaç yıl toprakta canlı kalabildiği) ve hem de vejetatif olarak kök ve dalları ile yayılmasına ayrıca tohumlarının hayvanların sindirim sisteminden ölmeden geçebilmesinin yayılım açısından ayrıca bir avantaj olduğu bildirilmiştir (Richardson, 1975; Tirmenstein, 1989; Hoshovsky, 2000).

Keçiler, yapraksız ve dikenli çalıların çiçek aksamalarını seçerek yiyebilme, besin kaynağı bulabilmek amacı ile kayalıklara ve ağaçlara tırmanabilme (Garcia and Gall, 1981; Tan ve Temel, 2012), parçalı yapıdaki üst dudakları nedeniyle otları sıkıca tutabilme, dikenli çalılar içindeki genç sürgünleri ve çiçekleri seçebilme, kopardıkları bitkisel materyali çok hızlı çiğneyebilme yeteneğine sahiptir (Arnold and Dudzinski, 1978; Lu, 1988; Babalık ve Fakir, 2007). Wood (1987); keçiler, koyunlar ve sığırların yabancı ot kontrolündeki etki düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak yürüttüğü çalışmada, keçilerin meralarda yabancı ot kontrolünde daha etkili olduğunu ifade etmiştir. Bu araştırmacı, diğer hayvanlardan farklı olarak keçilerin küçük ağaç ve çalılara kabuklarını soymak ve belli kısımlarını yemek suretiyle hasar verdiğini, dikenli vejetasyonlardan etkilenmediklerini ve arka ayakları üzerinde yükselerek çalı ve ağaçların üst yapraklarını yiyebildiklerini gözlemlemiştir. Batten (1979)'da keçilerin, koyun ve sığırlar tarafından hiç dokunulmayan dikenli yabancı otları kontrol edebilme kabiliyetinde olduğunu ifade etmektedir. Yabancı ot sınıfına giren bu bitkileri meralardan temizleyen keçiler, bu işlemi yaparken mekanik mücadele aracı olarak kullanılan iş makineleri gibi diğer bitkileri ve mera toprağını tahrip etmemekte, herbisitler gibi taban sularını ve akarsuları kirletmemekte, diğer bitkilere zarar vermemekte ve üstüne üstlük bu işlem esnasında toprağı da gübrelemektedir.

Esasen özellikle Karadeniz bölgesindeki meraların çalı-ağaç türleri ile istila edilmeleri sürecinin altında yatan en büyük sebep te -diğer ekolojik faktörlere ilave olarak- otlayan hayvan türlerinin mevcut profilidir. Tabiatın çeşitlilik üzerine kurulan ekolojik yapısı, insan eliyle sadece büyükbaş hayvana, onun da ezici çoğunluğunu sığırların oluşturduğu bir profile evrilmesidir. Bölgede, ana kayadan veya su içinde başlayan doğal çayır ve mera süksasyonu, insan eliyle daha da hızlandırılarak otsu bitkilerin hızla çalı-ağaç topluluklarına evrilmesine katkı sunulmuştur ve bu süreç de halen devam etmektedir (İspirli ve ark., 2016; Uzun ve Ocak, 2019).

Azalıcı bitki türlerinden frekansı en yüksek olan yani meranın her tarafında daha yüksek oranda yayılım gösterebilen türler sırasıyla; *Lolium perenne* (%80), *Paspalum distichum* (%70) ve *Trifolium fragiferum* (%70)'olmuştur. Çoğalıcı bitkilerden ilk üç sırayı *Plantago lanceolata* (%80), *Cynodon dactylon* (%50) ve *Brachypodium pinnatum* (%30) almıştır. Çalı türü istilacı bitki türlerinden, *Rubus* sp. % 90 frekans değeriyle meranın her tarafında en yüksek oranda yayılım gösterebilen tür olurken, onu % 30'luk oranla *Crataegus monogyna* ve % 20'lik oranlarla *Ononis spinosa* ve *Prunus spinosa* takip etmiştir. Otsu istilacı bitki türlerinden frekansı en yüksek olan türler sırasıyla *Carex flacca* (%80), *Potentilla humifusa* (%80), *Ranunculus repens* (%70) olmuştur. Bu değerlere göre bu merada yapılacak her türlü tohumlama işlemlerinde ilk akla gelmesi gereken bitkinin *Lolium perenne*, diğer yandan en öncelikli kontrol edilmesi gereken çalı türünün ise yabancı böğürtlen olduğu söylenilebilir. Jung ve ark. (1996)'da, *Lolium perenne*'nin ağır otlatmaya dayanma kabiliyetinin oldukça yüksek olduğunu ve bu nedenle yoğun koyun ve sığır otlatma sistemlerinde tercih edildiğini bildirmiştir. Bartın ilinde yapılan diğer bazı çalışmalarda da bu türlerin en yaygın türler olduğu ifade edilmiştir (Uzun ve ark., 2016; Lermi ve ark., 2016; Palta ve ark., 2018).

Mera yüzeyinin eğim dereceleri 106 no'lu parselde 2° ile 6°, 139 ve 179 no'lu parsellerde ise yer yer 12° ile 20° arasında değişen dalgalı bir yapı gösterdiği belirlenmiştir. Anon. (2005)'e göre; 106 no'lu parsel derecesi hafif eğimli (% 3-6), 139 ve 179 no'lu parseller ise dik eğimli (% 13-20) kategoride yer almaktadır. Holeček ve ark. (2010), 10° sınır olmak üzere eğim arttıkça sığırların bu alanlardan faydalanma kabiliyetlerinin de eğim artışına paralel olarak azalacağını ifade etmektedir. Buna göre meranın % 97'si bu kategoride değerlendirilebilir. Ancak alan olarak mevcut hayvan sayısına göre yetersiz olan meranın, her tarafında ağır otlanma belirtilerinin mevcut olduğu gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ

2013 yılında sürülerek vejetasyonu klimaks bitki türleriyle tamamen yenilen ve bu haliyle "çok iyi" mera vasfı kazandırılan Hasanlar köyü merası, yaklaşık 8 yıllık bir süre zarfında yeniden "zayıf" mera kategorisine düşmüştür. Meranın; gübreleme, dinlendirme, havalandırma gibi klasik ıslah yöntemleriyle yeniden ıslahında istenilen başarının elde edilemeyeceği ve elde edilebilecek kazanımların da sürdürülebilir olamayacağı çok net bir şekilde ortadadır. Yörede yıllık yağış miktarının görece yüksek olmasına bağlı olarak doğal bitki süksesyonunun çok hızlı bir şekilde otsu yapıdan, çalı-ağaç şekline evrilmesine neden olmaktadır. Bu dönüşümü geciktirecek/engelleyecek özellikle keçi varlığının yeterli oranda olmayışı, aksine sadece sığırlara dayalı hayvan varlığının özellikle uzun boylu buğdaygil bitkilerini tercihen otlamalarına bağlı olarak baskılamaları da çalılaşmayı teşvik edici etki oluşturmaktadır. Meranın mevcut durumu, belirli periyotlar halinde sürülerek tekrar suni mera oluşturulmasını zaruri kılmaktadır. Her ne kadar 3-4 yılda bir

tohum olgunlaştırma dönemlerinde meranın otlatılmayıp doğal tohumlamanın sağlanması kaliteli vejetasyon yapısının sürdürülebilirliği açısından bir alternatif yol olarak akla gelse bile, köyün sadece sığır varlığına dayalı hayvan profili ile hızlı süksesyonel gelişime imkân veren iklim yapısı bu işlemin başarılı olmasını kısıtlamaktadır.

Bartın ve benzer ekolojiye sahip illerin meralarında, özellikle çalimsı yabancı otların gelişmelerini sınırlandırabilecek yeterli miktarda keçi varlığı, meraların iklims yapılarının korunması, en azından ömrünün uzatılması bakımından en ekonomik ve en doğa dostu yöntem olarak önerilebilir. Ürünlerinin sağlık açısından önemleri tüm ülkemizde kamu spotlarıyla vurgulanarak farkındalık yaratılması ve bu yolla keçi varlığının artırılması bu anlamda en faydalı hareket tarzı olacaktır. Ya da, çalıların merayı yeniden istila etmesini önlemek için belirli aralıklarla toprak işlenerek her seferinde vejetasyonun yenilenmesi diğer alternatif bir yol olarak düşünülebilir. Diğer yandan otlanılmayan bitki türlerinin her yıl tohum olgunlaştırmadan temizlik biçimine tabi tutularak kaliteli yem bitkileri ile olan rekabetlerinde avantaj sağlamalarının olabildiğince engellenmesi mera kalitesinin istikrarına hizmet edeceği akıldan çıkarılmamalıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedir.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: Kİ (%20), FA (%25), NÇ (%10), MŞ (%15), ÖFU (%10), FU (%20)

Veri Toplanması: Kİ (%25), FA (%25), ÖFU (%25), FU (%25)

Veri Analizi: Kİ (%15), FA (%25), MŞ (%20), ÖFU (%20), FU (%20)

Makalenin Yazımı: FA (%20), MŞ (%10), ÖFU (%20), FU (%50)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: ÖFU (%80), FU (%20)

Teşekkür

Bu çalışma, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/TBAD/B/19/A7/P7/2128 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alay, F., İspirli, K., Uzun, F., Çınar, S., Aydın, İ., Çankaya, N., 2016. Uzun süreli serbest otlatmanın doğal meralar üzerine etkileri (Effects of long-term free grazing on natural rangelands). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1): 116-124. doi:[10.13002/jafag929](https://doi.org/10.13002/jafag929).
- Anonymous, 2005. Toprak ve arazi sınıflaması standartları teknik talimatı. Available from URL: [http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/Toprak Arazi Siniflamasi Standartlari Teknik Talimati ve IlgiliMevzuat_yeni.pdf](http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/Toprak_Arazi_Siniflamasi_Standartlari_Teknik_Talimati_ve_IlgiliMevzuat_yeni.pdf) (Erişim tarihi: 28 Temmuz 2021).
- Anonymous, 2010. Bartın İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonymous, 2012. Ulusal mera kullanım ve yönetim projesi (Sonuç Raporu). TÜBİTAK Proje No:106G017. TC. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bk., Tarımsal Arş. ve Politikalar Gen. Md., Ankara.
- Anonymous, 2021a. Bartın İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonymous, 2021b. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Available from URL: <http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=BARTIN> (Erişim tarihi: 15 Temmuz 2021).
- Arnold, G.W., Dudzinski, M.L., 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. Developments in animal and veterinary sciences: 2, Elsevier Scientific Publishing Company, 198 p, Amsterdam.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2005. Çayır Mera Islahı. TC. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Mart Matbaası. 468 s, İstanbul.
- Aydın, İ., Uzun, F., 2000. Lâdik ilçesi Salur köyü merasında farklı ıslah metodlarının ot verimi ve botanik kompozisyon üzerine etkileri. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 24: 301-307.
- Babalık, A., Fakir, H., 2007. Davraz dağı Kozağacı yaylasında (Isparta) keçi otlatmasının bazı çalı türlerinin yaprak morfolojisi üzerindeki etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2: 1-8. doi:10.18182/tjf.38322.
- Bakır, Ö., 1999. Otlatma Kapasitesi. (Ed: Anonim) Çayır Mera Amenajmanı ve Islahı (Mera Kanunu Eğitim ve Uygulama El Kitabı - 1). Matsa Basımevi, Ankara, s.181-206.
- Batten, G.J., 1979. Controlling scrub weeds with goats. New Zealand Weed and Pest Control Soc. 32:292-296. doi:[10.30843/nzpp.1979.32.10723](https://doi.org/10.30843/nzpp.1979.32.10723).
- Beskow, W.B., 2001. Integration of goats into sheep and cattle grazing systems as a permanent weed control tool. PhD Thesis, Massey University, Institute of Natural Resources, 206 p, New Zealand.
- Çomaklı, B., Fayetörbay, D., Daşçı, M., 2012. Changing of botanical composition and canopy coverage ratio in rangelands at different altitudes. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(1): 17-21.
- Davis, P.H., 1970. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Cilt: 3: 518-531, University Press, UK: Edinburg.
- Demirhan, E., Özyazıcı, M.A., 2019. Determination of vegetation and soil properties of the floodplain rangeland in the continental climate zone of Turkey. Applied Ecology & Environmental Research, 17(6): 15531-15546. doi:[10.15666/aeer/1706_1553115546](https://doi.org/10.15666/aeer/1706_1553115546).
- Evans, R., 1998. The erosional impacts of grazing animals. Progress in Physical Geography, 22: 251-268. doi: [10.1177/030913339802200206](https://doi.org/10.1177/030913339802200206).
- Garcia, O., Gall, C., 1981. Goats in the dry tropics. Goat Production (Ed. C Gall), Academic Press, New York, pp. 515-556. doi:10.1007/978-94-009-1317-2_7.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı B. 2000. Çayır-Mer'a Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:142, 139 s, Erzurum.
- Lermi, G.A., Palta, Ş., Öztürk, H., 2016. Bartın ilinde bir mera ıslah çalışmasının değerlendirilmesi: Serdar Köyü örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 18 (2), 65-70. doi:10.24011/barofd.267299.
- Han, J.G., Zhang, Y.J., Wang, C.J., Bai, W.M., Wang, Y.R., Han, G.D., Li, L.H., 2008. Rangeland degradation and restoration management in China. The Rangeland Journal, 30: 233-239. doi:[10.1071/RJ08009](https://doi.org/10.1071/RJ08009).
- Heathwaite, A.L., Burt, T.P., Trudgill, S.T., 1990. Land-use controls on sediment production in a lowland catchment, south-west England. In: J. Boardman, I.D.L. Foster, J.A. Dearing (Eds.), Soil Erosion on Agricultural Land. John Wiley and Sons Ltd., pp. 70-86.
- Holecheck, J.L., Galt, D., 2000. Grazing intensity guidelines. Rangelands Archives, 22(3): 11-14. doi:0.2458/azu_rangelands_v22i3_holecheck.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H., 2010. Range Management: Principles and Practices (6th Edition). Prentice Hall, one Lake Street, Upper Saddle River, 444 p, Amsterdam.
- Holst, P.J., Simmonds, H.E., 2000. Palatability of weeds to goats in Australia, Proceedings 7th, International Conference on Goats, 111-113, 15-21 May, France.

- Hoshovsky, M.C., 1989. Element stewardship abstract for *Rubus discolor*, (*Rubus procerus*) Himalayan blackberry. Arlington, Virginia: The Nature Conservancy. Available from URL:<https://www.invasive.org/weedcd/pdfs/tncweeds/rubuarm.PDF> (Erişim tarihi: 30 Temmuz 2021).
- İspirli, K., Alay, F., Uzun, F., Çankaya, N., 2016. Doğal meralardaki vejetasyon örtüsü ve yapısı üzerine otlama ve topoğrafyanın etkisi (Impacts of livestock grazing and topography on vegetation cover and structure in natural rangelands), *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3: 14-22. <https://doi.org/10.19159/tutad.76350>.
- Jung, G.A., Van Wijk, A.J.P., Hunt, W.F., Watson, C.E., 1996. Cool-season forage grasses. Agronomy Monograph no. 34. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 677 p, Segoe Rd., Madison, USA.
- Koç, A., Gökkuş, A., Altın, M., 2003. Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi*, 36-42, 13-17 Ekim, Diyarbakır.
- Koç, A., Çakal, Ş., 2004. Comparison of some rangeland canopy coverage methods. *International Soil Congress Natural Resource Management for Sustainable Development*, 41-45, 7-10 June, Erzurum.
- Koç, A., Kadioglu, S., 2012. Some characteristics of an upland rangeland's vegetation in the Eastern Anatolia. The 9th European Dry Grassland Meeting. Posters, Session 34 Mon. 21, 19-23 May, Greece.
- Lambert, M.G., Clark, D.A., Rolston, M.P., 1981. Use of goats for coarse weed control in hill country. *Proceedings of the 33rd Ruakura Farmers Conference*, 167-171, New Zealand.
- Lu, C.D., 1988. Grazing behaviour and diet selection of goats. *Small Ruminant Resources*, 1: 205-216. doi:10.5333/KGFS.2019.39.3.189
- Palta, Ş., Alagöz Altıntaş, G., 2018. Bartın ili mera islah çalışmalarında kullanılan yem bitkileri ve genel özellikleri. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 1(1): 48-55.
- Palta, Ş., Genç Lermi, A., 2019. Mera Islah Uygulamasının Değişim Seyrinin Belirlenmesi: Bartın İli Serdar Köyü Örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2) 229-238. doi:10.33202/comuagri.567199
- Richardson, R.G., 1975. Regeneration of blackberry (*Rubus procerus*, P. J. Muell.) from root segments. *Weed Research*, 15(5): 335-337.
- Rolston MP, Clark DA and Lambert MG, 1983. Scrub and coarse weed control by goats and sheep: Ballantrae trial. *Proceedings of the Ruakura Farmers Conference*, 55-57, New Zealand.
- Serin, Y., 2008. *Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, 486 s, Ankara.
- Seydoğoğlu, S., Saruhan, V., Mermer, A., 2015. Diyarbakır ili Silvan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerinde bir araştırma. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2: 1-7. doi.org/10.19159/tutad.37050.
- Şahinoğlu, O., Uzun, F., 2016. Taban mera islahında farklı metotların etkinliği: I. Agronomik özellikler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 31(3) 423-432. doi.org/10.7161/omuanajas.269997.
- Tan, M., Temel, S., 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 246, 226 s, Erzurum.
- Thorntwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographic Review*, 38:55-94. doi: dx.doi.org/10.2307/210739.
- Tirmenstein, D., 1989. *Rubus discolor*. In: Fire Effects Information System [online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available from URL: <https://www.feis-crs.org/feis/faces/index.xhtml?jsessionid=E863E4A6967126B23273C212B7F09 AB7> (Erişim tarihi: 24 Eylül 2021).
- Türk, M., Albayrak, S., Bozkurt, Y., 2015. Otlatmanın farklı yapay meralarda botanik kompozisyon üzerine etkisi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 27-34.
- Uzun, F., Garipoğlu, A.V., Algan, D., 2010. Meralarımızda görülen sarı peygamber çiçeği (*Centaurea solstitialis* L.)'nin bitkisel özellikleri ve kontrolü. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 213-222.
- Uzun, F., Garipoğlu, A.V., Dönmez, H.B., 2015. Mera yabancı otlarının kontrolünde keçilerin kullanımı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(1): 40-50.
- Uzun, F., Alay, F., İspirli, K., 2016. Bartın ili meralarının bazı özellikleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2): 174-183. doi: 10.19159/tutad.54652.
- Uzun, F., Ocak, N., 2019. Some vegetation characteristics of rangelands subjected to different grazing pressures with single-or multi-species of animals for a long time (A case of Zonguldak province, Turkey). *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(3): 360-370. doi:10.7161/omuanajas.492494.
- Ünal, S., Karabudak, E., Öcal, M.B., Koç, A., 2011. Interpretations of vegetation changes of some villages rangelands in Çankırı province of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(1): 39-47.

- Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Özaydın, K.A., Avağ, A., Aydoğmuş, O., Şahin, B., Aslan, S., 2012. Ankara ili meralarının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2): 41-49.
- Vallentine, J.F., 1989. Range development and improvements. Third edition. Academic Press. Inc., 524 p, San Diego.
- Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M.Ö., Avağ, A., Özaydın, K., Yıldız, H., 2012. Amasya mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1): 181-185.
- Yıldız, A., Özyazıcı, M.A., 2017. Karasal iklim kuşağında bulunan bir meranın farklı yöneylerinde botanik kompozisyonun, ot verimi ve ot kalitesinin belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4(3): 218-231. [doi:org/10.19159/tutad.292549](https://doi.org/10.19159/tutad.292549)
- Wood, G.M., 1987. Animals for biological brush control. Agronomy Journal, 79: 319-321. doi:[10.2134/agronj1987.00021962007900020028x](https://doi.org/10.2134/agronj1987.00021962007900020028x).



Türkiye’de Şeker Pancarı Üretim Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Beet Necrotic Yellow Vein Virus İzolatlarının P31 Geninin Moleküler Karakterizasyonu

Molecular Characterization of P31 Gene of Beet
Necrotic Yellow Vein Virus Isolates in Sugar Beet
Production Areas of Turkey

Murat GÜNGÖR¹, Ebru ERKAN², Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ³

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kurupelit, Samsun
• mrtgnr55@gmail.com • ORCID > 0000-0001-8206-7716

²Zirai Karantina Müdürlüğü, Antalya
• ebezya@gmail.com • ORCID > 0000-0001-7710-8042

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kurupelit, Samsun
• nazlik@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-7331-9109

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 03 Ocak / January 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 20 Nisan / April 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 505-524

Atıf/Cite as: Güngör, M., Alaya, F., Erkan, E., Şahin, M., Yılmaz, Kutluk, D. N. "Türkiye’de Şeker Pancarı Üretim Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Beet Necrotic Yellow Vein Virus İzolatlarının P31 Geninin Moleküler Karakterizasyonu" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(3), Ekim 2022: 505-524.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ

Yazar Notu / Author Note: Bu çalışma, Yüksek Lisans ve doktora tezlerinin bir parçasını içermektedir.

TÜRKİYE'DE ŞEKER PANCARI ÜRETİM ALANLARINDA ENFEKSİYON OLUŞTURAN BEET NECROTIC YELLOW VEIN VİRUS İZOLATLARININ P31 GENİNİN MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

ÖZ:

Vektör *Polymyxa betae* ile taşınan ve “rhizomania” olarak da adlandırılan hastalığa yol açan Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV), Türkiye’de ve dünyada şeker pancarı üretim alanlarında sıklıkla rastlanan en tahripkar virüs hastalığıdır. Bu çalışmada, Türkiye’nin farklı coğrafik bölgelerinden elde edilen BNYVV izolatlarının, p31 geninin moleküler olarak karakterize edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, BNYVV ile bulaşık olduğu bilinen 17 toprak örneği kullanılmıştır. Özellikle, tuzak bitki testi yöntemine göre BNYVV izolatlarının yeniden çoğaltımı sağlanmıştır.

BNYVV RNA-4’ü tarafından kodlanan p31 proteini, virüsün vektörle etkili olarak taşınması ve virülensi ile ilişkilidir. Bu çalışmada, 12 farklı izolatın p31 gen bölgesinin nükleotit dizileri elde edilmiştir. Bu izolatların dünya izolatları ile BLAST analizi ve elde edilen filogenetik ağaç, izolatları; Grup II ve Grup III olmak üzere iki farklı p31 grubuna ayrılmıştır. Grup II’de IGR-6, IGR-9 ve ERC-52 izolatları yer almış, Kas2 izolatı (Kazakistan) ile yüksek nükleotit benzerliğine (% 99.76-% 99.88) sahip olduğu belirlenmiştir. GZP-27, ELZ-44, SMS-61, EDR-125, BRS-148, CNK-150, KAS-281, KYS-524 ve ANK-617 izolatları ise Grup III’de yer almış, IV4 izolatı (İtalya) ile en yüksek benzerlik (% 99.88-% 100) göstermişlerdir. Yürütülen bu çalışma sonucunda, BNYVV izolatlarının p31 genom bölgesine göre genetik ilişkileri ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: BNYVV, *P. betae*, Rhizomania, RNA-4, Sekans Analizi.



MOLECULAR CHARACTERIZATION OF P31 GENE OF BEET NECROTIC YELLOW VEIN VIRUS ISOLATES IN SUGAR BEET PRODUCTION AREAS OF TURKEY

ABSTRACT

Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV), which is known as “the agent of rhizomania disease” and transmitted by *Polymyxa betae*, is the most destructive and prevalent virus species in sugar beet fields in Turkey and in the world. The objective of this study was to molecularly characterize BNYVV isolates, obtained from different geographical locations of Turkey, based the p31 gene of them. For this purpose, 17 soil samples known to be infested with BNYVV were used. Firstly, BNYVV was propagated as bait plant technique.

P31 protein encoded by BNYVV RNA-4 is associated with efficient vector transmission and virulence. In this study, nucleotide sequences of p31 coding region of 12 different isolates were obtained. The BLAST and phylogenetic analysis divided BNYVV isolates into two different p31 groups as Group II and Group III. The Group II consisted of IGR-6, IGR-9 and ERC-52 isolates and found to have high nucleotide identity with Kas2 isolate (99.76%-99.88%). Also, GZP-27, ELZ-44, SMS-61, EDR-125, BRS-148, CNK-150, KAS-281, KYS-524 and ANK-617 which were divided into Group III had the highest similarity (99.88%-100%) with IV4 isolate (Italy). As a result of this study, genetic relationship among BNYVV isolates according to the p31 genome region were revealed.

Keywords: BNYVV, *P. betae*, Rhizomania, RNA-4, Sequencing.



1. GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.)'nda rhizomania hastalığına Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV; Şeker pancarı nekrotik sarı damar virüsü) neden olmakta (Tamada ve Baba, 1973) ve virüs protozoa vektör *Polymyxa betae* Keskin tarafından taşınmaktadır (Keskin, 1964). Hastalık BNYVV'ye hassas şeker pancarı çeşitlerinin ekiminin yapıldığı tarlalarda yer yer renk açılımı gösteren bitki adacıkları şeklinde göze çarpmaktadır. Bu alanlarda enfekteli bitkilerin yapraklarının rengi açılarak fıstık yeşili bir renk almakta ve aşırı yan kök gelişiminden dolayı köklerde sakallanma oluşmaktadır (Özgür, 2003).

Günümüzde rhizomania, şeker pancarı üretimini tehdit eden en tahripkar hastalık olarak bilinmektedir (Scholten ve Lange, 2000). Nitekim dünya genelinde yetiştirilen şeker pancarının yaklaşık yarısının bu hastalıktan etkilendiği ve pancar üretiminin ise her yıl % 10'luk kayba (yılda yaklaşık 3.6 milyon ton) uğradığı tahmin edilmektedir (Biancardi ve Lewellen, 2016). Özellikle erken dönemde oluşan enfeksiyonlarda, pancar kök verimi ve şeker içeriğinde önemli kayıplar oluşmakta; pancardan elde edilen özsuynun fabrikada işlenmesi de olumsuz yönde etkilenmektedir (Dehnen-Schmutz ve ark., 2020). Hastalığın etkisi ile taze kök ağırlığında % 50, şeker oranında ise % 50-60 ve hatta % 80'e varan oranlarda kayıplar oluşabilmektedir (Asher ve Henry, 1993).

BNYVV, *Benyviridae* familyasının, *Benyvirus* cinsinin bir üyesi olup (Gilmer ve Ratti, 2017) dört ya da beş adet rijit çubuk şeklinde, pozitif sens tek sarmal RNA partiküllerinden oluşmaktadır (Tamada ve ark., 1989). RNA-1 ve RNA-2; replikasyon, viral partiküllerinin bir arada tutulması, hücreden hücreye hareket ve antiviral RNA susturmanın (RNA silencing) baskılanması ile ilgili gen bölgelerini içermektedir (Bouzoubaa ve ark., 1986; Gilmer ve ark., 1992, 2017). RNA-3, şe-

ker pancarında rizomania kök simptomlarının şiddetini belirlerken (Schirmer ve ark., 2005; Tamada ve ark., 1999), RNA-4 ise vektörle taşınmada görev almaktadır (Tamada ve Abe, 1989). Ayrıca, bu segmentin *Nicotiana benthamiana* L. bitkilerinde şiddetli simptom oluşumu (Rahim ve ark., 2007) ve RNA-4'den sentezlenen p31 proteininin ise şeker pancarı köklerinde post transcriptional gene silencing (PTGS)'in baskılanması ile BNYVV'nin virülensinden de sorumlu olduğu bildirilmiştir (Tamada ve Abe, 1989; Tamada ve ark., 1990; Rahim ve ark., 2007). RNA-5 ise şeker pancarı köklerinde oluşan simptomların daha şiddetli hale gelmesi ile ilişkilendirilmektedir (Tamada, 2016).

1990'lı yıllarda, BNYVV izolatları, RNA-2 tarafından kodlanan kılıf protein (KP) genine göre A- ve B-tip olmak üzere iki streyn grubuna ayrılmakta idi (Kruse ve ark., 1994). Bu iki streyn tipi içerisinde yer alan izolatlar dört RNA segmenti içeriyordu. Takiben, ek olarak RNA-5 segmentini içeren, P-tip streyn; başta Fransa (Koenig ve ark., 1997) olmak üzere, Kazakistan (Koenig ve Lennefors, 2000), İngiltere (Ward ve ark., 2007), Almanya (Koenig ve ark., 2008) ve İran (Mehrvar ve ark., 2009)'da rapor edilmiş ve bu streyn tipinin A-tip streyn ile yakın ilişkili olduğu bildirilmiştir (Miyanishi ve ark., 1999). A-tip BNYVV izolatları dünyada yaygın olarak görülürken (Schirmer ve ark., 2005), B-tip streyn ise Avrupada sınırlı alanlarda (Koenig ve ark., 2008), Japonya (Miyanishi ve ark., 1999) ve Çin (Li ve ark., 2008)'de kayıt edilmiştir. Daha sonra, KP, p25 ve p31 genlerine dayalı filogenetik analizler, dünya çapında BNYVV izolatlarının en az dört orijinal soydan (A-I, A-II, A-III ve B) türeyen, 10 farklı streyn tipinden oluştuğunu göstermiştir. Bu gruplandırmaya göre; her bir streyn içerisindeki BNYVV izolatları coğrafik orjinlerine göre net olarak ayrılmıştır. Örneğin, A-III soyuna ait İtalyan streyni Avrupa, Orta Doğu ve ABD'de saptanmış; B soyundan olan Alman streyni ise; Almanya, Fransa, Belçika, Avusturya, İsviçre, Çekya ve Çin'de ise sınırlı alanlarda tespit edilmiştir. Bu iki streyn tipi de 5. RNA segmentini içermemektedir. A-I ya da A-II soyuna ait olan diğer sekiz streyn (Japon-D, Japon-O, Fransa-P, Çin-B, Çin-H, Çin-Y, Çin-L ve Çin-X) ise, birkaç istisna dışında, Japonya, Fransa ve Çin'den izole edilmişlerdir. Bu streyn grupları içerisinde yer alan birçok izolatin RNA-5'i içerdiği bildirilmiştir (Koenig ve Lennefors, 2000; Chiba ve ark., 2011; Zhuo ve ark., 2015; Tamada ve ark., 2016).

Ülkemizde BNYVV'nin varlığı ilk kez 1987 yılında Amasya Şeker Fabrikası'nın Erbaa ve Taşova bölgeleri ile Alpullu Şeker Fabrikası'nın Keşan ve Uzunköprü bölgelerinde kayıt edilmiştir (Koch, 1987). Daha sonra, yürütülen çalışmalarla Türkiye şeker pancarı üretim alanlarının büyük bir kısmının BNYVV ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Özer ve Ertunç, 2005; Kaya, 2009; Kutluk Yılmaz ve ark., 2010, 2016a; Yardımcı ve Çulal Kılıç, 2011; Özdemir, 2014).

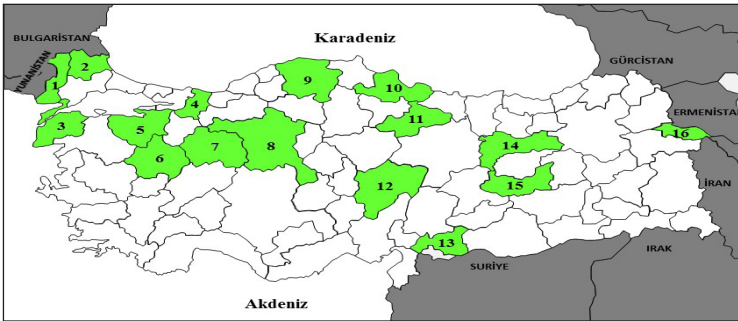
Şu ana kadar gerçekleştirilen çalışmalarla, Türkiye'ye ait bazı BNYVV izolatlarının KP, p25 ve p26 genlerinin moleküler karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir

ve ülkemiz pancar üretim alanlarında A-tip streyn ile Japon ve Çin izolatlarına benzer RNA-5 içeren BNYVV izolatlarının (J-tip) varlığı saptanmıştır (Kruse ve ark., 1994; Kutluk Yılmaz ve ark., 2007, 2016a, 2016b; Özmen ve ark., 2020). Bu çalışmada, BNYVV'nin son taksonomik sınıflandırılması temel alınarak, Türkiye'nin farklı coğrafik bölgelerinden elde edilen BNYVV izolatlarının, virüsün vektör *P. betae* ile etkin olarak taşınmasında rol oynayan RNA-4 tarafından kodlanan p31 geninin moleküler olarak karakterize edilmesi ve p31 genine göre buldukları grup/grupların ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Toprak Örnekleri

Daha önce yürütülen bir çalışma ile, Türkiye şeker pancarı üretim alanlarına ait incelenen toprak örneklerinin % 38'inin (240 adet) BNYVV ile bulaşık olduğu saptanmıştır (Kutluk Yılmaz ve ark., 2016a). Bir önceki çalışma ile BNYVV ile bulaşık olarak belirlenen örnekler içerisinde, coğrafik orjinlerine göre seçilen 17 toprak örneği (15'i yüksek lisans, 2'si doktora tez çalışmasına ait) bu çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur (Şekil 1, Çizelge 1).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan toprak örneklerinin temin edildiği iller. Yeşil renkli ve numaralı alanlar örneklerin temin edildiği illeri göstermektedir. 1: Kırklareli, 2: Edirne, 3: Çanakkale, 4: Bursa, 5: Adapazarı, 6: Kütahya, 7: Eskişehir, 8: Kastamonu, 9: Ankara, 10: Samsun, 11: Tokat, 12: Kayseri, 13: Gaziantep, 14: Erzincan, 15: Elazığ, 16: Iğdır

Figure 1. The provinces where soil samples used in the study were provided. The green colored and numbered areas show the provinces where the samples were obtained. 1: Kırklareli, 2: Edirne, 3: Canakkale, 4: Bursa, 5: Adapazari, 6: Kutahya, 7: Eskisehir, 8: Kastamonu, 9: Ankara, 10: Samsun, 11: Tokat, 12: Kayseri, 13: Gaziantep, 14: Erzincan, 15: Elazig, 16: Igdır

2.2. Şeker Pancarı Tohumları

Bu çalışmada, rhizomania'ya hassas cv. Ansa (*rz1*) şeker pancarı tohumu kullanılmıştır. Bu çeşidin tohumları Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Şeker Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

2.3. Tuzak Bitki Testi Yöntemi

Coğrafik orjinlerine göre seçilen 17 BNYVV ile bulaşık toprak örneği tuzak bitki testi çalışmalarında kullanılmıştır (Şekil 1, Çizelge 1). Ayrıca, BNYVV ve diğer toprak kökenli virüsler (BSBV ve BVQ) ile bulaşık olmadığı bilinen, bir toprak örneği (Kutluk Yılmaz ve ark., 2016a) de negatif kontrol olarak denemelere dahil edilmiştir. Bu topraklar 1: 1 oranında steril kum ile karıştırılmıştır. Daha sonra, bu toprak-kum karışımları plastik saksılara konularak, her birine 10'ar adet BNYVV'e hassas (cv. Ansa) şeker pancarı tohumları ekilmiştir. Her toprak örneği için 2'şer tekerrür uygulanmıştır. Saksılar iklim odasına yerleştirilip 14 saat fotoperiyotta, 20°C (gece) ve 25°C (gündüz) sıcaklıklarda tutularak, haftada bir kez Hoagland besin solüsyonu ile sulanmıştır. Altı haftalık yetiştirme periyodundan sonra bitkiler hasat edilerek, bitki kökleri musluk suyunda yıkanarak topraktan arındırılmıştır (Meunier ve ark., 2003). Daha sonra, bu bitkilerin kök bölgeleri alınmış; ELISA testi ve RNA izolasyon çalışmalarında kullanılmak üzere ayrı ayrı etiketlenerek -80°C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

2.4. Serolojik Çalışmalar

Tuzak bitki testi sonucu elde edilen şeker pancarı kök örneklerinin bir kısmı Double Antibody Sandwich Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (DAS-ELISA) testi çalışmalarında kullanılmıştır. DAS-ELISA yöntemi antiserumun temin edildiği firmanın (Bioreba, İsviçre) açıklamaları göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ELISA mikropleyt okuyucusunda (Tecan Spectra II, Avusturya) 405 nm dalga boyunda absorban değerlerinin alınmasıyla elde edilmiştir. Negatif kontrollerin absorban değerlerinden iki katı ve daha fazla değer veren örnekler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Meunier ve ark., 2003).

2.5. Reverse-Transkripsiyon-Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR)

BNYVV ile enfekteli (17 adet) ve sağlıklı bitkilerin köklerinden toplam RNA'lar RNeasy RNA İzolasyon Kiti (Qiagen, Almanya) kullanılarak firmanın önerilerine göre izole edilmiştir. BNYVV'nin vektörle taşınmasında etkin RNA-4 tarafından kodlanan p31 proteinine ait bölgenin çoğaltılmasında, Chiba ve ark. (2011)'nin belirttikleri RT-4F (*CAGTCTATCAGTAAGGGGTAG*) ve RT-4R (*GAGCCCGT-TAATACAATTATAC*) primerleri kullanılmıştır. Kullanılan spesifik primerlerden beklenen bant büyüklüğü 977 bp'dir. Tek aşamalı RT-PCR, Superscript I One-Step

RT-PCR System with Platinum Taq DNA Polymerase kiti (Invitrogen, ABD) protokolü takip edilerek uygulanmıştır. RT-PCR reaksiyonu; 3 µ total RNA (10 pg-1 µg), 25 µl 2x reaction mix, her bir primerden (10 µM) 1 µl, 0.5 µl MgSO₄ (50 mM) ve 1 µl enzimden (RT/Platinum Taq mix) oluşturulmuştur. Toplam reaksiyon hacmi 18.5 µl RNase içermeyen su ile 50 µl'ye tamamlanmıştır. Amplifikasyonlar, Bio-Rad MJ Mini PCR Thermocycler'da, 50°C'de 30', 94°C'de 2', 35 döngü olacak şekilde 94°C'de 15", 50°C'de 30" ve 72°C'de 60" ve 1 döngü 72°C'de 7' ile tamamlanmıştır.

PCR ürünleri TBE tampon çözeltisinde hazırlanan % 1'lik agaroz jelde (0.5 µg/ml etidium bromür içeren) 90 mA sürekli akımda elektroforez yöntemi ile analiz edilmiştir. Jeldeki PCR fragmentlerinin analizi ise GelDoc 2000 (Biorad, ABD) görüntüleme sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve jelde oluşan bantların fotoğrafları çekilmiştir.

2.6. Nükleotit Dizi Analizi Ve Beet Necrotic Yellow Vein Virus İzolatlarının Filogenetik İlişkilerinin Araştırılması

Çoğaltımı sağlanan BNYVV izolatlarına ait PCR ürünlerinden 40'ar µl, önerilen konsantrasyonda hazırlanan (5 pmol) primerler ile birlikte Genoks firmasına (Ankara) gönderilerek, Sanger Dizileme Yöntemi ile sekans analizleri gerçekleştirilmiştir. Sekans analizi sonrasında, MEGA 7 programında (Kumar ve ark., 2016) Clustal W (Thompson ve ark., 1994) yöntemi kullanılarak BNYVV izolatlarına ait her iki yönde (ileri ve geri) elde edilen ham sekans verileri hizalanmış, düzgün okunan kısımlar alınarak konsensus diziler elde edilmiştir. Daha sonra, BNYVV izolatlarına ait bu konsensus diziler; hem kendi aralarında, hem de GenBank'dan indirilen Dünya'daki diğer BNYVV izolatlarına ait sekans verileri ile BLAST analizine tabi tutularak genetik benzerlik veya farklılıkları ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu çalışmaya ait BNYVV izolatlarının ve NCBI'dan indirilen referans izolatların nükleotit dizilerinin Clustal W programı kullanılarak çoklu dizi hizalaması yapılmıştır. Takiben, Mega 7 yazılımında yer alan Tamura-Nei Modeli (Tamura ve Nei, 1993) kullanılarak izolatların genetik uzaklıkları belirlenmiş ve Maximum Likelihood (ML) algoritmasına göre (Felsenstein, 1981) filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Filogenetik analizde 54 farklı BNYVV izolatına ait sekans verisi kullanılmıştır (Çizelge 6). Bootstrap değeri olarak 1.000 alınmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, öncelikle Türkiye şeker pancarı üretim alanlarından coğrafik orjinlerine göre seçilen 17 toprak örneğinde, BNYVV'e hassas Ansa çeşidi tuzak bitki testi yöntemine göre altı hafta süre ile yetiştirilerek, BNYVV izolatlarının yeniden çoğaltımı sağlanmıştır. Takiben, tuzak bitki kök örnekleri BNYVV'ye spesifik anti-serum kullanılarak DAS-ELISA ile test edilmiştir.

Böylelikle, seçilen toprak örneklerinin tamamının BNYVV ile bulaşık olduğu teyit edilmiştir (Çizelge 1). Nitekim, toprak kökenli virüsler toprakta üniform bir dağılım göstermemektedirler (Rush, 2003).

Çizelge 1. Ülkemiz şeker pancarı üretim alanlarında Beet necrotic yellow vein virus'un DAS-ELISA testi ile bulunma durumu ve p31 geninin RT-PCR yöntemi ile araştırılması

Table 1. Presence of Beet necrotic yellow vein virus in sugar beet production areas of Turkey by DAS-ELISA test and investigation of p31 gene by RT-PCR method

Orjin (köy, ilçe, il)	İzolat Adı	Ortalama ELISA Absorbans Değeri*	P31
			RT-PCR**
Ortaköy, Aralık, Iğdır	IGR-6	0.241 (+)	+
Taşburun, Karakoyunlu, Iğdır	IGR-9	2.230 (+)	+
Örtülü, İslahiye, Gaziantep	GZP-27	0.361 (+)	+
Yedigöze, Merkez, Elazığ	ELZ-44	2.926 (+)	+
Merkez, Merkez, Erzincan	ERC-52	2.221 (+)	+
Yukarı Narlı, Vezirköprü, Samsun	SMS-61	2.743 (+)	+
Köseoğlu, Pazar, Tokat	TKT-106	0.544 (+)	-
Bosna, Merkez, Edirne	EDR-125	3.507 (+)	+
Büyük Mandıra, Babaeski, Kırklareli	KRL-134	3.326 (+)	-
Çardak, Yenişehir, Bursa	BRS-148	3.363 (+)	+
Sarıkaya, Biga, Çanakkale	CNK-150	2.669 (+)	+
Merkez, Çifteler, Eskişehir	ESK-225	2.360 (+)	-
Aşağı Çayırıcık, Taşköprü, Kastamonu	KAS-281	2.757 (+)	+
Merkez, Erenler, Adapazarı	ADP-291	0.361 (+)	-
Mahzemin, Merkez, Kayseri	KYS-524	3.193 (+)	+
Gümel, Simav, Kütahya	KTY-602	3.354 (+)	-
Mucar, Ayaş, Ankara	ANK-617	3.508 (+)	+
Sağlıklı Kontrol		0.102 (-)	-

*: Tuzak bitki testi sonrasında uygulanan ELISA testinde 2 h'lik substrat inkubasyonu sonucu elde edilen ELISA değeri ortalamaları; + = negatif kontrolün 2 katından fazla olan ELISA absorbans değerlerini, - : negatif kontrolün 2 katından daha az olan ELISA absorbans değerini ifade etmektedir.

** : RT-PCR testi sonuçları. + : pozitif, - : negatif

Doğada BNYVV'nin taşınması, vektör *P. betae*'nin zoosporları vasıtası ile gerçekleşmektedir (Wang ve ark., 2011). Son yıllarda yürütülen çalışmalar BNYVV'nin vektörle taşınmasında bazı viral proteinlerin özel rollerinin olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim, BNYVV'nin vektörle etkili olarak taşınmasında RNA-4 tarafından sentezlenen p31 proteinin önemli işlevi olduğu bildirilmektedir (Tamada ve Abe, 1989; Rahim ve ark., 2007). Bu çalışmada, p31 genine spesifik primerler kullanılarak, cv. Ansa'nın köklerinden izole edilen 17 BNYVV izolatu RT-PCR yöntemi ile analiz edilmiştir. PCR ürünlerinin jel görüntüleme cihazında incelenmesi sonucunda, bu örneklerin 12'sinde bu bölgeye spesifik 997 bp büyüklüğünde bant elde edilmiştir. Ancak, Tokat, Kırklareli, Eskişehir, Adapazarı ve Kütahya illerinden elde edilen diğer 5 örnekte ise, RT-PCR çalışmaları tekrarlanmasına rağmen, p31 genom bölgesi çoğaltılamamıştır (Çizelge 1).

İlave olarak, BNYVV Kılıf Protein+Readthrough (KP+RT) bölgesinin vektörle taşınmada etkin olduğu ve bu bölgenin C-terminal kısmında delesyon (silinme) oluşması durumunda BNYVV'nin taşınmadığı bildirilmiştir. Ayrıca, RT bölgesinin 553.-556. pozisyonlarında yer alan amino asit (aa)'lerde 'KTER' motifinin bulunması durumunda vektörle taşınmanın gerçekleştiği, 'ATAR' motifi olduğunda ise bu taşınmanın bloke edildiği belirtilmiştir (Tamada ve ark., 1996). Bu çalışmada, tuzak bitki testi ile elde edilen bitki köklerine BNYVV'ye spesifik antiserum ile uygulanan DAS-ELISA testi sonucunda, incelenen örneklerin tamamında virüs enfeksiyonunun olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Dolayısıyla, tüm örneklerde *invitro* koşullarda BNYVV'nin vektör *P. betae* ile hassas şeker pancarı bitkilerine taşındığı belirlenmiştir.

Daha sonra, Iğdır (IGR-6 ve IGR-9), Gaziantep (GZP-27), Elazığ (ELZ-44), Erzin (ERC-52), Samsun (SMS-61), Edirne (EDR-125), Bursa (BRS-148), Kayseri (KYS-524), Çanakkale (CNK-150), Kastamonu (KAS-281) ve Ankara (ANK-617) illeri şeker pancarı üretim alanlarından elde edilen, 12 BNYVV izolatının p31 genine ait PCR ürünlerinin nükleotid dizileri elde edilmiş ve bu diziler OM032581-OM032592 numaraları altında GenBank'a kayıt edilmiştir (Çizelge 6). Böylece, NCBI'da Türk izolatlarına ait p31 geni ile ilgili ilk veri tabanı oluşturulmuştur. Bu çalışmada, incelenen izolatlarda sekans analizi yapılan bölgenin uzunluğu 849 baz kadar olup, p31 genom bölgesinin tamamını içermektedir. İzolatların kendi aralarındaki ve dünya izolatları ile genetik benzerliklerinin incelenmesi amacıyla NCBI'daki BLASTn ve BLASTp algoritmaları kullanılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen BNYVV izolatları, p31 gen bölgesi bakımından BLASTn analizi ile birbirleriyle nükleotid düzeyinde kıyaslandığında; SMS-61, EDR-125, BRS-148 ve KYS-524 izolatlarının % 100 benzer oldukları belirlenmiştir. GZP-27, ELZ-44, CNK-150, KAS-281 ve ANK-617 izolatlarının ise nükleotid düzeyinde birbirleriyle yüksek oranda benzerlik gösterdiği (% 99.76-% 99.88) saptanmıştır.

Diğer taraftan, Iğdır (IGR-6 ve IGR-9) ve Erzincan illerine ait (ERC-52) üç BNYVV izolatının ise, diğer incelenen dokuz izolattan nükleotit düzeyinde oldukça farklılık sergilediği ve en az genetik benzerliğe sahip oldukları tespit edilmiştir (% 97.88- % 98.12) (Çizelge 2). Farklı coğrafik alanlardan elde edilen 12 BNYVV izolatının p31 gen bölgesinde farklılık belirlenen nükleotit pozisyonları Çizelge 5’de gösterilmiştir. Buna göre, IGR-6, IGR-9 ve ERC-52 izolatlarının oldukça fazla sayıda nükleotitte (17 adet) diğer dokuz izolattan farklılık sergilediği görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 2. Ülkemiz Beet necrotic yellow vein virus izolatlarına ait p31 geninin nükleotit düzeyinde göstermiş oldukları benzerlik oranları (%)

Table 2. Similarity rates of p31 gene of Turkish Beet necrotic yellow vein virus isolates at the nucleotide level (%)

İzolat	Orjin	No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IGR-6	Iğdır	1	*	99.88	97.88	98.12	99.88	98.00	98.00	98.00	97.88	97.88	98.00	97.88
IGR-9	Iğdır	2	99.88	*	97.76	98.00	100	97.88	97.88	97.88	97.76	97.76	97.88	97.76
GZN-27	Gaziantep	3	97.88	97.76	*	99.76	97.76	99.88	99.88	99.88	99.76	99.76	99.88	99.76
ELZ-44	Elazığ	4	98.12	98.00	99.76	*	98.00	99.88	99.88	99.88	99.76	99.76	99.88	99.76
ERC-52	Erzincan	5	99.88	100	97.76	98.00	*	97.88	97.88	97.88	97.76	97.76	97.88	97.76
SMS-61	Samsun	6	98.00	97.88	99.88	99.88	97.88	*	100	100	99.88	99.88	100	99.88
EDR-125	Edirne	7	98.00	97.88	99.88	99.88	97.88	100	*	100	99.88	99.88	100	99.88
BRS-148	Bursa	8	98.00	97.88	99.88	99.88	97.88	100	100	*	99.88	99.88	100	99.88
CNK-150	Çanakkale	9	97.88	97.76	99.76	99.76	97.76	99.88	99.88	99.88	*	99.76	99.88	99.76
KAS-281	Kastamonu	10	97.88	97.76	99.76	99.76	97.76	99.88	99.88	99.88	99.76	*	99.88	99.76
KYS-524	Kayseri	11	98.00	97.88	99.88	99.88	97.88	100	100	100	99.88	99.88	*	99.88
ANK-617	Ankara	12	97.88	97.76	99.76	99.76	97.76	99.88	99.88	99.88	99.76	99.76	99.88	*

Çizelge 3. Türkiye’ye ait Beet necrotic yellow vein virus p31 gen kaynaklarının (IGR-6: OM032581, IGR-9: OM032582, ERC-52: OM032583, GZP-27: OM032584, ELZ-44: OM032585, SMS- 61: OM032586, EDR-125: OM032587, BRS-148: OM032588, KYS-524: OM032589, CNK-150: OM032590, KAS-281: OM032591, ANK-617: OM032592), Japonya (SH1: AB563099, T101: AB563093), Çin (Chan1: EF473118, CX1: AB563118), Kazakistan (Kas2: AF197554), İtalya (I12: AF197552, IV4: FM210681), İspanya (SPC: AB563041), Almanya (GM: AB563136) izolatları ile nükleotit dizi hizalamaları. Hizalamalar yalnızca çeşitli BNYVV kaynaklarının farklılaşmasına yol açan konumlardaki nükleotitleri göstermektedir

Çalışmada elde edilen BNYVV izolatları BLASTn analizine göre Dünya izolatları ile karşılaştırıldığında; Türk izolatlarının farklı iki gruba ayrıldığı saptanmıştır. İlk grupta yer alan IGR-6 izolatı % 99.76 oran ile, IGR-9 ve ERC-52 izolatları ise % 99.88 oranında Kazakistan'a ait Kas2 ve Kas3 izolatlarıyla en yüksek genetik benzerliğe sahip olduğu belirlenmiştir. İkinci grupta yer alan; GZP-27, ELZ-44, CNK-150 ve KAS-281 izolatlarının en yüksek benzerliği % 99.88 oran ile İtalyan izolatları (IV4 ve I12) ile gösterdikleri saptanmıştır. Üstelik, II. grup içerisinde bulunan diğer izolatların (SMS-61, EDR-125, BRS-148 ve KYS-524) ise İtalya şeker pancarı üretim alanlarından izole edilen IV4 ve I12 izolatları ile nükleotit düzeyinde % 100 benzer oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yakın zamanda ülkemizde yürütülen bir diğer araştırmada, pancar üretim alanlarında yeni BNYVV varyantlarının varlığı bildirilmiştir (Özmen ve ark., 2020). Bahsedilen bu araştırmada, Türkiye'nin farklı bölgelerine ait incelenen BNYVV izolatlarının, RNA-1 ve RNA-4'ünün, A-, B- ve P-streyn tipleri ya da bunların karışımlarından türediği belirtilmiştir. Ayrıca, RNA-4 (p31) dizilerinin matris analizlerine göre, bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde, ülkemiz BNYVV izolatlarının İtalyan I12 (AF197552; A-tip) izolatı ile yüksek oranda benzerlik gösterdikleri vurgulanmakla birlikte; B-tip Fransız F2 izolatı (M36896) ile de benzer ya da tamamen aynı oldukları ifade edilmiştir (Özmen ve ark., 2020).

Türkiye'ye ait BNYVV izolatlarının birbirleriyle yapılan BLASTp analizine göre ise; GZP-27, SMS-61, EDR-125, BRS-148, KAS-281 ve KYS-524 izolatlarının aa düzeyinde % 100 benzer oldukları saptanmıştır. ELZ-44, CNK-150 ve ANK-617 izolatları ise kendi aralarında % 99.29 oranında benzer bulunmuştur.

Diğer taraftan, IGR-6, IGR-9 ve ERC-52 izolatları ise kendi aralarında % 100 benzer olmakla birlikte, diğer izolatlarla benzerlik oranlarının ise % 97.16- % 97.12 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu izolatların, diğer incelenen dokuz izolatın aa bakımından yedi pozisyonda farklılık sergilediği görülmüştür (Çizelge 5). Bu çalışmaya ait BNYVV izolatları Dünya izolatları ile BLASTp yöntemi ile karşılaştırıldığında aa bakımından da iki ayrı grupta toplanmışlardır. IGR-6, IGR-9 ve ERC-52 izolatları Kazakistan'a ait Kas2 izolatı ile; GZP-27, SMS-61, EDR-125, BRS-148, KAS-281 ve KYS-524 izolatları ise İtalya'ya ait I12 izolatı ile % 100 benzer bulunmuştur. Ayrıca, ELZ-44, CNK-150 ve ANK-617 izolatları ise İtalyan izolatı I12 ile % 99.65 oran ile en yüksek genetik benzerliği göstermişlerdir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Beet necrotic yellow vein virus izolatlarına ait p31 geninin amino asit düzeyinde göstermiş oldukları benzerlik oranları (%)

Table 4. Similarity rates of p31 gene of Beet necrotic yellow vein virus isolates at the amino acid level (%)

Çizelge 5. Türkiye'ye ait Beet necrotic yellow vein virus p31 gen kaynaklarının (IGR-6, IGR-9, ERC-52, GZP-27, ELZ-44, SMS- 61, EDR-125, BRS-148, KYS-524, CNK-150, KAS-281 and ANK-617 izolatları), Japonya (SH1 ve T101 izolatları), Çin (Chan1 ve CX1 izolatları), Kazakistan (Kas2 izolatu), İtalya (I12 ve IV4 izolatları), İspanya (SPC izolatu), Almanya (GM izolatu) izolatları ile amino asit dizilerinin karşılaştırılması. Hizalamalar yalnızca çeşitli BNYVV kaynaklarının farklılaşmasına yol açan konumlardaki amino asitleri göstermektedir

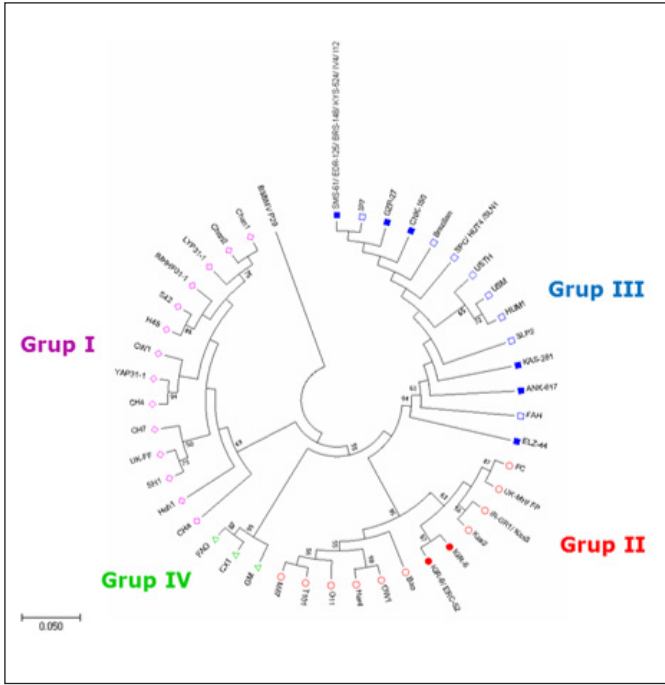
Table 5. Comparison of amino acid sequences of Beet necrotic yellow vein virus p31 gene sources from Turkey (IGR-6, IGR-9, ERC-52, GZP-27, ELZ-44, SMS-61, EDR-125, BRS-148, KYS-524, CNK-150, KAS-281 and ANK-617 isolates), Japan (SH1 and T101 isolates), China (Chan1 and CX1 isolates), Kazakhstan (Kas2 isolate), Italy (I12 and IV4 isolates), İspanya (SPC isolate), Almanya (GM isolate). The alignments shows only the amino acid in those positions which allow a differentiation of various BNYVV sources

İzolat	Orjin	p31 Grup	Amino Asit Pozisyon Numarası																				
			4	14	56	68	85	105	132	133	140	141	143	144	147	153	170	172	185	198	207	237	238
SH1	Japonya	I	G	P	I	I	V	V	T	N	A	I	N	G	R	I	D	E	C	F	F	D	D
Chan1	Çin	I	M
T101	Japonya	II	I	V	H	.	M	D	R	K	.	E	D	H
Kas2	Kazakistan	II	I	V	H	.	M	D	R	K	.	E	D	H
IGR-6, IGR-9, ERC-52	İğdir, Erzurum	II	I	V	H	.	M	D	R	K	.	E	D	H
I12, IV4	İtalya	III	.	L	T	.	.	V	H	.	M	.	R	K	M	E	D	H	I	S	.	.	
SPC	İspanya	III	E	L	T	.	.	V	H	.	M	.	R	K	M	E	D	H	I	S	.	.	
ELZ-44	Elazığ	III	.	L	T	.	.	V	H	.	M	.	R	K	M	E	D	H	.	S	.	.	
GZP-27, SMS-61, EDR-125, BRS-148, KAS-281, KYS-524	Gaziantep, Samsun, Edirne, Bursa, Kastamonu, Kayseri	III	.	L	T	.	.	V	H	.	M	.	R	K	M	E	D	H	I	S	.	.	
CNK-150	Çanakkale	III	.	L	T	.	.	V	H	.	M	.	R	K	M	E	D	H	I	S	V	.	
ANK-617	Ankara	III	.	L	T	.	.	V	H	V	M	.	R	K	M	E	D	H	I	S	.	.	
GM	Almanya	IV	.	.	T	V	A	.	I	.	.	M	.	R	K	.	.	H	.	S	.	A	
CX1	Çin	IV	.	.	T	V	A	.	I	.	.	M	.	R	K	.	.	H	.	S	.	A	

Son yıllarda, BNYVV'nin KP, p25 ve p31 genleri ile ilgili yürütülen filogenetik çalışmalar, BNYVV izolatlarının dört orijinal soya (A-I, A-II, A-III ve B) ait, 10 farklı streyn tipinden oluştuğunu göstermiştir (Chiba ve ark., 2011; Zhuo ve ark., 2015). Chiba ve ark. (2011), çoğunluğunu Asya izolatlarının oluşturduğu 73 BNYVV izolatının üç gen bölgesini (KP, p25 ve p31) detaylı olarak incelemişler ve BNYVV izolatlarının p31 genine göre dört (I, II, III ve IV) gruba ayrıldıklarını bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada, farklı p31 gruplarını yansıtacak şekilde seçilerek NCBI'dan indirilen 42 ve bu çalışma ile elde edilen 12 BNYVV izolatlarına ait p31 gen bölgesi sekans verileri Clustal W yöntemi kullanılarak hizalanmıştır. Clustal W ve filogenetik analizlerde kullanılan BNYVV izolatlarına ait bilgiler Çizelge 6'da verilmiştir.

Bu çalışmada; BNYVV izolatlarına ait ML dendogramı incelendiğinde, Türkiye'ye ait BNYVV izolatlarının iki farklı dalda toplandıkları görülmektedir (Şekil 2). Buna göre; GZP-27, ELZ-44, SMS-61, EDR-125, BRS-148, CNK-150, KAS-281, KYS-524 ve ANK-617 izolatının; İtalya'ya ait IV4, IV1, I12 ve IP7, İspanya'ya ait SPC, Fransa'ya ait FAH, Slovakya'ya ait SLN1 ve SLP2, ABD'ye ait USTH ve USM, Japonya'ya ait S42 ve Brezilya'ya ait Brazilian izolatları ile birlikte aynı dalda buldukları ve p31 genine göre 'Grup III' içerisinde yer aldıkları belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 6). Bu grup içerisinde, İtalyan streyn grubuna dair BNYVV izolatlarının tamamı ile Çin-X streynine ait bazı izolatların yer aldıkları rapor edilmiştir. Üstelik, İtalyan streyninin, BNYVV'nin A-III soyundan türeyen tek streyn grubu olduğu bilinmektedir (Chiba ve ark., 2011; Zhuo ve ark., 2015; Tamada ve ark., 2016). Diğer taraftan, IGR-6, IGR-9 ve ERC-52 izolatlarının ise, Kazak (Kas2 ve Kas3), Japon (T101 ve O11), Çin (Bao ve Har4), Fransız (FP ve FC), Alman (OW1), İran (IR-GR1) ve İngiliz (UK-MH) izolatları birlikte 'Grup II' içerisinde yer almışlardır (Şekil 2, Çizelge 5, 6). Grup II'de; Fransa-P, Japon-D, Çin-B streynleri ile birlikte, Japon-O streynine ait bazı izolatların buldukları ve bu dört streynin BNYVV'nin A-II soyundan türeyen streynler oldukları belirtilmiştir (Chiba ve ark., 2011; Zhuo ve ark., 2015; Tamada ve ark., 2016). P31 genine göre elde edilen bu bulgular, Türkiye şeker pancarı üretim alanlarına ait BNYVV izolatlarının orjinlerinde farklılık (A-II ve A-III) olabileceğine işaret etmiştir. Ancak, Türk izolatlarının orjinlerinin net olarak ortaya konulabilmesi için BNYVV'nin diğer genom segmentlerinin de dizi analizlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Öte yandan, ML dendogramında; Çin izolatlarının büyük bir kısmı ile iki Japon (SH1 ve H45) ve bir İngiliz (UK-FF) izolatı ayrı bir dala ayrılarak, 'Grup I' içerisinde toplanmışlardır. 'Grup IV'de ise, Almanya (GM), Çin (CX1) ve Fransa'ya (FAO) ait BNYVV izolatlarının buldukları belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 5, 6).



Şekil 2. Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) izolatlarının ve GenBank veri tabanında kayıtlı bazı BNYVV izolatlarının p31 genine göre nükleotit dizileri esas alınarak oluşturulan filogenetik ağaç. Filogenetik analizde Maximum Likelihood yöntemi ve Tamura-Nei modeli kullanılmıştır. Dendogramda bootstrap değerleri, dallarda % olarak gösterilmiştir. Ölçek, aynı pozisyon için baz değişim miktarını göstermektedir (0.05). Benyvirus cinsi üyesi Beet soil-borne mosaic virus (BSBMV), filogenetik ağacın oluşturulmasında dış grup olarak kullanılmıştır. Referans izolatlarla ait bilgiler Çizelge 6'da yer almaktadır.

Figure 2. Phylogenetic tree based on nucleotide sequences as the p31 gene of Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) isolates and some BNYVV isolates registered in the GenBank database. Maximum Likelihood method and Tamura-Nei model were used in phylogenetic analysis. In the dendogram, bootstrap values are shown as % in branches. The scale shows the amount of base change for the same position (0.05). Beet soil-borne mosaic virus (BSBMV), a member of the genus Benyvirus, was used as an outgroup in the creation of the phylogenetic tree. Information on reference isolates is included in Table 6.

Çizelge 6. Filogenetik analizde kullanılan Beet necrotic yellow vein virus izolatları

Table 6. Beet necrotic yellow vein virus isolates used in phylogenetic analysis

Ülke	Lokasyon	İzolat	GenBank Kayıt No	p31 Grubu	Literatür
Türkiye	Aralık, Iğdır	IGR-6	OM032581	II	Bu çalışma
	Karakoyunlu, Iğdır	IGR-9	OM032582	II	Bu çalışma
	İslahiye, Gaziantep	GZP-27	OM032584	III	Bu çalışma
	Merkez, Elazığ	ELZ-44	OM032585	III	Bu çalışma
	Merkez, Erzincan	ERC-52	OM032583	II	Bu çalışma
	Vezirköprü, Samsun	SMS-61	OM032586	III	Bu çalışma
	Merkez, Edirne	EDR-125	OM032587	III	Bu çalışma
	Yenişehir, Bursa	BRS-148	OM032588	III	Bu çalışma
	Biga, Çanakkale	CNK-150	OM032590	III	Bu çalışma
	Taşköprü, Kastamonu	KAS-281	OM032591	III	Bu çalışma
	Merkez, Kayseri	KYS-524	OM032589	III	Bu çalışma
	Ayaş, Ankara	ANK-617	OM032592	III	Bu çalışma
Japonya	Shimizu	SH1	AB563099	I	Miyanishi ve ark. (1999)
	Toya	T101	AB563093	II	Miyanishi ve ark. (1999)
	Obihiro	O11	AB563098	II	Chiba ve ark. (2008)
	Shari	S42	AB563103	III	Chiba ve ark. (2011)
	Higashimokoto	H45	AB563108	I	Chiba ve ark. (2011)
	Makkari	M87	AB563100	II	Chiba ve ark. (2011)
Çin	Hohhot	CH4	AB563111	I	Chiba ve ark. (2011)
	Hohhot	CH7	AB563113	I	Chiba ve ark. (2011)
	Hohhot	Hoh1	EF473113	I	Li ve ark. (2008)
	Shiheji	CX1	AB563118	IV	Chiba ve ark. (2011)
	Harbin	Cha	AB563122	I	Chiba ve ark. (2011)
	Bautou	Bao	EF473115	II	Li ve ark. (2008)
	Harbin	Har4	EF473112	II	Li ve ark. (2008)
	Hohhot	IMHHP31-1	KP006471	I	Zhuo ve ark. (2015)
	Shihezi	LYP31-1	KP316875	I	Zhuo ve ark. (2015)
	Qiqihar	YAP31-1	KP316867	I	Zhuo ve ark. (2015)
	Changji	Chan1	EF473118	I	Li ve ark. (2008)
	Changji	Chan2	EF473119	I	Li ve ark. (2008)
Wuwei	CW1	AB563114	I	Chiba ve ark. (2011)	

Iran	Bilinmiyor	IR-GR1	FM210681	II	Mehrvar ve ark. (2009)
Kazakistan	Bilinmiyor	KAS2	AF197554	II	Koenig ve Lennefors (2000)
	Bilinmiyor	KAS3	AF197557	II	Koenig ve Lennefors (2000)
Almanya	Saxony-Anhalt	OW1	EU864119	II	Koenig ve ark. (2008)
	Mooz	GM	AB563136	IV	Chiba ve ark. (2011)
Italy	Veneto	IV4	FM210681	III	Chiba ve ark. (2008)
	Veneto	IV1	AB563123	III	Chiba ve ark. (2011)
	Bilinmiyor	I12	AF197552	III	Koenig ve Lennefors (2000)
	Puglia	IP7	AB563126	III	Chiba ve ark. (2008)
Fransa	Corbeille	FC	AB563128	II	Miyanishi ve ark. (1999)
	Obernai	FAO	AB563130	IV	Chiba ve ark. (2011)
	Pithiviers	FP	AB563127	II	Miyanishi ve ark. (1999)
	Hungerer	FAH	AB563132	III	Chiba ve ark. (2011)
Slovakya	Novy Zivot	SLN1	AB563137	III	Chiba ve ark. (2011)
	Podolia	SLP2	AB563138	III	Chiba ve ark. (2011)
Macaristan	Meggyeshaza	HUM1	AB563119	III	Chiba ve ark. (2011)
	Tompaladony	HUT4	AB563140	III	Chiba ve ark. (2011)
İspanya	Ciudad Real	SPC	AB563041	III	Chiba ve ark. (2011)
İngiltere	Norfolk	UK-FF	DQ440514	I	Ward ve ark. (2007)
	Norfolk	UK-MH	DQ440515	II	Ward ve ark. (2007)
ABD	Howard	USTH	AB563142	III	Chiba ve ark. (2008)
	Roshfield	USM	AB563143	III	Chiba ve ark. (2011)
Brezilya	Bilinmiyor	Brazilian	MH106729	III	Camelo-Garcia ve ark. (2019)

4. SONUÇ

Yürütülen bu çalışma sonucunda, Türkiye şeker pancarı üretim alanlarından elde edilen 12 BNYVV izolatının vektör *P. betae* ile taşınmada etkin olan p31 genom bölgesinin nükleotit dizileri elde edilmiş ve bu diziler GenBank'a kayıt edilerek, Türk izolatlarına ait ilk veri tabanı oluşturulmuştur. Dünya izolatları ile BLASTn analizi ve elde edilen filogenetik ağaç, Türkiye'ye ait BNYVV izolatlarının p31 genine göre iki farklı gruba ayrıldıklarını göstermiştir. Buna göre; İğdır (IGR-6 ve IGR-9) ve Erzincan (ERC-52) illerinden elde edilen izolatların, Fransız-P, Japon-D ve Çin-B streynleri ile Japon-O streynine ait bazı BNYVVV izolatlarının bulunduğu Grup II içerisinde; diğer izolatların (GZP-27, ELZ-44, SMS-61, EDR-125, BRS-148, CNK-150, KAS-281, KYS-524 ve ANK-617) ise bazı Çin-X ve çoğunluğunu İtalyan streyn grubuna dair BNYVV izolatlarının oluşturdukları Grup III'de yer aldıkları belirlenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: MG (%50), EE (%25), NDKY (%25)

Veri Toplanması: MG (%30), EE (%20), NDKY (%50)

Veri Analizi: MG (%30), EE (%20), NDKY (%50)

Makalenin Yazımı: MG (%40), EE (%20), NDKY (%40)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: MG (%5), EE (%50), NDKY (%45)

Teşekkür

Bu çalışmanın bir parçası, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi (PYO.ZRT.1904.12.015) tarafından desteklenmiş olup, çalışmada kullanılan toprak örnekleri TÜBİTAK (TOVAG: 110O188) projesi kapsamında toplanmıştır.

KAYNAKLAR

- Asher, M.J.C., Henry, C.M., 1993. Research to contain beet Rhizomania in the UK. In: Ebbels, D. (Ed.). Plant Health and the European Single Market. British Crop Protection UK. pp.111-122.
- Biancardi, E., Lewellen, R. T., 2016. Introduction. In: Biancardi, E., Tamada, T. (Eds.). Rhizomania. Springer International Publishing Switzerland. pp. 3-28.
- Bouzoubaa, S., Ziegler, V., Beck, D., Guilley, H., Richards, K., Jonard, G., 1986. Nucleotide sequence of *Beet necrotic yellow vein virus* RNA-2. Journal of General Virology, 67, 1689-1700. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-67-8-1689>
- Camelo-García, V.M., Edwards Molina, J.P., Nagata, T., Rezende, J.A.M., Silva, J.M.F., 2019. Effect of rhizomania on red table-beet biomass production and molecular characterization of an isolate of *Beet necrotic yellow vein virus* from Brazil. European Journal of Plant Pathology, 154, 1021-1028. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01722-1>
- Chiba, S., Miyayoshi, M., Andika, I.B., Kondo, H., Tamada, T., 2008. Identification of amino acids of *Beet necrotic yellow vein virus* p25 protein required for induction of the resistance response in leaves of *Beta vulgaris* plants. Journal of General Virology, 89: 1314-1323. doi: 10.1099/vir.0.83624-0.
- Chiba, S., Kondo, H., Miyayoshi, M., Andika, I.B., Han, C., Tamada, T., 2011. The evolutionary history of *Beet necrotic yellow vein virus* deduced from genetic variation, geographic origin and spread, and the breaking of host resistance. Molecular Plant Microbe Interactions, 24 (2): 207-218. doi: 10.1094/MPMI-10-10-0241
- Dehnen-Schmutz, K., Di Serio, F., Gonthier, P., Jacques, M.A., Miret, J.A.J., Justesen, A.F., Macleod, A., Magnusson, C.S., Milonas, P., Navas-Cortes, J.A., Parnell, S., Potting, R., Reignault, P.L., Thulke, H., Van der Werf, W., Civera, A.V., Yuen, J., Zappalà, L., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., Winter, S., Maiorano, A., Delbianco, A., Bragard, C., 2020. Pest categorization of beet necrotic yellow vein virus. EFSA Journal, 18 (12): 6360. doi:10.2903/j.efsa.2020.6360

- Felsenstein, J., 1981. Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, 17 (6): 368-376. <https://doi.org/10.1007/BF01734359>
- Gilmer, D., Bouzoubaa, S., Hehn, A., Guillely, H., Richards, K., Jonard, G., 1992. Efficient cell-to-cell movement of Beet necrotic yellow vein virus requires 3'proximal genes located on RNA 2. *Virology*, 189: 40-47. doi: 10.1016/0042-6822(92)90679-j
- Gilmer, D., Ratti, C., ICTV Report Consortium, 2017. ICTV Virus Taxonomy Profile: *Benyviridae*. *Journal of General Virology*, 98 (7): 1571-1572. doi:10.1099/jgv.0.000864
- Kaya, R., 2009. Distribution of rhizomania disease in sugar beet growing areas of Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (4): 332-340. doi: 10.7161/anajas.2012.273.144
- Keskin, B., 1964. *Polymyxa betae* n.sp. ein parasit in den wurzein von *Beta vulgaris* Tournefort, besonders während den jugendentwicklung den zuckerrübe. *Archives of Microbiology*, 49: 348-374. doi: 10.1007/BF00406857
- Koch, F., 1987. Bericht über eine in verschiedene zuckerrübenanbauggebiete der Turkseker in Anatolien und Thrazien zum stadium von wurzelerkrankungen. KWS Kleinwanzlebener Saatzzucht, AG, Einbeck, Germany.
- Koenig, R., Haeblerle, A.M., Commandeur, U., 1997. Detection and characterization of a distinct type of *Beet necrotic yellow vein virus* RNA-5 in sugar beet growing area in Europe. *Archives of Virology*, 142:1499-1504. doi: 10.1007/s007050050176
- Koenig, R., Lennefers, B.L., 2000. Molecular analyses of European A, B and P type sources of *Beet necrotic yellow vein virus* and detection of the rare P type in Kazakhstan. *Archives of Virology*, 145: 1561- 1570. doi: 10.1007/s007050070076
- Koenig, R., Kastir, U., Holtschulte, B., Deml, G., Varrelmann, M., 2008. Distribution of various types and P25 subtypes of *Beet necrotic yellow vein virus* in Germany and other European countries. *Archives of Virology*, 153: 2139-2144. doi: 10.1007/s00705-008-0234-3
- Kruse, M., Koenig, R., Hoffman, A., Kaufmann, A., Commandeur, U., Soleyevyev, A.G., Savenkov, I., Burgermeister, W., 1994. Restriction fragment length polymorphism analysis of reverse transcription-PCR products reveals the existence of two major strain groups of beet necrotic yellow vein virus. *Journal of General Virology*, 75: 1835-1842. doi: 10.1099/0022-1317-75-8-1835.
- Kutluk Yılmaz, N.D., Meunier, A., Schmit, J.F., Stas, A., Bragard, C., 2007. Partial nucleotide sequence analysis of Turkish isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) RNA-3. *Plant Pathology*, 56: 311-316. doi: 10.1111/j.1365-3059.2006.01493.x
- Kutluk Yılmaz, N.D., Arlı Sokmen, M., 2010. Occurrence of soilborne sugar beet viruses transmitted by *Polymyxa betae* northern and central parts of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 92 (2): 497-500. doi: http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v92i2.196
- Kutluk Yılmaz N.D., Arlı-Sokmen, M., Kaya, R., Sevik M. A., Tunalı, B., Demirtas, S., 2016a. The widespread occurrences of *Beet soil borne virus* and RNA-5 containing *Beet necrotic yellow vein virus* isolates in sugar beet production areas in Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 144 (2): 443-455. doi:10.1007/s10658-015-0780-y
- Kutluk Yılmaz, N.D., 2016b. Identification of strain types of some *Beet necrotic yellow vein virus* isolates determined in northern and central parts of Turkey. *Eurasian Journal of Soil Science*, 5 (3): 241-248. doi: 10.18393/EJSS.2016.3.241-248
- Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K., 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33: 1870-1874. doi: 10.1093/molbev/msw054
- Li, M., Liu, T., Wang, B., Han, C.G., Li, D.W., Yu, J.L., 2008. Phylogenetic analysis of *Beet necrotic yellow vein virus* isolates from China. *Virus Genes*, 36: 429-432. doi: 10.1007/s11262-008-0202-8.
- Mehrvar, M., Valizadeh, J., Koenig, R., Bragard, C.G., 2009. Iranian *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV): pronounced diversity of the P25 coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species. *Archives of Virology*, 154: 501-506. doi: 10.1007/s00705-009-0322-z
- Meunier, A., Schmit, J.F., Stas, A., Kutluk, N., Bragard, C., 2003. Multiplex reverse transcription for simultaneous detection of beet necrotic yellow vein virus, beet soilborne virus, and beet virus Q and their vector *Polymyxa betae* KESKIN on sugar beet. *Applied and Environmental Microbiology*, 2356-2360. doi: 10.1128/AEM.69.4.2356-2360.2003.
- Miyanishi, M., Kusume, T., Saito, M., Tamada, T., 1999. Evidence for three groups of sequence variants of beet necrotic yellow vein virus RNA 5. *Archives of Virology*, 144: 879-892. <https://doi.org/10.1007/s007050050553>

- Özer, G., Ertunç F., 2005. Detection of rhizomania disease in sugar beet plantations of Amasya sugar refinery. *Journal of Agricultural Sciences*, 11 (3): 339-343.
- Özdemir, H., 2014. Trakya Bölgesi şeker pancarı üretim alanlarında *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV), *Beet western yellows virus* (BWYV) ve *Beet yellows virus* (BYV) hastalıklarının saptanması üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 42s, Tekirdağ.
- Özgür, O.E., 2003. Türkiye Şeker Pancarı Hastalıkları. Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. Genel Müdürlüğü Yayınları, 192s, Ankara.
- Özmen, C.Y., Khabbazi, S.D., Khabbazi, A.D., Gürel, S., Kaya, R., Oğuz, M.Ç., Turan, F., Rezaei, F., Kibar, U., Ergül, A., 2020. Genome composition analysis of multipartite BNYVV reveals the occurrence of genetic re-assortment in the isolates of Asia Minor and Thrace. *Nature Scientific Reports*, 10, 4129. doi: 10.1038/s41598-020-61091-2
- Rahim, M.D., Andika, I.B., Han, C., Kondo, H., Tamada, T., 2007. RNA4-encoded P31 of *Beet necrotic yellow vein virus* is involved in efficient vector transmission, symptom severity and silencing suppression in roots. *Journal of General Virology*, 88: 1611-1619. doi: 10.1099/vir.0.82720-0
- Rush C.M., 2003. Ecology and Epidemiology of Benyviruses and Plasmodiophorid Vectors. *Annu. Rev. Phytopathol.* 41, 567-92.
- Schirmer, A., Link, D., Cognat, V., Moury, B., Beuve, M., Meunier, A., Bragard, C., Gilmer, D., Lemaire, O., 2005. Phylogenetic analysis of isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* collected worldwide. *Journal of General Virology*, 86: 2897-2911. doi:10.1099/vir.0.81167-0
- Scholten, O.E., Lange, W., 2000. Breeding for resistance to rhizomania in sugar beet: a review. *Euphytica*, 112: 219-231. doi: 10.1023/A:1003988003165
- Tamada, T., Baba, T., 1973. Beet necrotic yellow vein virus from rhizomania affected sugar beet in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*, 39: 325-332.
- Tamada, T., Abe, H., 1989. Evidence that beet necrotic yellow vein virus RNA-4 is essential for efficient transmission by the fungus *Polymyxa betae*. *Journal of General Virology*, 70: 3391-3398. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-70-12-3391>
- Tamada, T., Abe, H., Saito, M., Kiguchi, T., Harada, T., 1989. Production and pathogenicity of isolates of Beet necrotic yellow vein virus with different numbers of RNA components. *Journal of General Virology*, 70: 3399-3409. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-70-12-3399>
- Tamada, T., Saito, M., Kiguchi, T., Kusume, T., 1990. Effect of isolates of Beet necrotic yellow vein virus with different of RNA components on the development of rhizomania symptoms. *Proc. 1st Symp. Int. Work. Group. Plant Viruses Fungal Vectors*, 41-44, 21-24 Ağustos, Braunschweig, Germany.
- Tamada, T., Kusume, T., Uchino, H., Kiguchi, T., Saito, M., 1996. Evidence that Beet necrotic yellow vein virus RNA 5 is involved in symptom development of sugar beet roots. *Proc. 3rd Symp. Int. Work. Group Plant Viruses Fungal Vectors*, 49-52, 6-7 Ağustos, Dundee, Scotland.
- Tamada, T., Uchino, H., Kusume, T., Saito, M., 1999. RNA-3 deletion mutants of beet necrotic yellow vein virus do not cause rhizomania disease in sugar beets. *Phytopathology*, 89: 1000-1006. <https://doi.org/10.1094/phyto.1999.89.11.100>
- Tamada, T., 2016. General features of Beet necrotic yellow vein virus. In: Biancardi, E., Tamada, T. (Eds.). *Rhizomania*. Springer International Publishing Switzerland. pp. 55-83.
- Tamada, T., Kondo, H., Chiba, S., 2016. Genetic diversity of Beet necrotic yellow vein virus. In: Biancardi, E., Tamada, T. (Eds.). *Rhizomania*. Springer International Publishing Switzerland. pp. 109-131.
- Tamura, K., Nei, M., 1993. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*, 10: 512-526. doi: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023
- Thompson, J.D., Higgins, D.G., Gibson, T.J., 1994. Clustal W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22: 4673-4680. doi: 10.1093/nar/22.22.4673
- Yardımcı, N., Çulal Kılıç, H., 2011. Identification of Beet necrotic yellow vein virus in lakes district: A major beet growing area in Turkey. *Indian Journal of Virology*, 22 (2): 127-130. doi: [10.1007/s13337-011-0047-y](https://doi.org/10.1007/s13337-011-0047-y)
- Wang, Y., Fan, H., Wang, X-B., Li, M., Li, D., Yu, J., 2011. Detection and characterization of spontaneous internal deletion mutants of Beet necrotic yellow vein virus RNA3 from systemic host *Nicotiana benthamiana*. *Virology Journal*, 8: 335. doi: 10.1186/1743-422X-8-335

- Ward, L., Koenig, R., Budge, G., Garrido, C., McGrath, C., Stubbey, H., Boonham, N., 2007. Occurrence of two different types of RNA-5 containing beet necrotic yellow vein virus in the UK. *Archives of Virology*, 152: 59-73. doi: 10.1007/s00705-006-0832-x
- Zhuo, N., Jiang, N., Zhang, C., Zhang, Z.Y., Zhang, G.Z., Han, C.G., Wang, Y., 2015. Genetic diversity and population structure of Beet necrotic yellow vein virus in China. *Virus Research*, 205: 54-62. doi: 10.1016/j.virusres.2015.05.009



Azotlu ve Potasyumlu Gübrelemenin Kivi Bitkisinde Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Effect of Nitrogen and Potassium Fertilization on Fruit Yield and Quality in Kiwifruit

Yasin ÖZTÜRK¹, Ceyhan TARAKÇIOĞLU²

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ordu

• yasino@hotmail.com • ORCID > 0000-0002-2011-3286

²Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

• ctarakcioglu@hotmail.com • ORCID > 0000-0003-1846-2097

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 05 Ocak/ January 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 24 Mart/ March 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 525-540

Atıf/Cite as: Öztürk, Y., Tarakçıoğlu, C. "Azotlu ve Potasyumlu Gübrelemenin Kivi Bitkisinde Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(3), Ekim 2022: 525-540.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ceyhan TARAKÇIOĞLU

AZOTLU VE POTASYUMLU GÜBRELEMENİN KIVI BİTKİSİNDE VERİM VE MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZ:

Bu araştırmada, artan dozlarda azotlu (8-16-24-32 kg N da-1) ve potasyumlu (0-8-16-24-32-40 kg K₂O da-1) gübre uygulamalarının Hayward kivi çeşidinde (*Actinidia deliciosa*) verim ve bazı meyve kalite özellikleri üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmaya Ordu ilinde, 2004 yılında tesis edilen bir kivi bahçesinde, 2015 vejetasyon periyodunda başlanmış olup, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak iki yıl süre ile yürütülmüştür. Verim genellikle yüksek azot (N) dozları ile azalmış, potasyum (K) dozları ile düzensiz olarak artmıştır. İki yılda da dekara 24 kg N ile 40 kg K₂O uygulanmasından en yüksek verim elde edilmiştir. Azotlu gübreleme birinci yıl meyve ağırlığında bir miktar artış sağlamış ve ikinci yıl azalma eğilimi göstermiştir. Toplam antioksidan kapasitesi azot uygulaması ile birinci yıl genellikle dalgalı ve ikinci yıl artan bir eğilim sergilemiştir. Artan potasyum uygulamaları ile meyvelerin toplam antioksidan aktivitesi ve C vitamini içeriği belirli bir miktara kadar yükselip sonrasında azalmıştır. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı ile titre edilebilir asitlik (TEA) potasyum uygulamaları ile genellikle azalma eğilimi göstermiştir. Azot ve potasyum uygulamaları ile meyve eti sertliği genellikle çok değişken bir durum göstermekle birlikte, yüksek dozlarda daha yüksek meyve sertliklerine rastlanmıştır. Azot uygulaması toplam fenolik madde içeriğini genellikle artırmıştır. Verim, meyve ağırlığı ve kalitesi birlikte değerlendirildiğinde dekara 16 kg N ve 32 kg K₂O uygulamasının daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Actinidia Deliciosa* Antioksidan Kapasitesi, Fenolik, C Vitamini.



EFFECT OF NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION ON FRUIT YIELD AND QUALITY IN KIWIFRUIT

ABSTRACT

In this research, increasing doses of nitrogen (8-16-24-32 kg N da-1) and potassium (0-8-16-24-32-40 kg K₂O da-1) fertilizers were applied to Hayward kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) to determine their effects on the yield and some fruit quality characteristics. Kiwifruit orchard were planted in 2004, the research was started in the vegetation priod of 2015, and was carried out in a randomized block design with 4 replications for two years. In general, the yield decreased with increasing N rates while it increased irregularly with the increasing K rates, and the highest yield

was achieved by applying 24 kg of N and 40 kg of K₂O per decare in both years. Nitrogen fertilization provided a somewhat increase in fruit weight in the first year and tended to decrease in the second year. Total antioxidant capacity generally showed a fluctuating trend in the first year and an increasing trend in the second year considering the nitrogen application. With increasing potassium applications, the total antioxidant activity and vitamin C content of fruits increased up to a certain level and then decreased. Total soluble solids content (SSC) and titratable acidity (TA) generally tended to decrease with potassium applications. Although fruit firmness generally varied considerably with nitrogen and potassium applications, higher fruit firmness was observed at higher doses. Nitrogen application generally increased the total phenolic content. When the yield, fruit weight and fruit quality were evaluated together, it was determined that 16 kg N and 32 kg K₂O application per decare was more appropriate.

Keywords: Actinidia Deliciosa Antioxidant Capacity, Phenolic, Vitamin C.



1. GİRİŞ

Güneydoğu Asya kökenli bir bitki olan kivinın 50'den fazla türü mevcut durumdadır (Strik ve Cahn, 2000). *Actinidia Chinensis*, *Actinidia Kolomikta* ve *Actinidia Argute* gibi türlerinden de üretiminin yapılmasına rağmen en yaygın yetiştiriciliği yapılan türü *Actinidia Deliciosa*'dır. Meyvesinin yüksek besin değerinden, üstün organoleptik özelliklerinden ve tedavi edici yararından ötürü kolay bir şekilde sürekli olarak dünyada yayılım göstermektedir (Pinto ve Vilela, 2018). Kivi meyvesi C vitamini, E vitamini, flavonoid, karetonoid gibi yüksek miktarda biyoaktif bileşikler ve mineraller içermektedir (Guroo ve ark., 2017). Folat, potasyum ve diyet lifi gibi diğer besinler yönünden de iyi bir kaynaktır. Değerli bir antioksidan kaynağı olması, gastrointestinal laksasyonun iyileştirilmesi, kan lipid seviyelerinin düşürülmesi ve cilt hastalıklarının hafifletilmesi olası faydalarındandır (Singletary, 2012). Kivi, diğer meyve türlerinin çoğundan daha fazla potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum, demir ve folatın da dahil olduğu temel mikro besin maddesi içermektedir (Wolber ve ark., 2013).

Dünyada en çok kivi üreten ülkeler sırası ile Çin, İtalya, Yeni Zelanda ve İran olup, ülkemiz üretim açısından dünyada 8. sıradadır (FAO, 2019). Yalova, ülkemizde en fazla üretim yapılan il olup, sonrasında Ordu ve Rize illeri gelmektedir (TÜİK, 2019).

Meyveler ve sebzeler, insanların beslenme düzeninin önemli bir parçası olup, vitaminler ve sekonder metabolitler gibi biyolojik olarak aktif maddelerin temel kaynağıdır (Poiroux-Gonord ve ark., 2010). İnsan beslenmesinde yer alan fenol-

lik bileşikler, bitkilerde bol miktarda bulunan sekonder metabolitlerdir (Bacanlı ve ark., 2015). Sekonder metabolitler, bir hücrenin yada organizmanın yaşaması için gerekli olmayan ancak hücrenin yada organizmanın çevresi ile etkileşiminde görev alan bileşikler olup, bunlar çoğunlukla bitkilerin biyotik veya abiyotik streslere karşı korunmasında rol oynamaktadırlar (Pagare ve ark., 2015). Sekonder metabolitler, bitkileri buldukları çevreler ile rekabetçi yapmakta, çiçeklenme, meyve tutumu ve yaprak dökümünü uyarmakta, çok yıllık büyümeyi sağlamakta yada yaprak döküm davranışını bildirmektedir (Teoh, 2015). Antioksidanlar serbest radikallerin oluşumunu yada bu radikalleri ortadan kaldırarak hücre zararını önleyen maddelerdir (Konusu ve ark., 2019). Antioksidanların serbest radikalleri ortadan kaldırma kabiliyeti, hücre ve dokuların yapısal bütünlüklerini muhafaza etmesini sağlamaktadır (Bendich, 1993). Antioksidanlar orijinlerine bağlı olarak eksojen ve endojen olarak iki tipte sınıflandırılmaktadırlar (Neha ve ark., 2019).

Azot, çok sayıda doğal bitki bileşeninde bulunmaktadır. Amino asitlerden oluşan proteinler, büyüme ve gelişme için kalıtımda görev alan nükleik asitler ve bitki büyümesini düzenleyici maddeler azottan oluşmaktadır (Kirby ve ark., 1987). Azot beslenmesi öncelikle meyvelerin kabuk boyutuna, rengine ve özelliklerine tesir ederek, görünümüne etki eder. Aşırı miktarda uygulanan azot, verimi azaltarak meyve oluşumunu ve sebzelerde kök ve yumru üretimini etkiler (Locascio ve ark., 1984). Bitkiler, N dışındaki diğer besin elementlerinden en çok K alırlar (Çalışkan ve Çalışkan, 2017). Potasyum, yaşayan hücrelerin çeşitli metabolik faaliyetleri için gerekmede olup, basit şekerlerin ve nişastanın sentezini, karbonhidratların translokasyonunu, nitrat indirgemesi ve protein sentezini etkilemekte ve normal hücre bölünmesine yardımcı olmaktadır (Lawton ve Cook, 1954). Ayrıca, potasyumun kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki zararlı etkilerini azalttığı da bildirilmektedir (Xu ve ark., 2021).

Kivi, toprağı fazla miktarda sömürme yeteneğine sahip olmakla birlikte, topraktan yüksek miktarlarda besin maddesi kaldırmakta ve besin maddesi ihtiyacı üretim miktarına ve gelişme durumuna bağlı olarak gittikçe artmaktadır (Soyergin ve ark., 2003). Kivide yapılan bir gübreleme çalışmasında, azotlu ve potasyumlu gübrelerin meyve iriliğini etkilediği ve meyve kalitesinin ise önemli düzeyde etkilenmediği bildirilmiştir (Testoni ve ark., 1990). Benzer şekilde Costa ve ark. (1997), azotlu gübrelemenin meyve kalitesini önemli derecede etkilemediğini, Santoni ve ark. (2014) ise potasyumlu gübrelemenin meyvelerin fizikokimyasal özelliklerini önemli düzeyde etkilemediğini belirlemişlerdir. Cangi ve ark. (2003) ise, potasyum sülfatın verim ve SÇKM'yi artırdığını belirlemişlerdir. Özdemir ve Özyazıcı (2006), en yüksek verimi elde etmek için gerekli N miktarını dekara 8.04 kg olarak tespit etmişlerdir. Pacheco ve ark. (2008), bazı K dozları ile birlikte uygulanan yüksek dozlardaki azotun meyve verimini %30.4 azalttığını bildirmişlerdir. Ferguson ve Eiseman (1983), bir kivi bitkisinin bir yılda bir hektarlık araziden 16.5

ton meyve üretimi için, topraktan 48 kg K, 24 kg N, 4.7 kg Ca, 3.5 kg P ve 2.0 kg Mg kaldırdığını belirtmişlerdir. Buwalda ve Smith (1987), kivinın bir yılda almış olduğu besin maddesi miktarının ağaç yaşı ve meyve verimi ile yükseldiğini bildirmişlerdir. Ülkemizin önemli miktarlarda kivi üretilen illerinden biri olan Ordu'da yürütölen bu çalışmada; farklı dozlarda uygulanan azotlu ve potasyumlu gübrelerin toplam verim ile bazı meyve kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Alanı ve Bitkilerin Seçimi

Bu araştırma, Ordu ili Altınordu ilçesi Akçatepe mahallesinde, 2004 yılında tesis edilen bir kivi bahçesinde yürütölmüştür. Araştırma bahçesi Pergola (çardak) şeklinde, 2.5 m x 5 m dikim sıklığında ve 8 dişı (Hayward) ve 1 adet tozlayıcı (Matua) çeşidi hesabıyla kurulmuştur. Denemeye 2015-2016 vejetasyon periyodunda başlanmış olup, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak iki yıl süre ile yürütölmüştür.

2.2. Araştırma Alanı Topraklarının Analizi ve sonuçları

Araştırma bahçesinden 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprak örneklerinde tekstür hidrometre metoduyla, kireç içeriği kalsimetre ile, toprak reaksiyonu 1:2.5 oranında toprak:su karışımında belirlenmişti. Organik madde modifiye edilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemi ile, toplam azot Kjeldahl metoduna göre, bitkiye yararışlı fosfor Olsen ve ark. (1954) tarafından geliştirilen metoda göre, alınabilir K, Ca ve Mg toprak örneklerinin nötr 1N NH₄OAc ile ekstrakte edilip, Atomik Absorbsiyon Spektrometresi'nde (AAS) okunması ile, ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn, Mn DTPA ile ekstraksiyonla AAS'de Kacar (2016), tarafından aktarılan metodlarla, bitkiye yararışlı bor ise Azomethine-H ile renklendirmeyle spektrofotometrede okunarak yapılmıştır (Wolf, 1971).

Farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinin her ikisi de kumlu tınlı tekstürlü ve hafif alkalın reaksiyonlu olarak belirlenmiştir. 0-20 cm'den alınan örnekler orta seviyede organik maddeye sahip ve kireçli iken, 20-40 cm'den alınan örneklerde organik madde ve kireç miktarı düşük seviyede bulunmuştur. Toplam N, bitkiye yararışlı P ve alınabilir K miktarı 0-20 cm'de yüksek ve 20-40 cm'de ise yeterlidir. Her iki derinlikte de ekstrakte edilebilir Cu ve Mn yeterli, alınabilir Ca ve Mg ile ekstrakte edilebilir Fe ve Zn yüksektir. 0-20 cm derinlikte bitkiye yararışlı bor az miktarda bulunurken ve 20-40 cm de çok az miktarda bulunmuştur.

2.3. Gübre Uygulamaları

Azotlu gübreleme 8-16-24-32 kg N da⁻¹ dozlarında birinci yıl amonyum nitrat (NH₄NO₃, %33) ve ikinci yıl amonyum nitrat gübresinin kullanımındaki yasal kısıtlamadan dolayı üre (CH₄N₂O, %46) gübresinden, potasyumlu gübreleme ise 0-8-16-24-32-40 kg K₂O da⁻¹ dozlarında her iki yılda da potasyum sülfat (K₂SO₄, %50) gübresinden uygulanarak yapılmıştır. Temel gübreleme açısından 8 kg P₂O₅ da⁻¹ olacak şekilde fosforlu gübre (TSP, %42-46) ve her bir ağaca 2 kg organik gübre (%40 organik madde, %1.5 toplam N, %1 organik N, %2 P₂O₅, %2 K₂O, humik asit-fulvik asit %28.2) uygulanmıştır. Potasyumlu ve fosforlu gübreler tomurcuk patlaması döneminde tek seferde, azotlu gübreler ise yaklaşık 7 hafta ara ile ilk 2/3'ü tomurcuk patlaması döneminin birkaç gün sonrasında ve kalan 1/3'ü ise hemen hemen tam çiçeklenme döneminde uygulanmıştır.

2.4. Meyve Analizleri

Hasat zamanı çalışmamızdaki her bir ağaçtan rastgele, ağacı temsil edecek şekilde 3 tekerrürlü olarak 10'ar adet meyve alınarak ortalama meyve ağırlıkları (OMA) belirlenmiştir. Sonrasında ağaçlardaki meyve adeti ile birlikte değerlendirilerek verim miktarları hesaplanmış ve kg ağaç⁻¹ şeklinde ifade edilmiştir. C vitamini değerleri, Reflectoquant plus 10 marka cihazı ile bulunmuştur (Yıldız ve ark., 2014). Meyve eti sertliği, meyvenin ekvatorial bölgesinde farklı iki alandan kabuk çıkarılarak, penetrometre cihazı (7.9 mm uç) ile ölçülmüştür. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) meyvelerden alınan meyve sularında dijital refraktometre (Atago, PAL-1, ABD) ile belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA), bir miktar meyve suyunun saf su ile seyreltilmesi sonrasında, pH'sının 8.1'e gelene kadar sodyum hidroksit (NaOH) ile titrasyonunun yapılması ile bulunmuş ve sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir. Toplam fenolik (TF) bileşikler için Folin-Ciocalteu's belirteci kullanılmış mg GAE 100 g⁻¹ (taze ağırlık) olarak ifade edilmiştir (Slinkard ve Singleton, 1977). Toplam antioksidan aktivitesi için iki yöntem kullanılmıştır. İlki Benzie ve Strain (1996) tarafından belirlenen FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) metodu olup, metod modifiye edilerek örnekler spektrofotometrede 700 nm dalga boyunda okunmuş, trolox cinsinde hesaplanarak ve µmol Trolox eşdeğer 100 g⁻¹ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir. İkincisi DPPH (1.1-Diphenyl-2-Picryl-Hydrazil) yöntemi olup, yöntemine göre bir miktar meyve ekstraktı etil alkol ve DPPH çözeltisi ile muamele edilmiş, inkübasyonu tamamlanmış ve sonrasında spektrofotometrede 517 nm'de okunarak Trolox eşdeğeri 100 g⁻¹ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

2.5. İstatistik Analizler

Araştırmaya ait verilerin varyans analizi Minitab, 2017 istatistik paket programında yapılmış ve varyans analizinin yapılması ile ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde %5 önem düzeyindeki Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Azot ve K uygulamaları her iki yılda da meyve verimini önemli derecede etkilemiş ($p < 0.05$) ve her bir ağaçtaki verim miktarı birinci yıl 62.67-27.30 kg, ikinci yıl 88.91-38.04 kg arasında değişmiştir. Çizelge 1'den de anlaşılacağı üzere; iki yılda da $N_{24}K_{40}$ ve $N_{24}K_8$ uygulamalarında yüksek verim ve N_8K_8 ile N_8K_0 uygulamalarında da düşük verim değerleri elde edilmiştir. Testoni ve ark. (1990), kivide toprağın yeteri kadar P bulundurması durumunda, N-P-K gübre oranları için sırasıyla 200-0-200 kg ha⁻¹ olarak tavsiyede bulunmuştur. Zuopings ve ark. (2017) ise kivide yüksek verimi ve arzu edilen ekonomik kazancı 450 kg N ha⁻¹, 225 kg P₂O₅ ha⁻¹ ve 300 kg K₂O ha⁻¹ dozlarında elde etmişlerdir. Tarakçioğlu ve Aşkın (2005) çalışmalarının ilk yılında 400 g N ağaç⁻¹ ve 300 g K₂O ağaç⁻¹ dozlarında en yüksek verimi ve meyve ağırlığını kaydetmişlerdir. Özdemir ve Özyazıcı (2006) Samsun yöresinde N için en uygun ekonomik dozu dekara 8 kg olarak belirlemişlerdir. İki yılda da artan dozlarda N uygulaması ile verim, genellikle önceleri artan ve sonrasında azalan bir durum göstermiştir. Testoni ve ark. (1990) kivide üretimin 200 kg N ha⁻¹ uygulamasından, 300 kg N ha⁻¹ uygulamasına yaklaşık %20 azaldığını, Pacheco ve ark. (2008) aynı K dozunda hektara 60 kg N uygulamasının 90 kg N uygulamasına kıyasla ortalama olarak pazarlanabilir meyve veriminde %30.4'lük bir artış sağladığını, Vizzotto ve ark. (1999) denemelerinin bir yılında kontrol ağaçlarında N uygulananlara kıyasla daha yüksek verim elde edildiğini ifade etmiş olmaları da çalışmamızdaki N uygulaması ve verim arasındaki ilişkiye benzerdir. Buwalda ve ark. (1990) azot uygulamasının kivi verimini düzensiz olarak artırdığını tespit etmişlerdir. Costa ve ark. (1997) hektara 150 kg N uygulaması ile pazarlanabilir meyve oranının bir miktar arttığını, daha yüksek uygulamalarda ise düştüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda, K uygulaması ile verim dalgalı ve genellikle artan bir durum sergilemiştir. Buwalda ve Smith (1991) kivide toprakta değişebilir K içeriğindeki yükselme ile verimin de yükseldiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 1. Gübrelemenin verim, meyve ağırlığı ve C vitamini üzerine etkisi**Table 1.** Effect of fertilization on yield, fruit weight and vitamin C

N DOZ	K DOZ	Verim, kg Ağaç ⁻¹		OMA, g Meyve ⁻¹		C Vitamini, mg 100g ⁻¹	
		YIL		YIL		YIL	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017
N ₈	K ₀	37.21 ab	38.04 b	101.7	66.2	31.50 d-f	65.75 a-c
	K ₈	27.30 b	42.73 ab	111.5	71.0	34.75 c-f	60.50 a-e
	K ₁₆	40.57 ab	69.86 ab	105.3	71.9	36.75 a-f	59.75 a-e
	K ₂₄	43.72 ab	57.74 ab	98.6	76.2	36.25 b-f	60.75 a-d
	K ₃₂	44.05 ab	61.06 ab	102.5	71.5	32.00 d-f	60.25 a-e
	K ₄₀	27.49 b	66.24 ab	103.4	67.0	36.00 b-f	67.00 ab
N ₁₆	K ₀	40.91 ab	75.87 ab	111.3	65.8	26.25 f	56.25 a-e
	K ₈	36.60 ab	41.61 ab	96.0	70.9	30.75 d-f	55.00 a-e
	K ₁₆	46.87 ab	51.08 ab	104.1	72.4	37.75 a-f	48.50 b-e
	K ₂₄	48.64 ab	65.17 ab	99.5	75.5	45.75 a-d	70.75 a
	K ₃₂	60.70 ab	75.00 ab	101.1	81.0	32.75 d-f	49.00 b-e
	K ₄₀	41.64 ab	67.15 ab	111.2	73.8	29.50 e-f	41.75 e
N ₂₄	K ₀	37.31 ab	60.08 ab	112.5	70.8	40.00 a-f	54.75 a-e
	K ₈	50.38 ab	88.91 a	103.7	69.8	38.00 a-f	62.00 a-d
	K ₁₆	43.74 ab	59.71 ab	105.2	69.4	41.33 a-f	59.50 a-e
	K ₂₄	31.95 ab	65.61 ab	109.6	65.1	39.00 a-f	58.75 a-e
	K ₃₂	36.40 ab	45.41 ab	90.5	60.3	51.50 ab	65.25 a-c
	K ₄₀	62.67 a	77.67 ab	101.2	75.6	52.00 a	55.50 a-e
N ₃₂	K ₀	31.48 ab	52.35 ab	107.2	65.6	50.00 a-c	56.75 a-e
	K ₈	30.62 ab	62.57 ab	113.4	61.3	44.75 a-e	54.75 a-e
	K ₁₆	44.44 ab	73.06 ab	106.3	65.4	51.50 ab	55.25 a-e
	K ₂₄	35.40 ab	50.79 ab	105.3	64.3	44.50 a-e	56.75 a-e
	K ₃₂	48.68 ab	59.68 ab	101.3	77.4	50.25 a-c	47.00 c-e
	K ₄₀	43.72 ab	81.02 ab	108.7	75.2	37.75 a-f	45.75 de

Aynı sütunda ortak küçük harfi olmayan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Kivide gübreleme ile besin elementi ihtiyacının karşılanması sayesinde meyve gözü teşekkülü artmakta ve çiçeklenme ile döllenedeki başarı ile daha fazla meyve tutumu olmaktadır. Dolayısıyla denemenin ilk yılına göre ikinci yıl gübrelere kalıcı etkisi ile daha yüksek verim kaydedilmiştir. Meyve ağırlığı üzerine gübre uygulamalarının önemli bir etkisi bulunmamış, meyve ağırlıkları birinci yıl 113.4-90.5 g arasında, ikinci yıl 81.0-60.3 g arasında değişmiştir (Çizelge 1). Sadece gübreleme ile meyve ağırlığını artırmak yeterli olmamakta, aynı zamanda meyve seyrelmesi ve budamanın da dikkatli yapılması gerekmektedir. Kivide toplam meyve verimi ile meyve ağırlığı arasında ters bir ilişki bulunmakta olup; ikinci yıl verimin yüksek, meyve ağırlığının ise daha düşük olmasının sebebi bu durum ile açıklanmaktadır. İki yılda da $N_{24}K_{32}$ 'de düşük meyve ağırlığı değerleri bulunmuştur. Azotlu gübrelemeyle birinci yıl meyve ağırlığında bir miktar artış gözlenirken, ikinci yıl azalma eğilimi gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, Buwalda ve ark. (1990) çalışmalarında artan dozlarda uygulanan azotun kivinin meyve ağırlığına önemli bir etkisinin olmadığını ve Mills ve ark. (2008) yine kivideki çalışmalarının birinci yılında N dozları açısından meyve iriliğinde önemli fark bulunmadığını belirlemişlerdir. Costa ve ark. (1997) çalışmalarında, artan N dozları ile kivide meyve ağırlığı ve verim, kontrolün üzerinde düzensiz olarak artmıştır. Chandel ve Rana (2005) ise kivide topraktaki yarayırlı N ile verim, meyve iriliği ve ağırlığı arasında pozitif ve önemli ilişki tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, artan dozlarda K ile ortalama meyve ağırlığı denemenin birinci yılında kontrolün altındaki miktarlarda bulunurken, ikinci yılında önemsiz düzeyde bir artış saptanmıştır.

Azot ve K uygulamaları meyvelerin C vitamini içeriğini iki yılda da önemli derecede etkilemiştir. C vitamini değeri birinci yıl en yüksek 52 mg 100 g⁻¹ ile $N_{24}K_{40}$ 'da, en düşük 26.25 mg 100g⁻¹ ile $N_{16}K_0$ 'da, ikinci yılda ise en yüksek 70.75 mg 100g⁻¹ ile $N_{16}K_{24}$ 'de ve en düşük 41.75 mg 100g⁻¹ ile $N_{16}K_{40}$ 'da belirlenmiştir (Çizelge 1). İki yılda da $N_{16}K_{40}$ kombinasyonunda düşük değerler elde edilmiştir. Kivide meyvelerin C vitamini içeriğini Ferguson ve MacRae (1991) 63.6-124.2 mg 100 g⁻¹, Selman (1983) 37.8-53.6 mg 100 g⁻¹ ve Nishiyama ve ark. (2004) 29-80 mg 100 g⁻¹ aralıklarında bulmuşlardır. Meyvelerin C vitamini içeriğinde N uygulamalarına bağlı olarak iki yılda da düzensiz olarak azalmalar ve artmalar olmuştur. Ancak birinci yıl bazı durumlarda N uygulamasıyla C vitamini içeriğinde artışlar olmuştur. Özdemir ve Özyazıcı (2006) yaptıkları çalışmada da artan N dozlarıyla C vitamini içeriği artmıştır. Stefanelli ve ark. (2010), azotun vejetatif gelişimi ve meyve ebatını artırarak C vitamini içeriğinde seyrelmeye sebep olduğunu, ayrıca vejetatif gelişim ile artan gölgelemeden dolayı da C vitamini içeriğinin azaldığını ifade etmiştir. Potasyum uygulaması ile birinci yılda meyvenin C vitamini içeriği kontrolün üzerinde düzensiz olarak artarken; ikinci yılda K_{24} dozu dışında kontrolden düşük miktarda bulunmuştur. Cunha ve ark. (2021), ananasta K'lı gübrelemenin C vitaminini artırdığını belirtmiştir. Nava ve ark. (2007) elmada yaptıkları çalışmada azotlu ve potasyumlu gübreleme ortalama C vitaminini önemli derecede etkilememiştir.

Meyve eti sertliği kivide meyvenin muhafazası ve depo ömrü açısından önemli bir kalite parametresi olup, N uygulamasıyla meyve eti sertliği birinci yıl önce azalmış sonra gittikçe artmışken, ikinci yıl dalgalı bir durum sergilemiştir (Şekil 1/a). İki yılda da en yüksek meyve eti sertliği N_{32} 'de saptanmıştır. En düşük ise birinci yıl N_{16} ve ikinci yıl N_{24} 'de belirlenmiştir. Kivi meyvesinde yüksek dozlarda azotun meyve sertliğini azalttığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (Testoni ve ark., 1990; Prasad ve Spiers, 1991; Johnson ve ark., (1997). Ancak, Costa ve ark. (1997) kivide artan N uygulamalarının meyve eti sertliğini etkilemediğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan potasyumun, azotun meyve sertliği üzerine olumsuz etkisini azalttığı da bildirilmiştir (Testoni ve ark., 1990). El-Gazzar (2000), elmadaki deneşinin bir yılında N dozlarındaki artış ile meyve sertliğinin arttığını belirtmiştir. Çalışmamızda, K uygulaması meyve eti sertliğini birinci yıl önemli derecede etkilememiş olup, en yüksek K_{40} 'da ve en düşük K_{24} 'de, ikinci yıl ise en yüksek K_{40} 'da ve en düşük K_8 'de belirlenmiştir.

Azot uygulamasına bağlı olarak birinci yıl meyvelerin SÇKM miktarları arasında önemli bir fark olmamakla birlikte en yüksek değer N_8 'de elde edilmiştir (Şekil 1/b). İkinci yıl ise önemli fark bulunmuş olup, en düşük SÇKM'ye N_{16} 'da ve en yüksek ise N_{32} 'de rastlanmıştır. Testoni ve ark. (1990) azotlu gübrelemeyle SÇKM'nin arttığını, Costa ve ark. (1997) etkilenmediğini, Vizzotto ve ark. (1999) ise azaldığını bulmuşlardır. Nava ve ark. (2007) elmada N'li gübrelemenin SÇKM'yi azaltması durumunun; azotun aşırı vejetatif gelişmeyi teşvik etmesinin sonucunda, aşırı gölgelenmeden dolayı meyve yüzeyindeki gün ışığı miktarındaki azalma ile ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Potasyum dozları ile SÇKM miktarı arasında birinci yıl önemli derecede fark bulunmuş olup, dozlar arttıkça genellikle azalan bir dağılım göstermiştir. İkinci yılda ise önemsiz fakat birinci yıla benzer bir durum bulunmaktadır. Testoni ve ark. (1990) kivideki çalışmalarında SÇKM'nin, 100 kg K_2O ha⁻¹ uygulamasında arttığını ve 200 kg K_2O ha⁻¹ uygulamasında ise azaldığını belirlemiştir. Çalışmamızdaki yüksek K dozlarında düşük SÇKM miktarının elde edilmesi bu durum ile benzerdir. Pacheco ve ark. (2008) ise N ve K uygulamasının kivi meyvesinde SÇKM'e üzerine etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Azot uygulaması ile iki yılda da genellikle TEA miktarı azalmıştır (Şekil 1/c). Vizzotto ve ark. (1999), kivide TEA'yı N'li gübre uygulanmamış ağaçlarda, gübre uygulananlara kıyasla daha yüksek bulmuşlardır. Çalışmamızda K uygulaması ile meyvenin TEA miktarının iki yılda da benzer şekilde azaldığı ve bu azalmanın ikinci yılda önemli düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Delgado ve ark. (2006), 60 ve 120 g K_2O ağaç⁻¹ uygulanan asmalarda, uygulanmayanlara kıyasla üzüm sırasında toplam asitliğin önemli derecede azaldığını ifade etmişlerdir. Bu durum çalışmamızdaki sonuçlar ile paraleldir. Caetano ve ark. (2013) ise ananasta K uygulamasıyla TEA'nın arttığını, N uygulamasıyla da aksi bir durum gösterdiğini ifade etmiştir.



Şekil 1. Azotlu ve potasyumlu gübrelemenin meyve kalite özellikleri üzerine etkisi

Figure 1. The effect of nitrogen and potassium fertilization on fruit quality characteristics

Artan dozlarda N uygulaması ile meyvelerin toplam fenolik (TF) madde içeriği denemenin ikinci yılında, birinci yıla göre düzenli olarak artmıştır (Şekil 1/d). İki yılda da yüksek N dozlarında yüksek miktarlarda toplam fenolik madde içeriği elde edilmiştir. Potasyum uygulaması ile meyvelerin toplam fenolik madde içeriği genellikle K_0 'dan K_8 'e azalmayla birlikte düzensiz ve artan bir eğilim olmuştur. Birinci yıl K_{32} 'de ve ikinci yılda K_{24} 'de en yüksek değerlere ulaşılmış olup daha yüksek dozlarda daha düşük değerler kaydedilmiştir. Barreto ve ark. (2020), şeftalide K dozlarının meyvenin toplam fenolik madde içeriğini ve antioksidan aktivitesini azalttığını belirtmişlerdir. Stefaniak ve ark. (2020) kivide (*Actinidia Arguta*), en yüksek toplam fenolik içeriğinin en düşük N dozunda belirlendiğini açıklamışlardır.

Azot uygulaması ile FRAP testi sonuçlarına göre toplam antioksidan aktivitesinde, birinci yıl düzensiz olarak azalmalar gözlenirken, ikinci yıl düzenli bir artış olmuştur (Şekil 1/e). Birinci yıl en yüksek ortalama değer N_8 'de ve en düşük N_{16} 'da ve ikinci yıl ise en yüksek N_{32} 'de ve en düşük N_8 'de belirlenmiştir. Potasyum uygulaması ile elde edilen sonuçlar arasında birinci yıl önemli fark bulunmuş olup, en yüksek ortalama değer K_{32} 'de ve en düşük K_0 'da ve ikinci yıl en yüksek K_{24} 'de ve en düşük K_{16} 'da belirlenmiştir. Potasyum uygulaması ile birinci yıl kontrolün üzerinde artış gerçekleşmiş olup, K_{32} 'ye kadar genellikle yükselmiş, K_{40} 'da düşmüştür. İkinci yıl da K_{24} 'de en yüksek değer elde edilmiş ve sonrasında azalma olmuştur.

Artan dozlarda N ile DPPH testi sonuçlarına göre toplam antioksidan aktivitesi birinci yıl önce azalarak düzensiz ve önemli bir dağılım göstermiş, ikinci yıl gittikçe artan bir durum sergilemiştir (Şekil 1/f). İki yılda da K dozları ile DPPH testi sonuçlarında kontrole göre yüksek ve önemli sonuçlar elde edilmiştir ($p < 0.05$). Birinci yıl K_{32} 'de ve ikinci yıl K_{24} 'de en yüksek değerler gözlenmiştir. FRAP ve DPPH testi sonuçlarındaki yapılan incelemelerde toplam antioksidan kapasitesinin; artan N dozları ile birinci yıl genellikle dalgalı ve ikinci yıl artan bir eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Potasyum dozları ile birinci yıl K_{32} 'de ve ikinci yıl K_{24} 'de en yüksek değerlere rastlanmıştır. Reis ve ark. (2015), kahve bitkisinde gelişme sezonu boyunca azot dozları ile antioksidan enzim aktivitesi arasında belirgin olarak ters bir ilişki olduğunu göstermiştir. Pande ve ark. (2017), şeftali meyvesinde toplam polifenol, DPPH radikalleri, ABTS radikalleri ve toplam antioksidan aktivitesinin azotlu gübre dozlarındaki artış ile olumsuz şekilde etkilendiğini ifade etmişlerdir. Barzegar ve ark. (2020), N ve K uygulanan tatlı rezene soğanlarında daha yüksek antioksidan kapasitesi bulmuşlardır. Benzer şekilde Sheikh ve Ishak (2016), Mas cotek (*Ficus deltoidea* Jack) bitkisinde N uygulamasının antioksidan aktivitesini artırdığını, Ahanger ve ark. (2015) ise yulaf bitkisinde K uygulamasının antioksidan enzim aktivitesini artırdığını bildirmişlerdir.

4. SONUÇ

Araştırmamızdaki gübre kombinasyonlarının verim ile meyve ağırlığı üzerine etkilerini değerlendirdiğimizde, dekara 24 kg N ve 40 kg K₂O uygulamasında en yüksek verim elde edilmiştir. Ancak yetiştiricilikte verim ve meyve ağırlıkları üreticinin kazancı açısından birlikte değerlendirilmekte olduğundan, dekara 16 kg N ve 32 kg K₂O uygulamasında hem verimin hem de meyve ağırlığının yüksek miktarlarda bulunduğu ve meyve eti sertliğinde nispeten iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanan doktora tezinin bir bölümü olup; Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimince desteklenmiştir (BD-1702).

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: YÖ (%20), CT (%80)

Veri Toplanması: YÖ (%90), CT (%10)

Veri Analizi: YÖ (%80), CT (%20)

Makalenin Yazımı: YÖ (%70), CT (%30)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: YÖ (%20), CT (%80)

KAYNAKLAR

- Ahanger, M.A., Agarwal, R.M., Tomar, N.S., Shrivastava, M., 2015. Potassium induces positive changes in nitrogen metabolism and antioxidant system of oat (*Avena sativa* L cultivar Kent). *Journal of Plant Interactions*, 10(1): 211-223. doi: 10.1080/17429145.2015.1056260
- Bacanlı, M., Taner, G., Başaran, A.A., Başaran, N., 2015. Bitkisel kaynaklı fenolik yapıdaki bileşikler ve sağlığa yararlı etkileri. *Eczacılık Bilimleri Dergisi*, 4(1): 9-16.
- Barreto, C.F., Ferreira, L.V., Navroski, R., Benati, J.A., Cantillano, R.F.F., Vizzotto, M., Nava, G., Antunes, L.E.C., 2020. Potassium fertilization in peach fruit quality. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 19(4): 420-427.
- Barzegar, T., Mohammadi, S., Ghahremani, Z., 2020. Effect of nitrogen and potassium fertilizer on growth, yield and chemical composition of sweet fennel. *Journal of Plant Nutrition*, 43(8): 1189-1204. doi: 10.1080/01904167.2020.1724306

- Bendich, A., 1993. Physiological role of antioxidants in the immune system. *Journal of Dairy Science*, 76(9): 2789-2794.
- Benzie I.F.F., Strain J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma [FRAP] as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76. doi: 10.1006/abio.1996.0292
- Buwalda, J.G., Smith, G.S. 1987. Accumulation and partitioning of dry matter and mineral nutrients in developing kiwifruit vines. *Tree Physiology*, 3(3): 295-307. doi: 10.1093/treephys/3.3.295
- Buwalda, J.G., Wilson, G.J., Smith, G.S., Littler, R.A., 1990. The development and effects of nitrogen deficiency in field-grown kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) vines. *Plant and Soil*, 129(2):173-182.
- Buwalda, J.G Smith, G.S., 1991. Influence of anions on the potassium status and productivity of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) vines. *Plant and Soil*, 133(2): 209-218.
- Caetano, L.C.S., Ventura, J.A., Costa, A., Guarçoni, R.C., 2013. Effect of fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium on growth, yield and fruit quality of pineapple'Vitoria'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(3): 883-890. doi: 10.1590/S0100-29452013000300027
- Cangi, R., Tarakçioğlu, C., Yağın, S.R., 2003. Potasyum sülfat ve potasyum humat gübre uygulamalarının Hayward kivi (*Actinidia deliciosa*) çeşidinde verim ve bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(3): 402-407.
- Çalışkan, B., Çalışkan, A.C. 2017. Potassium nutrition in plants and its interactions with other nutrients in hydroponic culture. In M. Asadzaman, & T. Asao (Eds.), *Potassium - Improvement of Quality in Fruits and Vegetables Through Hydroponic Nutrient Management*. 9-22pp. doi: 10.5772/intechopen.71951
- Chandel, J.S., Rana, R.K., 2005. Nutritional survey of kiwifruit orchards in Himachal Pradesh. *Indian Journal of Horticulture*, 62(2): 112-117.
- Costa, G., Lain, O., Vizzotto, G., Johnson, S., 1997. Effect of nitrogen fertilization on fruiting and vegetative performance, fruit quality and post-harvest life of Kiwifruit cv Hayward. *Acta Horticulturae*, 444, 279-284. doi: 10.17660/ActaHortic.1997.444.43
- Cunha, J. M., Freitas, M. S. M., de Carvalho, A.J.C., Caetano, L.C.S., Vieira, M.E., Peçanha, D.A., Lima, T.C., Jesus, A.C., Pinto, L.P., 2021. Pineapple yield and fruit quality in response to potassium fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 44(6): 865-874. doi:10.1080/01904167.2021.1871755
- Delgado, R., González, M.R., Martín, P., 2006. Interaction effects of nitrogen and potassium fertilization on anthocyanin composition and chromatic features of tempranillo grapes. *Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin*, 40(3): 141-150. doi: 10.20870/oeno-one.2006.40.3.870
- El-Gazzar, A.A.M., 2000. Effect of fertilization with nitrogen, potassium and magnesium on Anna apples. 1. Effect of nitrogen fertilization. *Annals of Agricultural Science Cairo 3 (Special)*, 1145-1152.
- FAO, 2019. The Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 11.12.2019)
- Ferguson, A.R., Eiseman, J.A., 1983. Estimated annual removal of macronutrients in fruit and prunings from a kiwifruit orchard. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 26(1): 115-117.
- Ferguson, A.R., MacRae, E.A., 1991. Vitamin C in actinidia. *Acta Horticulturae*, 297, 481-487. doi: 10.17660/ActaHortic.1992.297.63
- Guroo, I., Wani, S.A., Wani, S.M., Ahmad, M., Mir, S.A. Masoodi, F.A., 2017. A review of production and processing of kiwifruit. *Journal of Food Processing Technology*, 8 (10):1-6. DOI: 10.4172/2157-7110.1000699
- Johnson, R.S., Mitchell, F.G., Crisosto, C.H., Olson, W.H., Costa, G., 1997. Nitrogen influences kiwifruit storage life. *Acta Horticulturae*, 444, 285-290. doi: 10.17660/ActaHortic.1997.444.44
- Kacar, B., 2016. Fiziksel ve kimyasal toprak analizleri. Nobel Yayın No:1524, Gıda Tarım ve Hayvancılık No:15, 610 s, Ankara.
- Kirby E.G., Leustek T., Lee M.S., 1987. Nitrogen nutrition. In: Bonga J.M., Durzan D.J. (eds) *Cell and Tissue Culture in Forestry*. *Forestry Sciences*, vol 24-26, pp. 67-88. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0994-1_5
- Konuş, M., Yılmaz, C., Özdoğan, N., Çetin, D., Kızılkın, N.D., Kayhan, A., 2019. Testing of reproducibility and consistency of commonly used five different antioxidant capacity methods on Turnip Juice. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(12): 2233-2238. doi: 10.24925/turjaf.v7i12.2233-2238.3006
- Lawton, K., Cook, R.L., 1954. Potassium in plant nutrition. *Advances in Agronomy*, 6, 253-303.
- Locascio, S.J., Wiltbank, W.J., Gull, D.D., Maynard, D.N., 1984. Fruit and vegetable quality as affected by nitrogen nutrition. *Nitrogen In Crop Production*, 617-626. doi: 10.2134/1990.nitrogenincropproduction.c42

- Mills, T., Bolding, H., Blattmann, P., Green, S., Meekings, J., 2008. Nitrogen application rate and the concentration of other macronutrients in the fruit and leaves of gold kiwifruit. *Journal of Plant Nutrition*, 31(9): 1656-1675. doi: 10.1080/01904160802244894
- Nava, G., Dechen, A.R., Nachtigall, G.R., 2007. Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in southern Brazil. *Communications In Soil Science And Plant Analysis*, 39(1-2): 96-107. doi: 10.1080/00103620701759038
- Neha, K., Haider, M.R., Pathak, A., Yar, M.S., 2019. Medicinal prospects of antioxidants: A review. *European Journal Of Medicinal Chemistry*, 178, 687- 704. doi: 10.1016/j.ejmech.2019.06.010
- Nishiyama, I., Yamashita, Y., Yamanaka, M., Shimohashi, A., Fukuda, T., Oota, T., 2004. Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other Actinidia species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(17): 5472-5475. doi: 10.1021/jf049398z
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, H.C., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. US. Dept. Of Agr. Cir. 939. Washington.D.C.
- Özdemir, O., Özyazıcı, M., 2006. Samsun yöresinde kivinin azotlu gübre ihtiyacı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3): 303-309.
- Pacheco, C., Calouro, F., Vieira, S., Santos, F., Neves, N., Curado, F., Franco, J., Rodrigues, S., Antunes, D., 2008. Influence of nitrogen and potassium on yield, fruit quality and mineral composition of kiwifruit. *Energy and Environment*, 2, 517-521.
- Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S., Bansal, Y.K., 2015. Secondary metabolites of plants and their role: Overview. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 9(3): 293-304.
- Pande, K.K., Dimri, D.C., Rao, V.K., Lal, S., Uniyal, S.P., Pal, R.S., 2017. Response of different nitrogen regimes through neem coated urea and calcium sprays on bio-chemical attributes and antioxidant activities of peach. *International Journal of Chemical Studies*, 5, 1528-1534.
- Pinto, T., Vilela, A., 2018. Kiwifruit, a botany, chemical and sensory approach a review. *Kiwifruit, A Botany, Chemical And Sensory Approach A Review*, 8(6): 383-390.
- Poiroux-Gonord, F., Bidel, L.P., Fanciullino, A.L., Gautier, H., Lauri-Lopez, F., Urban, L., 2010. Health benefits of vitamins and secondary metabolites of fruits and vegetables and prospects to increase their concentrations by agronomic approaches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(23): 12065-12082. doi: 10.1021/jf1037745
- Prasad, M., Spiers, T.M. 1991. The effect of nutrition on the storage quality of kiwifruit (a review). *Acta Horticulturae*, 297, 579-585. doi: 10.17660/ActaHortic.1992.297.76
- Reis, A.R., Favarin, J.L., Gratão, P.L., Capaldi, F.R., Azevedo, R.A., 2015. Antioxidant metabolism in coffee (*Coffea arabica* L.) plants in response to nitrogen supply. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 27(3-4): 203-213. doi: 10.1007/s40626-015-0045-3
- Santoni, F., Paolini, J., Barboni, T., Costa, J., 2014. Relationships between the leaf and fruit mineral compositions of *Actinidia deliciosa* var. Hayward according to nitrogen and potassium fertilization. *Food Chemistry*, 147, 269-271. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.09.154
- Selman, J.D. 1983. The vitamin C content of some kiwifruits (*Actinidia chinensis* Planch., variety Hayward). *Food Chemistry*, 11(1): 63-75.
- Sheikh, S., Ishak, C.F., 2016. Effect of nitrogen fertilization on antioxidant activity of Mas cotek (*Ficus deltoidea* Jack). *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(4): 208-214.
- Singletary, K., 2012. Kiwifruit: overview of potential health benefits. *Nutrition Today*, 47(3): 133-147. doi: 10.1097/NT.0b013e31825744bc
- Slinkard, K., Singleton, V.L., 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Society for Enology and Viticulture*, 28, 49-55.
- Soyergin, S., Moltay, İ., Samancı, H., 2003. Doğu Marmara Bölgesinde kivi bahçelerinin (*Actinidia Deliciosa* Chev.) makro besin elementleri açısından beslenme durumu. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 13(1): 107-123.
- Stefanelli, D., Goodwin, I, Jones, R., 2010. Minimal nitrogen and water use in horticulture: Effects on quality and content of selected nutrients. *Food Research International*, 43(7): 1833-1843. doi: 10.1016/j.foodres.2010.04.022
- Stefaniak, J., Przybyl, J.L., Latocha, P., Lata, B., 2020. Bioactive compounds, total antioxidant capacity and yield of kiwiberry fruit under different nitrogen regimes in field conditions. *Journal of The Science of Food And Agriculture*, 100(10): 3832-3840. doi: 10.1002/jsfa.10420
- Strik, B.C., Cahn, H., 2000. Growing Kiwi Fruit. Oregon State University. Pub. EC. 1464.

- Tarakçioğlu, C., Aşkın, T., 2005. Azotlu ve potasyumlu gübrelemenin kivi bitkisinin verim ile potasyum içeriği üzerine etkisi. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, 148-155, 3-4 Ekim, Eskişehir.
- Teoh E.S., 2015. Secondary metabolites of plants. Medicinal Orchids of Asia, 59-73. doi: 10.1007/978-3-319-24274-3_5
- Testoni, A., Granelli, G., Pagano, A., 1990. Mineral nutrition influence on the yield and the quality of kiwi fruit. Acta Horticulturae, 282, 203-208. doi: 10.17660/ActaHortic.1990.282.26
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 11.12.2019).
- Vizzotto, G., Lain, O., Costa, G., 1999. Relationship between nitrogen and fruit quality in kiwifruit. Acta Horticulturae, 498, 165-172. doi: 10.17660/ActaHortic.1999.498.19
- Wolber, F.M., Beck, K.L., Conlon, C.A., Kruger, M.C., 2013. Kiwifruit and mineral nutrition. Advances in Food and Nutrition Research, 68, 233-256. doi: 10.1016/B978-0-12-394294-4.00013-4
- Wolf, B., 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2(5): 363-374.
- Xu, Q., Fu, H., Zhu, B., Hussain, H.A., Zhang, K., Tian, X., Duan, M., Xie, X., Wang, L., 2021. Potassium improves drought stress tolerance in plants by affecting root morphology, root exudates and microbial diversity. Metabolites, 11(3), 131. doi: 10.3390/metabo11030131
- Yildiz, H., Ercisli, S., Narmanlioglu, H.K., Guclu, S., Akbulut, M., Turkoglu, Z., 2014. The main quality attributes of non-sprayed Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) Genotypes. Genetica, 46(1): 129-136. doi: 10.2298/GENSRI401129Y
- Zuoping, Z., Min, D., Sha, Y., Zhifeng, L., Qi, W., Jing, F., Yan'an, T., 2017. Effects of different fertilizations on fruit quality, yield and soil fertility in fieldgrown kiwifruit orchard. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 10(2): 162-171. doi: 10.3965/j.ijabe.20171002.2569



Hızlı Islah Sisteminin Optimizasyonu: Bitki Yetiştirme Tekniklerinin Etkileri

Optimization of the Speed Breeding System: Effects of Crop Management Techniques

Merve BAYHAN¹, Remzi ÖZKAN², Levent YORULMAZ³, Önder ALBAYRAK⁴
Cuma AKINCI⁵

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Diyarbakır
• mervebayhan21@gmail.com • ORCID > 0000-0002-3220-4548

²Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Diyarbakır
• rmziozkan@gmail.com • ORCID > 0000-0002-6457-5802

³Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Diyarbakır
• leventyorulmaz95@gmail.com • ORCID > 0000-0002-2880-1462

⁴Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Diyarbakır
• ondera@dicle.edu.tr • ORCID > 0000-0003-2440-7748

⁵Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Diyarbakır
• akinci@dicle.edu.tr • ORCID > 0000-0002-3514-1052

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 10 Ocak/ January 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 10 Mart/ March 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 541-556

Atıf/Cite as: Bayhan, M., Özkan, R., Yorulmaz, L., Albayrak, Ö., Akıncı, C. "Hızlı Islah Sisteminin Optimizasyonu: Bitki Yetiştirme Tekniklerinin Etkileri" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(3), Ekim 2022: 541-556.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Remzi ÖZKAN

HIZLI ISLAH SİSTEMİ OPTİMİZASYONU: BİTKİ YETİŞTİRME TEKNİKLERİNİN ETKİLERİ

ÖZ:

Yeni bir çeşit geliştirilirken 5-6 yıllık bir açılan generasyon aşamasından ve sonrasında agronomik testlerden geçmektedir. Bu süreyi kısaltmak ve ıslah programlarının etkinliğini arttırmak için yeni teknolojilere gereksinim duyulmuştur. Bu yeni teknolojilerden biri de hızlı ıslah (speed breeding) tekniğidir. Bu teknik ile bitki gelişimini hızlandırmak için uzun süreli ışıklı periyot kullanılarak bir yıl içerisinde ortalama 5-6 generasyon alınabilmektedir. Bu çalışmada yüksek ve düşük girdi uygulamalarının hızlı ıslahta buğdayın generasyon süresine ve bazı agronomik özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma 2021 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesinde bulunan ışık ve sıcaklığı kontrol edilebilen polikarbon serada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bitki materyali olarak Yitpi (ekmeklik buğday) ve Svevo (makarnalık buğday) çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler hızlı ıslah ortamında 22 saat ışık, 2 saat karanlık fotoperiyoda maruz bırakılmışlardır. Yüksek girdide tam sulama ve optimum gübreleme yapılırken düşük girdide %50 oranında gübre azaltılması ve bayrak yaprak çıkışından itibaren kademeli olarak su kısıtlaması uygulanmıştır. Hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda düşük girdide bitkide fertil kardeş sayısı, bitki boyu, başakta tane sayısı ve tane ağırlığında düşüşler yaşanmıştır. Düşük girdili koşullarda bitkiler yoğun strese maruz kalmış ve kardeşlerden başak elde edilememiştir. Düşük girdi koşullarından elde edilen tohumların çimlenme oranı, yüksek girdi koşullarından elde edilen tohumların çimlenme oranından yüksek olması, düşük girdi uygulamasının hızlı ıslah programlarının başarısını arttırmada katkı sağlayabilir. Hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda hızlı ıslah koşullarında uzun boyluluk ile başakta tane sayısı arasında güçlü korelasyon ilişkisi saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Hızlı Islah, Düşük Girdili, Yüksek Girdili, Bitki Yetiştirme Teknikleri.



OPTIMIZATION OF THE SPEED BREEDING SYSTEM: EFFECTS OF CROP MANAGEMENT TECHNIQUES

ABSTRACT

Before a new variety is introduced to the market, it is subjected to a multi-generational breeding process that takes many years. New technologies were needed to shorten this period and increase the effectiveness of breeding programs. One of these new technologies is speed breeding technique. With this technique, 5-6 gene-

rations can be taken in a year by using long-term photoperiods to accelerate plant development. This study has investigated the effects of high and low input applications on the generation time and some agronomic characteristics of wheat in speed breeding. The research was carried out in a polycarbonate greenhouse with controllable light and temperature in the Faculty of Agriculture of Dicle University in 2021. In the study, Svevo (durum wheat) and Yitpi (bread wheat) varieties were used as plant material. Plants were exposed to 22 hours of light and 2 hours of dark photoperiod in speed breeding conditions. Among the properties examined in both bread and durum wheat, the number of fertile tiller per plant, plant height, number of grains per spike and grain weight were affected by application factors. Increasing the exposure time in terms of the emergence period shortened the vegetation period in plants considerably. Plants were exposed to intense stress due to water restriction applied to plants grown in low-input conditions. For this reason, no spike could be obtained from tillers in plants grown in low-input conditions. High rate of fertilization with irrigation at field capacity significantly increased the plant height and the number of fertile tillers in the plant. The germination rate of seeds obtained from low input conditions is higher than the germination rate of seeds obtained from high input conditions, low input application will contribute to increasing the success of speed breeding programs. Strong correlations were found between earliness and tallness and the number of grains per spike under speed breeding conditions in both bread wheat and durum wheat.

Keywords: Crop Management Techniques, Generation, High Input, Low Input, Speed Breeding, Wheat.



1. GİRİŞ

Buğday, dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilen, besleyicilik ve yüksek protein içeriği gibi özelliklere sahip önemli tahıl bitkilerinden birisidir (Able ve ark., 2014; Habash ve ark., 2014; Stuknyte ve ark., 2014). Buğday üretimi biyotik ve abiyotik stres, hastalık ve zararlılardan büyük oranda etkilendiği için (Harmankaya ve ark., 2012; Mondal ve ark., 2016) ıslah programları ile değişen iklime uygun, yüksek verim ve kaliteye sahip, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşit geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bitki ıslahçıları, klasik ıslah programları ile son 100 yılda birçok çeşidi çiftçilerin hizmetine sunmuştur. Seçilen ebeveyn hatların melezlenmesinin ardından, hatların agronomik özellikler ve verim yönünden değerlendirilebilmesi ve homozigot bireylerin elde edilmesi için 4-6 generasyon kendilenmesi gerekmektedir (Alahmad ve ark., 2018). Klasik ıslah programları ile bir çeşidin geliştirilmesi yaklaşık olarak 10-15 yıl gibi uzun bir süre almaktadır (Hickey ve ark., 2017). Bu

nedenle araştırmacılar bu süreyi kısaltmak ve ıslah programlarının etkinliğini arttırmak için yeni teknolojilere başvurmaktadırlar. Bu yeni teknolojilerden birisi de hızlı ıslah (speed breeding) tekniğidir. Bu teknik ile bitki gelişimini hızlandırmak için uzun süreli ışıklandırma yapılarak bir yıl içerisinde 5-6 generasyon alınabilmektedir.

Hızlı ıslah, bitkide hızlı generasyon döngüsünü sağlamak için tek tohum soy yönteminin kullanıldığı, tam kontrollü bitki yetiştirme odasında veya sera ortamında, uzatılmış fotoperiyot ve kontrollü sıcaklık rejimlerini kullanan yeni bir ıslah tekniğidir (Akash, 2020). NASA'nın uzayda buğday yetiştirmeye yönelik çalışmaları, Avustralyalı bilim insanlarına dünyanın ilk hızlı ıslah programını geliştirmeleri için ilham olmuştur. Utah Üniversitesi, bu yöntem ile erkenci tam bodur buğdayı olan USU-Apogee'yi geliştirdi (Hickey ve ark., 2017). Araştırmada çiçeklenme ile ilgili olarak ışığın etkisi, hızlı generasyon atlamada önemli bir rol oynamıştır. Hızlı ıslah tekniğinin, yeni çeşitlerin basit ve hızlı bir şekilde ortaya çıkarılmasında rol alabileceği birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Hickey ve ark., 2017; Alahmad ve ark., 2018; Watson et al. 2018; Ghosh et al. 2019). Hızlı ıslah, uzun gün ve nötr gün bitkilerinin yanısıra kısa gün bitkileri için de uygun bir ıslah programıdır. Jähne ve ark., (2020) soya fasulyesi, pirinç ve horoz ibiği gibi kısa gün bitkileri için de yılda 5 generasyon alınabilecek bir hızlı ıslah protokolü geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada yüksek ve düşük girdi uygulamalarının hızlı ıslahta buğdayın generasyon süresine ve bazı agronomik özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2021 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesinde bulunan ışık ve sıcaklığı kontrol edilebilen polikarbon serada gerçekleştirilmiştir. Sera ortamının ışıklandırma süresi, ısısı, nemi ve havalandırması otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Çalışmada bitki materyali olarak Yitpi (ekmeklik buğday) ve Svevo (markarnalık buğday) çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma, her saksıda 4 bitki olacak şekilde Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 8 tekrarlamalı olarak, 18 Ocak 2021 tarihinde kurulmuştur. Çalışmada kullanılan toprak materyaline ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan toprak materyaline ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Some physical and chemical analysis results of the soil material used in the study

Analiz Adı	Analiz Sonuçları
Saturasyon (%) :	63.00 Killi-tın
Tuzluluk (Saturasyon Çamuru) (dS/m) :	0.92 Tuzsuz
% Tuz (Hesaplama ile) TS 8334 :	0.04 Tuzsuz
pH (Saturasyon Çamuru) :	8.11 Hafif alkali
Kireç (Kalsimetrik) (%) :	11.24 Orta
Organik Madde (Walkey Black) (%) :	0.71 Düşük
Azot (Hesaplama ile) (%) :	0.04 Düşük
Fosfor (Olsen Spektrometre)(ppm) :	4.00 Düşük
Potasyum (A. Asetat-ICP) (ppm) :	314.45 Çok yüksek
Kalsiyum (A. Asetat-ICP) (ppm) :	10717.89 Çok yüksek
Magnezyum (A. Asetat-ICP) (ppm) :	471.78 Orta
Sodyum (A. Asetat-ICP) (ppm) :	26.65 Düşük
Demir (DTPA-ICP) (ppm) :	9.29 Çok yüksek
Bakır (DTPA-ICP) (ppm) :	1.61 Orta
Mangan (DTPA-ICP) (ppm) :	16.50 Orta

2.1. Hızlı Islah Protokolü

Bitkiler hızlı ıslah ortamında 22 saat ışık 2 saat karanlık periyotta yetiştirilmiştir. LED lambalar periyodik olarak, gece saat 02:00'da yanmaya başlayıp, saat 00:00'da sönmüştür. Gece ve gündüz sıcaklığı ayrı tutulmuştur (17/22 °C). Çalışmada kırmızı, sarı, beyaz ve mavi renkleri barındıran şerit LED lambalar (316,15 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) kullanılmıştır. Çalışmada ışık miktarı, bitki ile led ışıklar arası mesafe 20 cm olacak şekilde MQ-500: Full-Spectrum Quantum Meter (Apogee Instruments) cihazı kullanılarak $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ cinsinden ölçülmüştür.

Çalışma kapsamında, buğday genotipleri 8 litrelik saksılarda yetiştirilmiştir. Saksılara 8/10 toprak ve 2/10 oranında elenmiş kum karışımı doldurulmuştur. İçerisinde 5 kg toprak bulunan bir saksının tarla kapasitesini belirlemek için öncelikle saksı iyice sulanmıştır. Sulamadan sonra saksıdan fazla suyun süzülmesi için 24 saat beklenmiştir. Bu süre sonunda, su ile iyice doyurulmuş olan yaş toprak tartılmış, daha sonra 24 saat kurutulmuş ve tekrar tartılmıştır. Yaş toprak ağırlığı ile fırın kuru toprak ağırlığı arasındaki fark toprakta tutulan su miktarı (tarla kapasitesi) olarak belirlenmiştir (Bilski ve ark., 1987; Turhan ve ark., 2000).

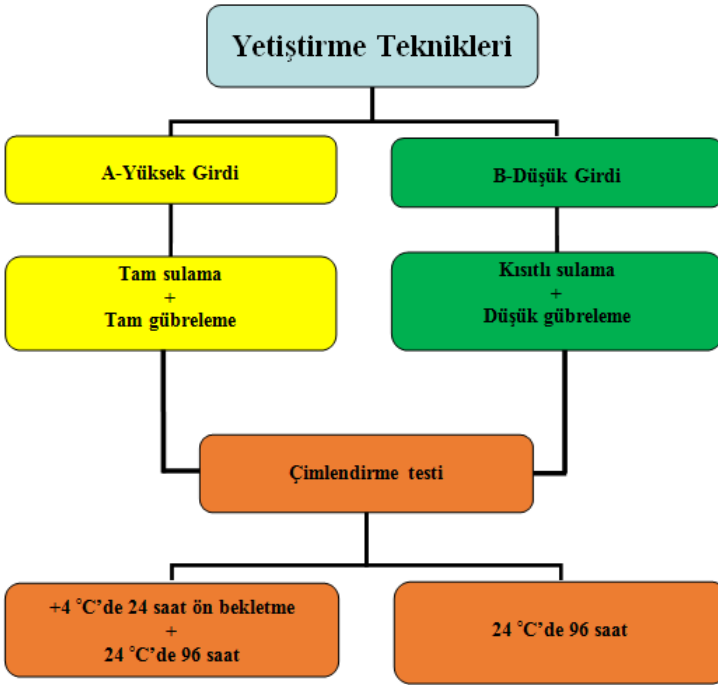
2.2. Yetiştirme Teknikleri

Çalışmada hızlı ıslah koşullarında iki farklı yetiştirme tekniği uygulanmıştır. (Şekil 1). İdeal koşullar için tarla kapasitesinde, kısıtlı koşullar için ise bitkilerin bayrak yaprak çıkışından itibaren tarla kapasitesi üzerinden belirlenen sulama miktarının 1/2 oranında kademeli olarak azaltılarak saksılara verilmiştir (Şekil 2). Sulama miktarının hassas uygulanması için zamanlayıcı selenoid vanalar ile kontrol edilebilen damla sulama sistemi kurulmuştur. Yüksek girdili saksılara çalışma boyunca toplamda 3780 ml su verilirken düşük girdili saksılara ise 2870 ml su verilmiştir. Başaklanmadan bir hafta sonra bitkilere su verilmesi kesilmiştir. Çalışmada uygulanan ideal ve kısıtlı uygulamalara ait gübreleme programı Çizelge 2'de verilmiştir. Bitkiler başaklanma tarihinden 18 gün sonra hasat edilmiştir. Hasat edilen başaklar 35 °C' de 7 gün boyunca etüvde kurutulmaya bırakılmıştır. Çalışmaya ait görseller Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Bitki büyüme döneminde uygulanan gübreleme programı

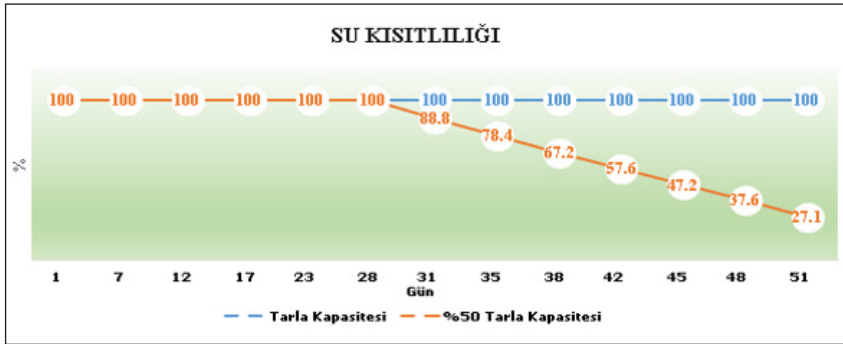
Table 2. Fertilization program applied during the plant growing period

Gübreleme Programı			
Gübreleme (gün)	Gübre Formu	Yüksek Girdili Koşullar İçin	Düşük Girdili Koşullar İçin
1. gün	20-20-0 Granül gübre	1.8 g/100 cc su	0.9 g/100 cc su
25. gün	20-20-0 Granül Gübre	1.8 g/100 cc su	0.9 g/100 cc su
35. gün	Sıvı Organik Gübre	1 cc/1 lt su	0.5 cc/1 lt su
37. gün	20-20-0 Granül gübre	1.8 g/100 cc su	0.9 g/100 cc su
42. gün	20-20-0 Granül gübre	1.8 g/100 cc su	0.9 g/100 cc su
43. gün	Sıvı kalsiyum gübresi	2 cc/1 lt su	1 cc/1 lt su
43. gün	Sıvı bakır gübresi	1 cc/1 lt su	0.5 cc/1 lt su
44. gün	20-20-0 Granül gübre	1.8 g/100 cc su	0.9 g/100 cc su
45. gün	Sıvı kalsiyum gübresi	2 cc/1 lt su	1 cc/1 lt su
45. gün	Sıvı bakır gübresi	1 cc/1 lt su	0.5 cc/1 lt su
48. gün	20-20-0 granül gübre	1.8 g/100 cc su	0.9 g/100 cc su
49. gün	Sıvı kalsiyum gübresi	2 cc/1 lt su	1 cc/1 lt su
49. gün	Sıvı bakır gübresi	1 cc/1 lt su	0.5 cc/1 lt su



Şekil 1. Hızlı ıslahta uygulanan yetiştirme teknikleri

Figure 1. Crop management techniques applied in speed breeding



Şekil 2. Buğdaya kademeli olarak uygulanan su kısıtlaması

Figure 2. water restriction imposed gradually on wheat

2.3. Çimlendirme Testi

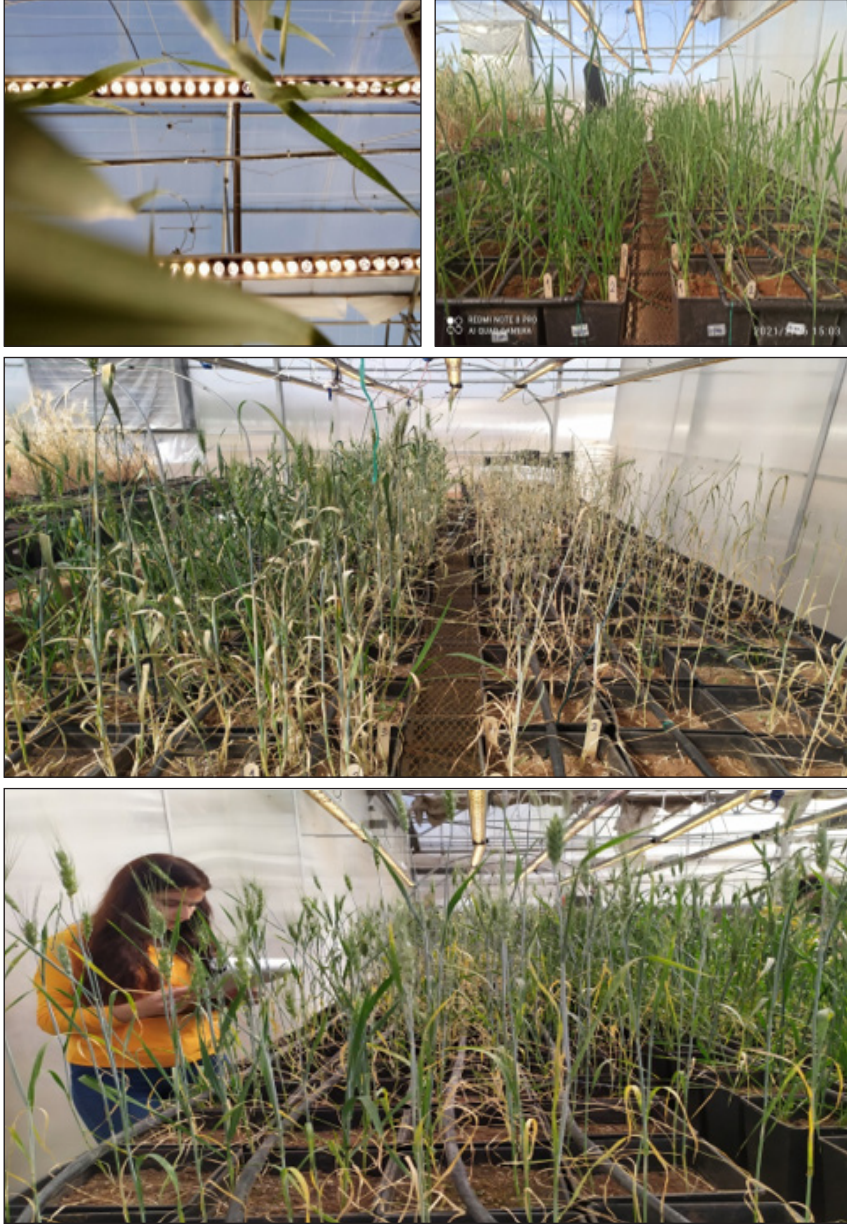
Hızlı ıslah koşullarında elde edilen tohumlarda dormansi sorununun olup olmadığını saptamak için tohumlar iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup için nemlendirilmiş tohumlar +4 °C'de 24 saat bekletilmiştir. İkinci gruba ise herhangi bir ön işlem yapılmamıştır. Bu iki grupta çimlenme oranını belirlemek için tohumlar 4 tekerrürlü olarak petri kapları (her petride 25 tohum olacak şekilde) içerisinde tohum çimlendirme kabininde 24 °C'de 96 saat çimlendirmeye bırakılmıştır (Şekil 1).

2.4. Araştırmada İncelenen Özellikler

Başaklanma süresi (gün): Bitki çıkış tarihi ile saksıdaki bitkilerin %50'sinde başağın bayrak yaprak kınından ½ oranında çıktığı tarih arasındaki gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

- Hasat tarihi (gün): Başaklanma tarihi üzerinden 18 gün sonra başaklar hasat edilmiştir.
- Bitki boyu (cm): Sapın toprağa bağlanmış olduğu noktadan tepe başakçığının ucuna kadar olan mesafe ölçülerek belirlenmiştir.
- Fertil kardeş sayısı (adet): Bitkide başak veren kardeşlerin sayılması ile elde edilmiştir.
- Başak uzunluğu (cm): Her saksıdan alınan başakların boyları ölçülmüştür ve başak sayısına bölünerek ortalaması alınmıştır.
- Başakta başakçık sayısı (adet): Her saksıdan alınmış olan başaklardan, başaktaki başakçık sayısının sayılıp ortalamalarının alınması ile hesaplanmıştır.
- Başakta tane sayısı (adet): Her saksıdan alınan başaklar harmanlanarak taneleri sayılmış ve bunların ortalamalarının alınması ile belirlenmiştir.
- Başakta tane ağırlığı (g): Hasat döneminde alınan başaklar harmanlanmış ve hassas tartı ile tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar g olarak tespit edilerek ortalaması alınmıştır.
- Çimlenme oranı (%): 96 saatin sonunda her petri kabında bulunan 25 tohumdan, çimlenen tohumların sayılmasıyla saptanmıştır (Ghosh et al., 2019).

Çalışmada incelenen parametrelere ait ortalama değerler ve korelasyon analizleri JMP Pro 13 (SAS Institute 2016) istatistik paket programı ve regresyon analizleri GenStat 12 (Payne et al., 2009) istatistik paket programı yardımıyla yapılmıştır.



Şekil 3. Çalışmaya ait görseller

Figure 3. Visuals of the study

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Hızlı İslah ve Yetiştirme Teknikleri

Tarla kapasitesinde sulama ile birlikte yüksek oranda gübreleme bitkide başaklanma süresini, fertil kardeş sayısını, bitki boyunu, başak uzunluğunu, başakta başakçık sayısını, tane sayısını ve tane ağırlığını su ve gübre kısıtlılığı uygulanan koşullara kıyasla önemli oranda artırmıştır (Çizelge 3). Hızlı ıslah koşullarında farklı uygulamaların yapıldığı ekmeklik buğday çeşidine ait ortalama başaklanma süresi 45.63 gün, fertil kardeş sayısı 1.25 adet, bitki boyu 48.75 cm, başak uzunluğu 5.25 cm, başakta başakçık sayısı 10.38 adet, başakta tane sayısı 19.81 adet ve başakta tane ağırlığı 0.21 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Makarnalık buğday çeşidinde ise ortalama başaklanma süresi 43.29 gün, fertil kardeş sayısı 1.03 adet, bitki boyu 51.59 cm, başak uzunluğu 4.29 cm, başakta başakçık sayısı 9.01 adet, başakta tane sayısı 12.66 adet ve başakta tane ağırlığı 0.20 g olarak saptanmıştır.

Hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda başaklanma süresi bakımından uygulamalar arasında istatistiki fark olmamasına rağmen uzun ışıklanma, vejetasyon süresini oldukça kısaltmıştır. Ekmeklik buğdayda yüksek girdili uygulamada başaklanma süresi 47.25 gün, kısıtlı koşullarda bu değer 44.00 gün; makarnalık buğdayda ise yüksek girdilide başaklanma süresi 43.64 gün, kısıtlı koşullarda 42.93 gün olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Hızlı ıslah koşullarında ışıklanma süresinin uzatılması bitkide fotosentez aktivitesinin artmasına, bu da bitkinin maksimum hızda büyümesine olanak sağlamıştır. Genel olarak, hızlı ıslah koşullarında yetiştirilen buğday bitkisinin gelişiminin, günlük koşullara kıyasla hızlandığı ve görünüşlerinin normal olduğu bildirilmiştir (Watson, 2018). Yılda 1-2 ürün verebilen buğdayda, ışık miktarını ve ışıklanma süresini, bitki beslenmesini ve belirli bitki büyüme dönemlerinde stresi artırarak bitkilerin normal süreçten daha hızlı büyümesi sağlanabilir (Sysoeva ve ark., 2010). Watson ve ark. (2018) normal sera şartlarında yılda 2-3 generasyon alınan ekmeklik ve makarnalık buğdayda hızlı ıslah yöntemiyle yılda 6 generasyon ürün alınabileceğini bildirmişlerdir. Hızlı ıslah koşullarında en yüksek tane veriminin tam sulanan ve çiçeklenme dönemi su kısıtlamasına kıyasla çiçeklenme sonrası uygulanan su kısıtlamasından elde edildiği bildirmiştir (Watson ve ark., 2018). Daha önce yapılan benzer bir çalışmada Ghosh ve ark. (2018), Kronos makarnalık buğday çeşidinde ortalama başaklanma süresini 46.0 ± 1.9 gün; Paragon ekmeklik buğday çeşidinde ise başaklanma süresini 48.2 ± 0.4 gün olarak saptamışlardır. Ayrıca Watson (2018), ekmeklik buğdayda ortalama çiçeklenme süresini 47.7 ± 0.1 gün; Akdağ (2019), Tekin ekmeklik buğday çeşidinde ortalama başaklanma süresini 39 gün ve Adana-99 çeşidinde ise 38 gün olarak tespit etmişlerdir. Işıklanma süresinin artışıyla birlikte yetiştirme ortamının CO₂ seviyesinin yükseltilmesi, hızlı ıslah protokolünün başarısı artırabilir (Nagatoshi ve Fujita 2018).

Çizelge 3. İncelenen özelliklere ait ortalama değerler ve oluşan gruplar**Table 3.** Mean values and groups of the examined traits

Özellikler	Yitpi (<i>T. aestivum</i> L.)			Svevo (<i>T. durum</i> L.)		
	Yüksek Girdili Koşullar	Düşük Girdili Koşullar	Ortalama	Yüksek Girdili Koşullar	Düşük Girdili Koşullar	Ortalama
Başaklanma süresi (gün)	47.25	44.00	45.63	43.64	42.93	43.29
Fertil kardeş sayısı	2.50 _a	0.00 _b	1.25	2.05 _a	0.00 _b	1.03
Bitki boyu (cm)	57.63 _a	39.88 _b	48.75	57.59 _a	45.58 _b	51.59
Başak uzunluğu (cm)	5.75	4.75	5.25	4.25	4.16	4.29
Başakta başakçık sayısı (adet)	11.25	9.50	10.38	9.30	8.72	9.01
Başakta tane sayısı (adet)	25.75 _a	13.88 _b	19.81	16.26 _a	9.07 _b	12.66
Başakta tane ağırlığı (g)	0.30 _a	0.13 _b	0.21	0.26 _a	0.15 _b	0.20

Hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda uygulanan su ve gübreleme kısıtlılığı, bitkilerin yoğun strese maruz kalmalarına sebep olmuştur. Bu da bitkide erkencilğe, fertil kardeş oluşmamasına, bitki boyunun kısılmasına, bayrak yaparak alanının daralmasına ve bitkinin stresten kaçma mekanizmalarından biri olan daha fazla mumsu yapıya sahip olmasına neden olmuştur. Hızlı ıslah koşulları altında her iki uygulamada da buğday bitkileri sağlıklı bir şekilde yetiştirilmiş ve tüm bitkilerde ana başak elde edilmiştir. Yüksek girdi uygulamalarında fertil kardeş sayısı ekmeklik buğdayda 2.50 adet, makarnalık buğdayda ise 2.05 adet olarak tespit edilmiştir. Ancak yüksek girdili koşullarda, bitkilere ait kardeşlerin başaklanması ve olgunlaşması ana başaktan sonra gerçekleştiği için kardeş başaklardan yeterince tane elde edilememiştir. Ghosh ve ark. (2018), Kronos makarnalık buğday çeşidinde ortalama kardeş sayısını 5.8 ± 1.9 adet ve Paragon ekmeklik buğday çeşidinde ise kardeş sayısını 5.5 ± 0.6 adet olarak tespit etmişlerdir.

Yüksek girdili uygulamalar ekmeklik ve makarnalık buğdayda bitki boyunu düşük girdili uygulamaya kıyasla ciddi oranda artırmıştır. Ekmeklik buğdayda yüksek girdili uygulamada bitki boyu 57.63 cm, düşük girdi uygulamada bu değer 39.88 cm; makarnalık buğdayda ise yüksek girdilide bitki boyu 57.59 cm, düşük girdili uygulamada 45.58 cm olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Alahmad ve ark. (2018), hızlı ıslah yöntemini makarnalık buğdayda F2 generasyonundaki 1000 adet genotipte, kök çürüklüğü, kahverengi pas, bitki boyu, seminal kök sayısı ve açısı özellikleri bakımından seleksiyon yapmışlardır. Seleksiyon indeksi uygulamasına göre seçilen bitkiler ile seçilmeyen bitkiler arasında bitki boyu hariç diğer dört özellik için popülasyon ortalaması başarılı bir şekilde agronomik olarak istenen yönde değişmiştir. Ghosh ve ark. (2018), Kronos makarnalık buğday çeşidinde ortalama bitki boyunu 68.0 ± 4.4 cm, Paragon ekmeklik buğday çeşidinde ise 85.1 ± 3.2 cm; Watson (2018), ekmeklik buğdayda ortalama bitki boyunu 52.2 ± 0.5 cm olarak saptamışlardır.

Çalışmada hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda başak uzunluğu ve başakta başakçık sayısı özellikleri bakımından uygulamalar arasında önemli bir fark bulunmazken, başakta tane sayısı ve tane ağırlığı bakımından uygulamalar arasında önemli farklar saptanmıştır. Ekmeklik buğday bitkilerinde yüksek girdili uygulama koşullarında ortalama başak uzunluğu 5.75 cm, başakta başakçık sayısı 11.25 adet, başakta tane sayısı 25.75 adet, başakta tane ağırlığı 0.30 g; düşük girdili uygulama koşullarında ise ortalama başak uzunluğu 4.75 cm, başakta başakçık sayısı 9.50 adet, başakta tane sayısı 13.88 adet başakta tane ağırlığı, 0.13 g olarak saptanmıştır. Makarnalık buğdayda bitkilerinde ise yüksek girdili uygulama koşullarında ortalama başak uzunluğu 4.25 cm, başakta başakçık sayısı 9.30 adet, başakta tane sayısı 16.26 adet, başakta tane ağırlığı 0.26 g; düşük girdili uygulama koşullarında ortalama başak uzunluğu 4.29 cm, başakta başakçık sayısı 9.01 adet, başakta tane sayısı 9.07 adet, başakta tane ağırlığı 0.15 g olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Daha önce yapılan benzer çalışmalarda Ghosh ve ark. (2018), Kronos makarnalık buğday çeşidinde ortalama başakta tane sayısını 27.8 ± 7.9 tane, tane ağırlığını 0.4 ± 0.2 g olarak saptarken, Paragon ekmeklik buğday çeşidinde ise başakta tane ağırlığını 1.1 ± 0.1 g olarak saptamışlardır. Watson ve ark. (2018) makarnalık buğdayda ortalama başak uzunluğunu 8.1 ± 0.1 cm olarak saptamıştır. Ayrıca bu araştırmacılar, hızlı ıslah koşullarında yetiştirilen buğdayın başakta tane ağırlığının normal koşullar altında yetiştirilenlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4'te de görüldüğü üzere ekmeklik buğdayda bitki boyu ve başaklanma süresi ile başakta tane sayısı ve tane ağırlığı; makarnalık buğdayda ise bitki boyu ile başakta tane sayısı ve tane ağırlığı arasında pozitif ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 5). Verim öğeleri ile güçlü ilişkisi bulunan bu parametrelerin speed breeding koşullarında verime dayalı seleksiyonda kullanılabileceğini göstermektedir. Watson ve ark. (2018), çiçeklenme süresi ile bitki boyu arasında ve bayrak yaprak alanı ile başak uzunluğu arasında pozitif ve güçlü ilişki belirlerken, bitki boyu ile bayrak yaprak alanı arasında zayıf bir ilişki saptamışlardır. Özkan ve ark. (2022) erkencilik ve bitki boyunun verim öğeleri ile güçlü ilişki oluşturması bu özelliklerin hızlı ıslah koşullarında geliştirilecek genotiplerin erken generasyonlarında seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kontrollü koşullar altında yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile arazi şartlarında elde edilen sonuçlar arasında benzerlik olduğunu bildiren birçok çalışma da mevcuttur (Maphosa ve ark., 2014; Telfer ve ark., 2018; Özkan ve ark., 2019; Bayhan ve ark., 2020).

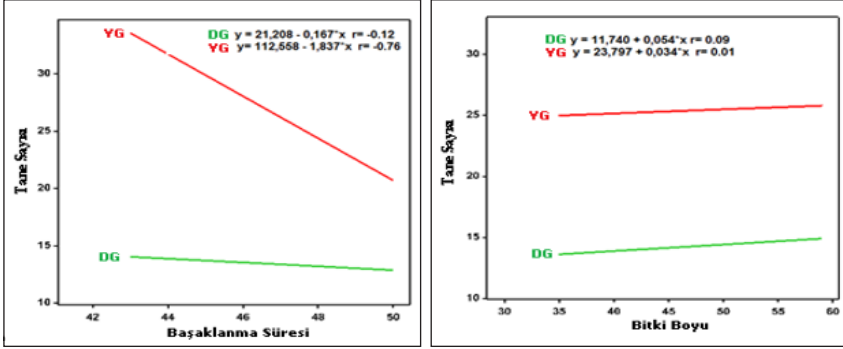
Çizelge 4. Ekmeklik buğdayda incelenen özelliklere ait korelasyon ilişkisi**Table 4.** Correlation values between traits in bread wheat

<i>T. aestivum L.</i>	Başaklanma Süresi (gün)	Bitki Boyu (cm)	Başak Uzunluğu (cm)	Başakta Başakçık Sayısı (adet)	Başakta Tane Sayısı (adet)
Bitki Boyu (cm)	0.62				
Başak Uzunluğu (cm)	0.567	0.47			
Başakta Başakçık Sayısı (adet)	0.544	0.411	0.989**		
Başakta Tane Sayısı (adet)	0.865**	0.867**	0.729*	0.701	
Başakta Tane Ağırlığı (g)	0.764*	0.926**	0.482	0.416	0.891**

Çizelge 5. Makarnalık buğdayda incelenen özelliklere ait korelasyon ilişkisi**Table 5.** Correlation values between traits in durum wheat

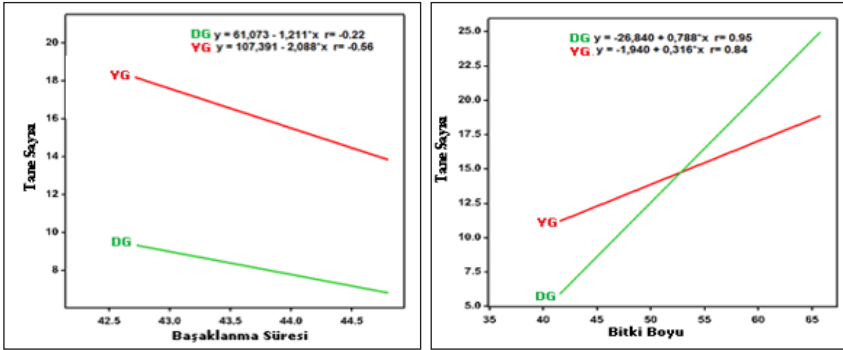
<i>T. durum L.</i>	Başaklanma Süresi (gün)	Bitki Boyu (cm)	Başak Uzunluğu (cm)	Başakta Başakçık Sayısı (adet)	Başakta Tane Sayısı (adet)
Bitki Boyu (cm)	-0.090				
Başak Uzunluğu (cm)	-0.276	0.780*			
Başakta Başakçık Sayısı (adet)	-0.516	0.816*	0.899**		
Başakta Tane Sayısı (adet)	0.214	0.918**	0.709*	0.660	
Başakta Tane Ağırlığı (g)	0.511	0.697*	0.473	0.371	0.911**

İncelenen özelliklerden başaklanma süresi – başakta tane sayısı ve bitki boyu - başakta tane sayısına ait regresyon analiz sonuçları sırası ile Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir. Hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayın her iki uygulamada da tane sayısının bitki boyuna bağlı olarak doğrusal bir artış içerisinde olduğu; tane sayısının başaklanma süresine bağlı olarak doğrusal bir azalış içerisinde olduğu Şekil 4 ve Şekil 5'ten izlenebilmektedir.



Şekil 4. Ekmeklik buğdayda başaklanma süresi ile tane sayısı ve bitki boyu ile tane sayısı arasında regresyon ilişkisi

Figure 4. Regression relationship between heading time – number of seeds per spike and plant height – number of seeds per spike in bread wheat



Şekil 5. Makarnalık buğdayda başaklanma süresi ile tane sayısı ve bitki boyu ile tane sayısı arasında regresyon ilişkisi

Figure 5. Regression relationship between heading time – number of seeds per spike and plant height – number of seeds per spike in durum wheat

3.2. ÇİMLENDİRME TESTİ

Hızlı ıslahta düşük ve yüksek girdide elde edilen tohumların çimlenme oranlarına dormansi kırma etkisini belirlemek için çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir. Dormansi kırma işlemi hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda çimlenme oranını ciddi oranda artırmıştır. +4 °C uygulaması, normal çimlendirme şartlarına kıyasla ekmeklik buğdayda %73; makarnalık buğdayda ise %22.5 oranında artış sağlamıştır. Ayrıca hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda düşük girdili

uygulama koşullarında elde edilen tohumlarda, yüksek girdili uygulamaya kıyasla çimlenme oranı yüksek çıkmıştır (Çizelge 6). Daha önce yapılan benzer çalışmalarda Ghosh ve ark. (2018), makarnalık buğdayda çimlenme oranını 97.5 ± 0.0 olarak saptarken, ekmeleklik buğdayda ise çimlenme oranını 100 ± 0.0 olarak bildirmişlerdir. Özkan ve ark. (2022) hızlı ıslah metodunda elde edilen tohumlara, dormansi kırma metodu ($+4$ °C'de bekletme) uygulaması ile normal çimlendirme şartlarına kıyasla genotiplerin çimlenme oranında % 10.01 artış yaptığını bildirmişlerdir. Akdağ (2019), ekmeleklik buğday genotiplerinde Tekin çeşidinde çimlenme oranını %89.33 ve Adana-99 çeşidinde %99.33 olarak saptamıştır. Jähne ve ark., (2020) hızlı ıslah koşullarında 56 günde hasat ettikleri soya fasülyesi tohumlarına giberellin uygulaması yapmışlar. Uygulamadan sonra çimlendirmeye bırakılan tohumlarda kontrole kıyasla çimlenme oranında %7 artış elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 6. Çimlenme testine ait değerler (%)

Table 6. Values of germination test (%)

	Uygulama	Yüksek Girdi Çimlenme Oranı (%)	Düşük Girdi Çimlenme Oranı (%)	Ortalama (%)
Yitpi (<i>T. aestivum</i> L.)	+4 °C uygulama	61.8	75	68.4 _a
	22 °C uygulama	31.8	47.1	39.5 _b
	Ortalama	46.8 _b	61.1 _a	53.9
Svevo (<i>T. durum</i> L.)	+4 °C uygulama	88	97	92.5 _a
	22 °C uygulama	72	79	75.5 _b
	Ortalama	80	88	84

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada hızlı ıslah koşullarında her iki buğday türünde de başarılı bir şekilde bitkinin vejetasyon süresi kısaltılmış ve tohum alınmıştır. Bitkide fertil kardeş sayısı, bitki boyu, başakta tane sayısı ve tane ağırlığı özellikleri bakımından iki uygulama arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın sonucu, uygulanan gübre dozundan ziyade gübreleme sıklığının bitki gelişimi açısından önemli olduğunu göstermiştir. Bitkilere uygulanan kademeli su kısıtlılığı bitkiyi su stresine sokarak generatif sürenin kısalmasına sebep olmuştur. Ayrıca bitkide erkenciliğin ve uzun boyluluğun verim öğeleri açısından büyük avantaj sağladığı belirlenmiştir. Hızlı ıslah koşullarında uygulanacak gübreleme programında gübreleme işleminin, bitkinin iki yapraklı döneminden başlayarak başaklanma dönemine kadar devam etmesi gerektiği belirlenmiştir. Hızlı ıslah şartlarında bitkiye uygulanan kademeli su kısıtlılığı, tarla kapasitesinde su uygulanan koşullara kıyasla bitkinin vejetasyon sü-

resini oldukça kısaltmıştır. Kısıtlı sulama ve ön dormansi kırma işlemi tohumların çimlenme oranını ciddi oranda artırmıştır. Tarla koşullarında ilerleme kaydedilen generasyon sayısının yaklaşık üç katı kadarını hızlı ıslah koşullarında elde etmek mümkündür.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: MB (%50), RÖ (%25), CA (%25)

Veri Toplanması: MB (%40), LY (%30), RÖ (%30)

Veri Analizi: MB (%70), ÖA (%30)

Makalenin Yazımı: MB (%70), RÖ (%30)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: RÖ (%70), MB (%30)

KAYNAKLAR

- Able, J., Atienza, S., 2014. Durum wheat for the future: challenges, research and prospects in the 21st century. *Crop Pasture Sci.* 2014: 65. doi: https://doi.org/10.1071/CPv65.n1_FO.
- Akdağ, H., 2019. Hızlı ıslah yöntemiyle buğdayda haritalama popülasyonu ve geriye melez döllerin yetiştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 51s, Karaman.
- Akash, G.S., 2020. Speed breeding : to feed the boosting populations of the world. *Genetics and Plant Breeding.* 02543/19-20.
- Alahmad, S., Dinglasan, E., Leung, K., Riaz, A., Derbal, N., Voss-Fels, K., Able, J., Bassi, F., Christopher, J., Hickey, L., 2018. Speed breeding for multiple quantitative traits in durum wheat. *Plant Methods*, 2018: 14-36. doi: 10.1186/s13007-018-0302-y.
- Bayhan, M., Ozkan, R., Ozberk I., 2020. Physiological, morphological, phenological and yield evaluation of durum wheat lines under rainfed conditions. *International Journal of Scientific and Technological Research.* 6(4):31-43. doi: 10.7176/IJSTR/6-04-05.
- Ghosh, S., Watson, A., Gonzalez-Navarro, O., Ramirez-Gonzalez, R., Yanes, L., Mendoza-Suárez, M., Simmonds, J., Wells, R., Rayner, T., Green, P., Hafeez, A., Hayta, S., Melton, R., Steed, A., Sarkar, A., Carter, J., Perkins, L., Lord, J., Tester, M., Hickey, L., 2018. Speed breeding in growth chambers and glasshouses for crop breeding and model plant research. *Nature Protocols*, 13, 2944-2963. doi: 10.1038/s41596-018-0072-z.
- Habash, D.Z., Baudo, M., Hindle, M., Powers, S.J., Defoin-Platel, M., Mitchell, R., Saqi, M., Rawlings, C., Latiri, K., Araus, J.L., Abdulkader, A., Tuberosa, R., Lawlor, D.W., Nachit, M.M., 2014. Systems responses to progressive water stress in durum wheat. *PLoS ONE*, 9(9): e108431. doi: 10.1371/journal.pone.0108431.
- Harmankaya, M., Ozcan, M.M., Gezgin, S., 2012. Variation of heavy metal and micro and macro element concentrations of bread and durum wheats and their relationship in grain of Turkish wheat cultivars. *Environ Monit Assess*, 184:5511-5521. doi: 10.1007/s10661-011-23573.

- Hickey, L.T., Germán, S.E., Pereyra, S.A., Diaz, J.E., Ziem, L.A., Fowler, R.A., Platz, G.J., Franckowiak, J.D., Dieters, M.J., 2017. Speed breeding for multiple disease resistance in barley. *Euphytica*, 213:64. doi: 10.1007/s10681-016-1803-2.
- Jähne, F., Hahn, V., Würschum, T., Leiser, W.L., 2020. Speed breeding short-day crops by LED-controlled light schemes. *Theor Appl Genet*, 133:2335-2342. doi: 10.1007/s00122-020-03601-4
- Maphosa, L., Collins, N.C., Taylor, J., Mather, D.E., 2014. Post-anthesis heat and a Gpc-B1 introgression have similar but non-additive effects in bread wheat. *Functional Plant Biology*, 41, 1002-1008.
- Mondal, S., Rutkoski, J.E., Velu, G., Singh, P.K., Crespo-Herrera, L.A., Guzmán, C., Bhavani, S., Lan, C., He, X., Singh, R.P., 2016. Harnessing diversity in wheat to enhance grain yield, climate resilience, disease and insect pest resistance and nutrition through conventional and modern breeding approaches. *Front Plant Science*, 7:991. doi: 10.3389/fpls.2016.00991.
- Nagatoshi Y, Fujita Y (2018) Accelerating soybean breeding in a CO₂-supplemented growth chamber. *Plant Cell Physiol* 60:77-84. doi: 10.1093/pcp/pcy189
- Özkan, R., Bayhan, M., Akıncı, C., Yıldırım, M., Albayrak Ö. 2019. Diyarbakır koşullarında ileri kademe makarnalık buğday hatlarının bazı agronomik özelliklerinin değerlendirilmesi. ISPEC Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Kongresi, 763-768s, 10-12 Haziran 2019, Siirt.
- Özkan, R., Bayhan, M., Yıldırım, M. ve Akıncı, C. (2022). Makarnalık Buğdayda (Triticum durum L.) Generasyon Süresinin Kısaltılmasında Hızlı Islah Tekniğinin Uygulanabilirliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (2) , 292-298. doi: 10.19113/sdufenbed.1065647
- Payne, R.W., D.A. Murray, S.A. Harding, D.B. Baird, and D.M. Soutar. 2009. *GenStat for Windows (12th Edition) Introduction*. VSN International, Hemel Hempstead.
- SAS institute Inc RRID:SCR_014242 JMP 13 Pro 2016. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Available online: <http://www.jmp.com> (accessed on 22 December 2021)
- Stuknyte, M., Cattaneo, S., Pagani, M.A., Marti, A., Micard, V., Hogenboom, J., De Noni, I., 2014. Spaghetti from durum wheat: effect of drying conditions on heat damage, ultrastructure and in vitro digestibility. *Food Chem*, 149:40-46. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.10.071.
- Sysoeva, M.I., Markovskaya, E.F., Shibaeva, T.G., 2010. Plants under continuous light: a review. *Plant Stress* 4, 5-17.
- Telfer, P., Edwards, J., Bennett, D., Ganesalingam, D., Able, J., Kuchel, H., 2018. A field and controlled environment evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) adaptation to heat stress. *Field Crops Research*, 229, 55-65.
- Watson, A., Ghosh, S., Williams, M.J., Cuddy, W.S., Simmonds, J., Rey, M. D., Hatta, M.A.Md., Hinchliffe, A., Steed, A., Reynolds, D., Adamski, N.M., Breakspear, A. Korolev, A., Rayner, T., Dixon, L.E., Riaz, A., Martin, W., Ryan, M., Edwards, D., Batley, J., Raman, H., Carter, J., Rogers, C., Domoney, C., Moore, G., Harwood, W., Nicholson, P., Dieters, M.J., DeLacy, I.H., Zhou, J., Uauy, C., Boden, S.A., Park, R.F., Wulff, B.B.H., Hickey, L.T., 2018. Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. *Nature Plants*, 4(1), 23.



Kahramanmaraş İlinde Elma İçkurdu *Cydia Pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya Karşı Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Uygulanması

Application of the Mating Disruption Technique
Against Codling Moth *Cydia pomonella* (L.)
(Lepidoptera: Tortricidae) in Kahramanmaraş Province

Gülser CANDAN¹, Mahmut Murat ASLAN²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş
• gulsercandan85@gmail.com • ORCID > 0000-0001-6196-3108

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş
• aslan@ksu.edu.tr • ORCID > 0000-0002-4586-1301

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 02 Şubat/ February 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 28 Mart/ March 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 557-570

Atıf/Cite as: Candan, G., Aslan, M.M. "Kahramanmaraş İlinde Elma İçkurdu *Cydia Pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya Karşı Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Uygulanması" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(3), Ekim 2022: 557-570.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mahmut Murat ASLAN

Yazar Notu / Author Note: Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen birinci yazara ait 'Elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya Karşı çiftleşmeyi engelleme Tekniğinin Uygulanması' isimli Yüksek Lisans Tez Çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir.

* 18. Uluslararası Katılımlı Bitki Koruma Kongresi (Özet Bildiri/Poster), Bolu, 24-28 Ağustos 2021

KAHRAMANMARAŞ İLİNDE ELMA İÇKURDU, *CYDIA POMONELLA* (L.) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)'YA KARŞI ÇİFTLEŞMEYİ ENGELLEME TEKNİĞİNİN UYGULANMASI

ÖZ:

Bu çalışma, 2018-2019 yıllarında Elma içkurdu, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya karşı çiftleşmeyi engelleme (ÇE) metodu uygulamasında, Isomate-C Plus feromon yayıcıları kullanılmıştır. Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesinde 10 da'lık Braeburn, Red Gala, Red Fuji, Mondial Gala, Red Chief, Galaxy Gala, Golden Smith ve Golden B elma çeşitlerinde yürütülmüştür. Kontrol alanı (KA) olarak ise Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesine bağlı Tekir mahallesinde 15 da'lık Granny Smith, Golden ve Starking çeşitlerinde yürütülmüştür. Çiftleşmeyi engelleme alanında 2018 yılında toplam ergin *C. pomonella* sayısı 37 olurken, bulaşıklık oranı % 9.07 olmuştur. Elma içkurdu'nun 1. ve 2. dölüne karşı 2 kez *Bacillus thuringiensis kurstaki* uygulanmıştır. Çiftleşmeyi engelleme alanında kullanılan Isomate-C Plus feromon yayıcının hasat sonuna kadar salım oranı ise % 12.34 olmuştur. Kontrol alanında ise toplam ergin *C. pomonella* sayısı 1.136 olurken, bulaşıklık oranı % 43.69 olmuştur. Üretici tarafından KA'nda *C. pomonella*'ya karşı 6 kez insektisit uygulanmıştır. Aynı şekilde ÇE alanında 2019 yılında da toplam *C. pomonella* ergin sayısı 18 olurken, bulaşıklık oranı % 8.38 olmuştur. Elma içkurdu'nun 1., 2. ve 3. dölüne karşı 3 kez *Bacillus thuringiensis kurstaki* uygulanmıştır. Çiftleşmeyi engelleme alanında kullanılan Isomate-C Plus feromon yayıcının hasat sonuna kadar salınım oranı ise % 10.95 olmuştur. Kontrol alanında ise toplam ergin *C. pomonella* sayısı 1.256 olurken bulaşıklık oranı % 38.93 olmuştur. Üretici tarafından KA'nda *C. pomonella*'ya karşı 6 kez insektisit uygulanmıştır. Çalışma sonucunda Çiftleşmeyi engelleme tekniğinin *C. pomonella*'ya karşı kullanılabilceği bulaşıklık oranı ekonomik zarar eşiği olan % 5 üzerine çıktığında *Bacillus thuringiensis kurstaki* gibi biyolojik bir insektisitle desteklenmelidir.

Anahtar Kelimeler: *Cydia Pomonella*, Çiftleşmeyi Engelleme, Isomate-C Plus, Bulaşıklık Oranı, Kahramanmaraş/Türkiye.



APPLICATION OF THE MATING DISRUPTION TECHNIQUE AGAINST CODLING MOTH *CYDIA POMONELLA* (L.) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) IN KAHRAMANMARAŞ PROVINCE

ABSTRACT:

In this study, Isomate-C Plus pheromone dispensers were used in the application of the mating disruption method (MD) against codling moth *Cydia pomonella*.

nella (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in 2018-2019. The study was carried out on ten acres of Braeburn, Red Gala, Red Fuji, Mondial Gala, Red Chief, Galaxy Gala, Golden Smith, and Golden B apple cultivars in the Onikisubat district Kahramanmaraş province. As the control area disruption technique (MD), Isomate-C Plus pheromone dispensers, between April and October, against Apple borer (CA), the 15 da Granny Smith, Golden, and Starking studies were carried out in Tekir, which is connected to the Onikisubat district of Kahramanmaraş province. In 2018, the total number of adult *C. pomonella* in the field of MD was 37, while the infestation rate was 9.07%. Against the 1st and 2nd generations of *C. pomonella*, two times *Bacillus thuringiensis kurstaki* were used with mating disruption treatment. The release rate of Isomate-C Plus pheromone dispensers used in the MD field until the harvest was 12.34%. In CA, the total number of adult *C. pomonella* was 1.136, while the infestation rate was 43.69%. Insecticide was applied six times against *C. pomonella* in CA by the producer. Likewise, in the MD field, the total number of adult *C. pomonella* was 18 in 2019, while the infestation rate was 8.38%. Against the 1st, 2nd, and 3rd generations of *C. pomonella* 3 times, *Bacillus thuringiensis kurstaki* used mating disruption treatment. The release rate of the Isomate-C Plus pheromone emitter used in the MD field until the end of the harvest was 10.95%. In CA, the total number of adult *C. pomonella* was 1.256, while the infestation rate was 38.93%. Insecticide was applied six times against *C. pomonella* in CA by the producer. As a result of the study, the mating disruption technique can be used against *C. pomonella*, unless a biological insecticide should support it as *Bacillus thuringiensis kurstaki* as the infestation rate exceeds the economic threshold levels (5%).

Keywords: *Cydia Pomonella*, Mating Disruption, Isomate-C Plus, Infestation Rate, Kahramanmaraş/Turkey.



1. GİRİŞ

Elma (*Malus communis* L.) pek çok bölgeye en kolay adapte olabilen bir meyve türü olmanın yanında, dünya üzerinde 6.000 çeşidinin bulunduğu, Türkiye'de ise 450-500 çeşidinin olduğu bilinmektedir (Özbek, 1978). Elma yaklaşık 25 çeşidinin ekonomik olarak yetiştiriciliğinin yapılması ile Türkiye'de önemli bir yere sahiptir. Aynı zaman da taze sofralık olarak tüketilmesi ile birlikte püre, cips, sirke, çay, reçel, marmelat, tıbbi bitki ve meyve suyu olarak da kullanılmaktadır (Ekşi ve Akdağ, 2005). Elmanın kullanım alanının geniş olması, içeriğindeki vitamin, antioksidan ve hastalıklara karşı koruyucu olması nedeniyle önemli bir yere sahiptir.

Dünyada 5.293.340 hektar alanda elma yetiştirilmekte olup, elma üretim miktarı ise 89.3 milyon tondur. Elma üretiminin ilk sırasında 44.4 milyon ton ile Çin, ikinci sırada 12.5 milyon ton ile AB, üçüncü sırada 4.6 milyon ton ile ABD, dör-

düncü sırada 2.9 milyon ton ile Türkiye, beşinci sırada ise 2.8 milyon ton ile Hindistan takip etmektedir (FAO, 2016). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan Golden, Starking, Amasya, Granny Smith ve diğer elma çeşitlerinden toplamda 1.681.388 dekar alanda 3.618.752 ton elma üretilirken, Kahramanmaraş ilinde aynı çeşitlerden toplam 56.846 dekar alanda 83.481 ton elma üretimi gerçekleşmiştir. Bu çeşitlerden Türkiye’de ve Kahramanmaraş ilinde en fazla Starking elma çeşidi yetiştirilmektedir (TÜİK, 2019). Elma üretiminde, birçok zararlı ve hastalık etmeni etkili olmakta ve bunlar ile mücadele ayrıca önem kazanmaktadır. Elma zararlıları olarak Elma içkurdu (*Cydia pomonella* (L.)), Elma gövde kurdu (*Synanthedon myopaeformis* (Borkhausen, 1789)), Elma ağkurdu (*Yponomeuta malinellus* (Zeller, 1838)), Elma pamuklubiti (*Eriosoma lanigerum* (Hausmann)) ve Yaprak bitleri (*Aphis* spp.), Akarlar (*Tetranychus* spp.)’dan bahsedilebilirken, Elma karalekesi (*Venturia inaequalis* (Cooke)) ve Elma küllemesi (*Podosphaera eucotricha* (Ell.&Ev.)) elmada görülen önemli hastalıklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Yiğit ve Uygun (1982), 1978 ve 1979 yıllarında Adana, İçel ve Kahramanmaraş illerindeki elma bahçesinde zararlı ve yararlı faunası ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada; 6 takıma ait 42 familyaya bağlı 132 tür fitofag; 7 takıma ait 21 familyaya bağlı 67 entomofag tür olmak üzere toplam 9 takıma ait 59 familyaya bağlı 199 tür tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Elma bahçelerinde ana zararlı ve ekonomik kayıplara neden olan Elma içkurdu, *C. pomonella* elmanın en önemli zararlısıdır. Meyve de zarar yapan larvalar, meyveleri delerek iç kısımlarında galeriler açmakta, etli kısmını ve çekirdek evini yiyerek pisliklerini bırakmaktadırlar. Mücadelesi yapılmayan bahçelerdeki zararı % 60 hatta % 100’e kadar çıkabilmektedir. Bu zararlı iklim şartlarına bağlı olarak yılda 2-4 döl vermektedir (Hepdurgun ve ark., 1999; Trematerra ve ark., 2004; Kutinkova ve ark., 2009).

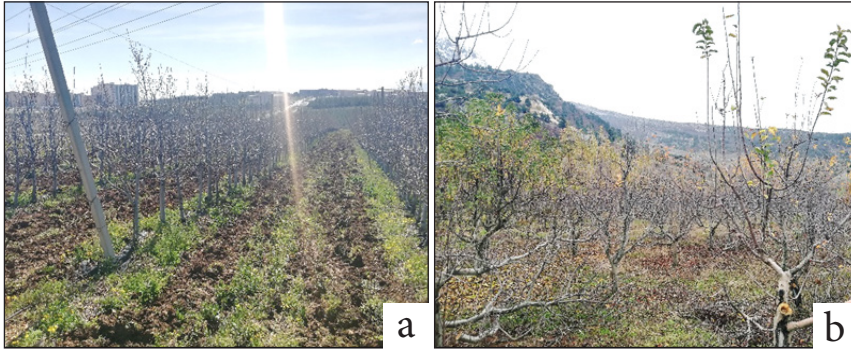
Elma içkurdu ile yapılan mücadele de özellikle Türkiye’de ve Dünya’da kimyasal mücadele uygulamaları yapılırken, son zamanlarda alternatif bir yöntem olan çiftleşmeyi engelleme metodu uygulanmaya başlanmıştır. Avcı ve ark. (1999), yürüttükleri çalışmada 1996-1997 yıllarında elma bahçesindeki *C. pomonella* zararına karşı 3 farklı bahçede yaptıkları çalışma da Codlemone içeren yayıcılar kullanarak çiftleşmeyi engelleme yöntemini uygulamışlardır. Bu uygulamanın etki oranının 1996 yılında % 57.5, 1997 yılında ise % 52.8 olarak belirlemişler ve tek başına mücadele yöntemlerinin yeterli olmadığını entegre mücadele ile organik tarım yapılan bahçelerde bazı ilave tedbirler alınarak daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca elmalarda çok sayıda ilaçlama sonucu yüksek seviyelerde pestisit kalıntısı olduğunu (Mladenova ve Shtereva, 2009; Chen ve ark., 2011; Pirsahab ve ark., 2017) ve elma tüketimi sonucu insanlarda sağlık sorunları riskinin olacağını bildirmişlerdir (Łozowicka, 2016; Yu ve ark., 2017; Jardim ve ark., 2018). Kehat ve ark., (1995). Kimyasal mücadeleye alternatif olarak, İsrail’de yürüttükleri çalışmada *C. pomonella*’ya karşı çiftleşme engelleme metodu uygulaması için iki tür

dağıtıcı kullanarak elma ve armut bahçelerindeki *C. pomonella*'nın popülasyonunu düşürdüğünü, bu uygulamanın Elma içkurdu popülasyonunu kontrol edilebileceğini tespit etmişlerdir.

Bu çalışma, Kahramanmaraş ilinde yetiştirilen elma çeşitleri, gerek ithalatta ve gerekse depolama uygunluğu açısından önemli bir yer tutmaktadır. Kahramanmaraş ilinde bulunan elma alanlarında verim ve kalite artışının sağlanması, birim alandan alınan verimin artması, üreticinin daha fazla kâr etmesi, bilinçsiz bir şekilde yapılan kimyasal ilaçlama sayısının azaltılması, insektisit uygulamalarının doğru zamanda yapılarak, insan sağlığı ve çevreye verilen zararı azaltmak amacıyla Elma içkurdu, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'na karşı mücadelede çiftleşme engelleme uygulamasının etkinliği belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

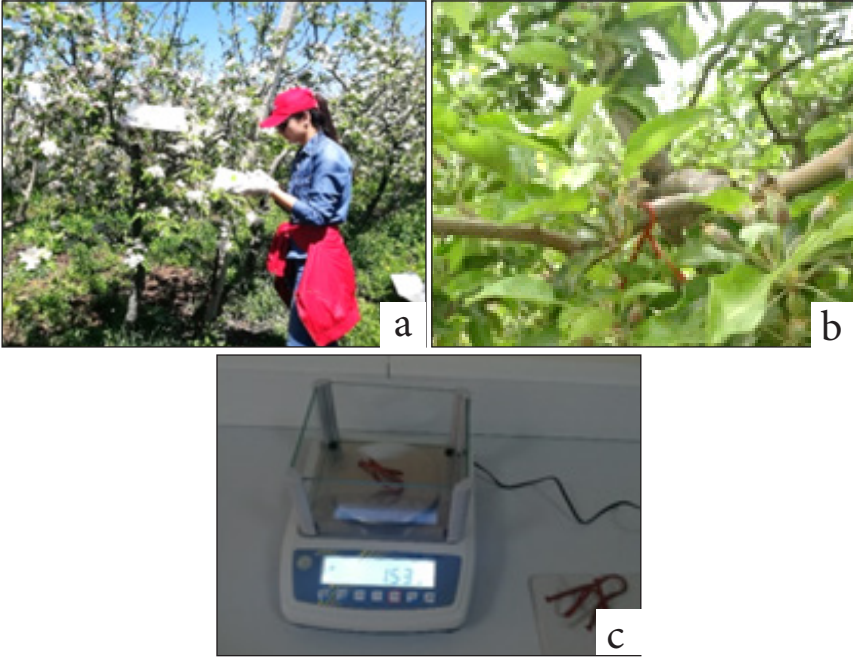
Çalışmalar; Kahramanmaraş Onikişubat ilçesinde çiftleşmeyi engelleme (ÇE) alanı 10 dekar olup Braeburn, Red Gala, Red Fuji, Mondial Gala, Red Chief, Galaxy Gala, Golden Smith ve Golden B çeşitlerinden kurulu elma bahçesi ve kontrol alanı olarak da 52 km uzaklıktaki Kahramanmaraş'ın Tekir mahallesindeki kontrol alanı (KA) ise 15 dekar olup Granny Smith, Golden ve Starking çeşitlerinden kurulu elma bahçesi seçilmiştir (Şekil 1.a.b).



Şekil 1. Kahramanmaraş Onikişubat ilçesinde kurulan çiftleşmeyi engelleme alanı (a) ve Kahramanmaraş Onikişubat ilçesine bağlı Tekir mahallesinde kurulan kontrol alanı (b)

Figure 1. Mating Disruption area established in Kahramanmaras/Onikisubat district (a) and control area established in Tekir of Kahramanmaras/Onikisubat district (b)

Çalışmanın yapıldığı 2018-2019 yıllarında 1 Ocak'tan itibaren günlük maksimum sıcaklık toplamı 100 gün dereceye ulaştığında (Nisan'ın 1. ve 2. haftası) çiftleşmeyi engelleme alanına 3 adet delta tipi tuzak, kontrol alanına ise 2 adet delta tipi tuzak toplamda ise 5 adet tuzak yerden 1-1.5 metre yükseklikte sıra aralarının ortasına gelecek şekilde elma ağacı dallarına asılmıştır (Şekil 2.a). Delta tipi tuzakların kapsülleri 5-6 haftada bir, yapışkan tablaları ise çok sayıda ergin *C. pomonella* yakalandığında değiştirilmiştir. Tuzaklar yerleştirildikten sonra hafta da 2-3 gün delta tuzaklar kontrol edilmiş, ilk ergin yakalanışıyla birlikte haftada 1 gün periyodik olarak hasat sonuna kadar kontroller devam etmiş ve *C. pomonella* ergin sayıları not edilerek yapışkan kağıttan spatula yardımıyla temizlenmiştir. Tuzaklarda yakalanan ilk ergin *C. pomonella*'dan sonra ÇE alanına Isomate-C Plus yayıcılarını dekara 100 adet olacak şekilde birer sıra boş bırakılarak ve köşedeki ağaçların dört yönüne (kuzey-güney-doğu-batı) 4 adet olacak şekilde toplamda 1.020 adet asılmıştır (Şekil 2.b). Isomate-C Plus yayıcıları asılmadan önce 4 adet feromon çubuk hassas terazi yardımıyla tartularak ortalama ağırlıkları haftalık olarak not edilmiştir (Şekil 2.c). Isomate-C Plus yayıcılarının üretici firma Shin-Etsu tarafından etki süresinin 120-140 gün olarak bildirildiği için sezon boyunca bir kez kullanılmıştır.



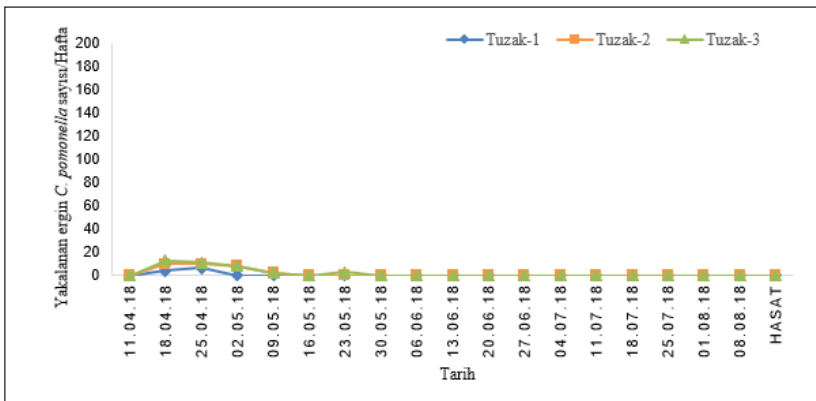
Şekil 2. Delta tipi tuzaklar (a), Isomate-C Plus yayıcı feromon çubukların asılması (b) ve Isomate-C Plus feromon çubuklarının hassas terazide tartılması (c)

Figure 2. Delta type traps (a), hanging Isomate-C Plus emitting pheromone stick (b) and weighing Isomate-C Plus pheromone stick on a precision balance (c)

Çiftleşmeyi engelleme alanında, 2018 yılında *C. pomonella* için bakteriyel preparat olarak 2 kez *Bacillus thuringiensis kurstaki* ve Septoria hastalığı için 2 kez fungusit uygulanmıştır. Kontrol alanında ise *C. pomonella* için 6 kez insektisit, Kırmızı örümcek için 4 kez akarisit, Karaleke hastalığı için 6 kez fungusit uygulanmıştır. Çiftleşmeyi engelleme alanında, 2019 yılında ise *C. pomonella* için bakteriyel preparat olarak 3 kez *Bacillus thuringiensis kurstaki* ve Septoria hastalığı için 2 kez fungusit kullanılmıştır. Kontrol alanında ise *C. pomonella* için 6 kez insektisit, Kırmızı örümcek için 4 kez akarisit, Karaleke hastalığı için 6 kez fungusit uygulanmıştır.

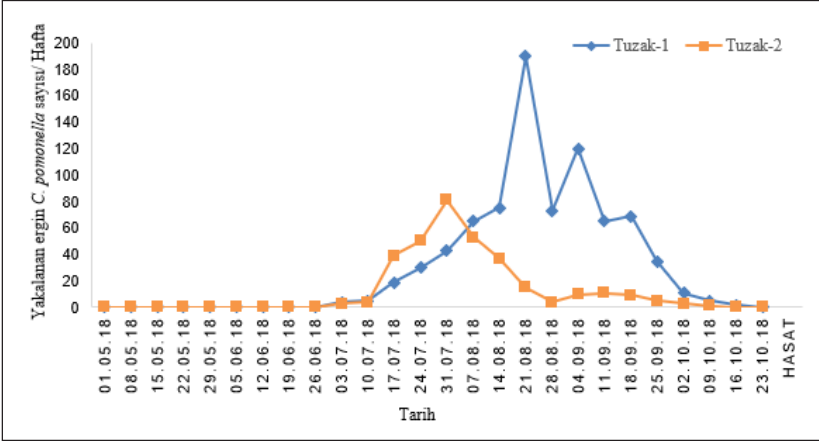
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çiftleşmeyi engelleme (ÇE) alanında, 4 Nisan 2018 tarihinde asılan delta tipi tuzaklarda, 18 Nisan tarihinde 13 ergin *C. pomonella* yakalanmış ve bu tarihte Isomate-C Plus feromon yayıcıları asılmıştır. Isomate-C Plus yayıcıları asıldıktan sonra 30 Mayıs tarihinde *C. pomonella* ergin sayısı 0'a düşmüştür. Çiftleşmeyi engelleme alanında hasat olana kadar toplamda 37 ergin *C. pomonella* yakalanmış ve yakalanan ergin *C. pomonella*'nın 1. döl ergin uçuşuna denk geldiği gözlemlenmiştir (Şekil 3). Çiftleşmeyi engelleme alanına asılan Isomate-C Plus feromon yayıcılarının etkisiyle hasat olana kadar tuzaklarda yakalanan ergin sayısının çok düşük ya da hiç yakalanmadığı görülmüştür. Aynı yıl içinde KÂ'na 24 Nisan tarihinde Delta tipi tuzaklar asılmış ve 3 Temmuz tarihinde tuzaklarda toplam 7 ergin *C. pomonella* yakalanmıştır. Kontrol alanında hasat olana kadar toplamda 1.136 ergin *C. pomonella* yakalanmış ve yakalanan ergin *C. pomonella*'nın 1. döl ergin uçuşu 31 Temmuz, 2. döl ergin uçuşu 21 Ağustos, 3. döl ergin uçuşu ise 4 Eylül tarihinde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4). Kontrol alanında hasat olana kadar *C. pomonella* ergin uçuşlarının devam ettiği 23 Eylül tarihinde ise *C. pomonella* ergin sayısı 0'a düşmüştür.



Şekil 3. Çiftleşmeyi engelleme alanında (Isomate-C Plus+Bacillus thuringiensis kurstaki) 2018 yılındaki delta tipi tuzaklarda yakalanan ergin *Cydia pomonella* sayısı

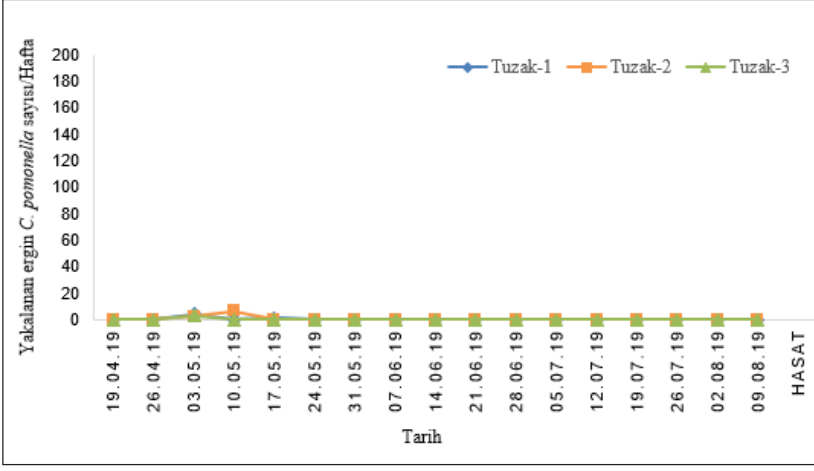
Figure 3. Number of adult *Cydia pomonella* caught in delta type traps in the mating disruption area (Isomate-C Plus+ *Bacillus thuringiensis* kurstaki)



Şekil 4. Kontrol alanında 2018 yılındaki delta tipi tuzaklarda yakalanan ergin *Cydia pomonella* sayısı

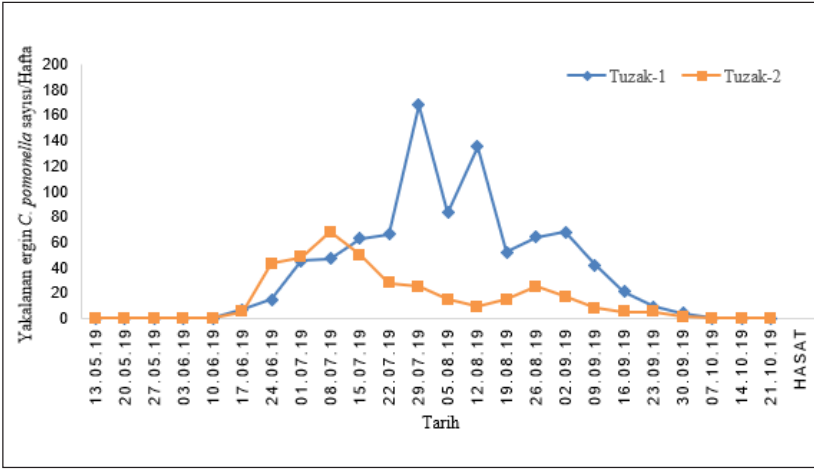
Figure 4. Number of adult *Cydia pomonella* caught in delta type traps in the control area in 2018

Çiftleşmeyi engelleme alanında, 12 Nisan 2019 tarihinde asılan delta tipi tuzaklarda, 3 Mayıs tarihinde 11 ergin *C. pomonella* yakalanmış ve bu tarihte Isomate-C Plus feromon yayıcıları asılmıştır. Isomate-C Plus yayıcıları asıldıktan sonra 24 Mayıs tarihinde *C. pomonella* ergin sayısı 0'a düşmüştür. Çiftleşmeyi engelleme alanında hasat olana kadar toplamda 18 ergin *C. pomonella* yakalanmış ve yakalanan ergin *C. pomonella*'nın 1. döl ergin uçuşuna denk geldiği tespit edilmiştir (Şekil 5). Çiftleşmeyi engelleme alanına asılan Isomate-C Plus feromon yayıcılarının etkisiyle hasat olana kadar tuzaklarda yakalanan ergin sayısının çok düşük ya da hiç yakalanmadığı aynı zamanda 2018 yılına göre daha az ergin sayısı olduğu görülmüştür. Aynı yıl içinde KA'na 6 Mayıs tarihinde Delta tipi tuzaklar asılmış ve 17 Haziran tarihinde tuzaklarda toplam 12 ergin *C. pomonella* yakalanmıştır. Kontrol alanında hasat olana kadar toplamda 1.256 ergin *C. pomonella* yakalanmış ve yakalanan ergin *C. pomonella*'nın 1. döl ergin uçuşu 8 Temmuz, 2. döl ergin uçuşu 29 Temmuz, 3. döl ergin uçuşu ise 2 Eylül tarihinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6). Kontrol alanında hasat olana kadar *C. pomonella* ergin uçuşlarının devam ettiği 7 Eylül tarihinde ise *C. pomonella* ergin sayısı 0'a düşmüştür. *C. pomonella*'nın ergin çıkış zamanının ÇE ve KA'larında farklı olmasının sebebinin elma yetiştiriciliği yapılan yerin iklimsel özelliklerinden kaynaklandığı belirlenmiştir.



Şekil 5. Çiftleşmeyi engelleme alanında (Isomate-C Plus+Bacillus thuringiensis kurstaki) 2019 yılındaki delta tipi tuzaklarda yakalanan ergin *Cydia pomonella* sayısı

Figure 5. Number of adult *Cydia pomonella* caught in delta type traps in mating disruption area (Isomate-C Plus+Bacillus thuringiensis kurstaki)



Şekil 6. Kontrol alanında 2019 yılındaki delta tipi tuzaklarda yakalanan ergin *Cydia pomonella* sayısı

Figure 6. Number of adult *Cydia pomonella* caught in delta type traps in the control area in 2019

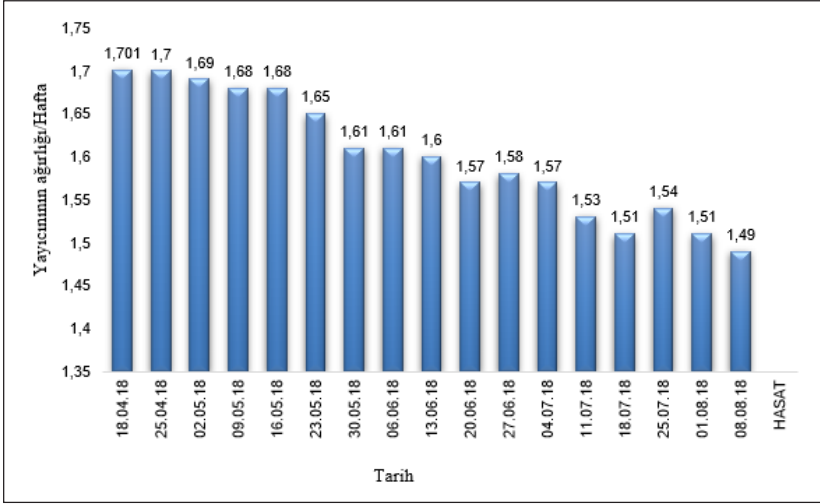
Aynı şekilde Mamay ve Yanık (2013), yaptıkları çalışmada Şanlıurfa'nın Ögütçü ve Kargılı köylerindeki birer adet elma bahçesinde zararlı *C. pomonella*'nın erginlerinin ilk olarak nisan ayının son haftası ile mayıs ayının ilk yarısında eşeyssel çekici tuzaklarda yakalandığını ve ergin popülasyonu yıl içerisinde mayıs, haziran, temmuz ve eylül olmak üzere yılda 4 tepe noktası oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Öztürk ve Acıöz, (2014), yürüttükleri çalışmada ise *C. pomonella* erginlerinin mart sonu-eylül ayı ilk yarısında uçuş yaparak 5-5.5 ay doğada aktif kaldığı ve ergin popülasyonuna göre 2012-2013 yıllarında 3 döl verdiği bildirmişlerdir. Bursada ise Eşme çeşidi ayva bahçelerinde feromon yayıcıların *C. pomonella* ile mücadelesindeki etkisinin araştırılması sonucu feromon yayıcı uygulanan alanlarda ortalama zarar görmüş meyve sayımları % 2 oranında olurken ilaçlama yapılmış alanların meyve sayımlarında yaklaşık % 20 zarar olduğunu tespit etmişlerdir (Solak, 2019). Bu çalışmada, 2018 yılında ÇE alanında meyve tutumu başladıktan sonra 100 adet elma kontrol edilmiş ve *C. pomonella*'yla bulaşık ilk elma 23 Mayıs tarihinde tespit edilmiştir. *C. pomonella*'nın 1. ve 2. dölüne karşı 2 kez bakteriyel preparat olan *Bacillus thuringiensis kurstaki* 10 Mayıs ve 12 Haziran tarihlerinde uygulanmıştır. Hasat olana kadar ÇE alanında yapılan kontrollerde 100 adet elmadaki bulaşıklık oranı % 9.07 olarak belirlenmiştir. Kontrol alanında 2018 yılında meyve tutumu başladıktan sonra 100 adet elma kontrol edilmiş ve *C. pomonella*'yla bulaşıklık 24 Temmuz tarihinde tespit edilmiştir. *C. pomonella* 1. dölüne karşı KA'na 14 Haziran tarihinde Deltamethrin 15 ml 100 Lt⁻¹ EC uygulanmıştır. Kontrol alanına *C. pomonella* 2. dölüne karşı 1 Temmuz tarihinde 2. kez Deltamethrin 15 ml 100 Lt⁻¹ EC+50 ml 100 Lt⁻¹ Pyrimethanil SC uygulanmıştır. Aynı şekilde *C. pomonella*'ya karşı Lambda-cyhalothrin 20 ml 100 Lt⁻¹ CS ilaç uygulamasını sırasıyla 18 Temmuz, 4 Ağustos, 18 Ağustos ve 3 Eylül tarihlerinde uygulanmıştır. Kontrol alanında toplamda 6 insektisit uygulaması yapılmış ve hasat olana kadar yapılan kontrollerde 100 adet elmadaki bulaşıklık oranı % 43.69 olarak belirlenmiştir. Işık (2020), Konya (Kayadibi, Yeşildere ve İkipınar köylerinde)'da yaptığı çalışmasında ceviz bahçelerinde *C. pomonella*'nın meyvelerdeki ortalama bulaşıklık oranını 2018-2019 yıllarına göre sırasıyla Kayadibi'nde % 15.3 ve % 6.3, Yeşildere'de % 11.3 ve % 9.6, İkipınar'da % 4.3 ve % 5.3 oranında olduğunu bildirmiştir.

Çiftleşmeyi engelleme alanında, 2019 yılında meyve tutumu başladıktan sonra haftalık kontrol edilen 100 adet elmada *C. pomonella*'yla bulaşıklık 5 Mayıs tarihinde tespit edilmiştir. *C. pomonella*'nın 1., 2. ve 3. dölüne karşı 3 kez bakteriyel preparat olan *Bacillus thuringiensis kurstaki* 10 Mayıs, 12 Haziran ve 1 Ağustos tarihlerinde uygulanmıştır. Hasat olana kadar ÇE alanında yapılan kontrollerde 100 adet elmadaki bulaşıklık oranı %8.38 olarak belirlenmiştir. Kontrol alanında, 2019 yılında meyve tutumu başladıktan sonra haftalık kontrol edilen 100 adet elmada *C. pomonella*'yla bulaşıklık 15 Temmuz tarihinde tespit edilmiştir. *C. pomonella* 1. dölüne karşı KA'na 11 Haziran tarihinde Deltamethrin 15 ml 100 Lt⁻¹ EC uygulanmıştır. Kontrol alanına *C. pomonella*'nın 2. dölüne karşı 14 Temmuz tarihinde

2. kez Deltamethrin 15 ml 100 Lt-1 EC+50 ml 100 Lt-1 Pyrimethanil SC uygulanmıştır. Aynı şekilde *C. pomonella*'ya karşı Lambda-cyhalothrin 20 ml 100 Lt-1 CS ilaç uygulamasını sırasıyla 18 Temmuz, 4 Ağustos, 18 Ağustos ve 3 Eylül tarihlerinde uygulanmıştır. Kontrol alanına toplamda 6 insektisit uygulaması yapılmıştır. Hasat olana kadar yapılan kontrollerde 100 adet elmadaki bulaşıklık oranı % 38.93 olarak belirlenmiştir. Avcı ve ark., (1999), yürüttükleri çalışmada 1996-1997 yıllarında elma bahçesindeki *C. pomonella* zararına karşı 3 farklı bahçede farklı mücadele yöntemlerini uygulamışlardır. 1996 yılında vuruk meyve oranı 1. alanda % 17.2, 2. alanda % 3.7 ve 3. alanda % 40.3; 1997 yılında ise vuruk meyve oranı % 28.7, 3.8 ve 62.1 olduğunu belirlemişler ve feromonun etki oranının %52.8 oranında olduğunu saptamışlardır. Öztürk ve Hazır (2020), 2012-2013 yıllarında Kahramanmaraş ilindeki ceviz bahçesinde *C. pomonella*'ya karşı çiftleşmeyi engelleme etkinliğini uygulanması sonucunda 2012 yılında çiftleşmeyi engelleme ve ilaçsız kontrol (İK) alanında vuruklu meyve oranı % 5.1-21.3, 2013 yılında ise % 4.8-20.1 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Knight ve Light (2005), yaptıkları çalışmada hektar başına 500-1000 adet Etil (E,Z)-2,4-dekadienoat (armut esteri) veya (E,E)-8,10-dodekadien-1-ol (kodlemon) içeren ISOMATE®-C PLUS dağıtıcıyı *C. pomonella*'ya karşı çiftleşmeyi engelleme tekniğini kullanarak ekonomik zarar eşiğinin geçen bahçelerde 2 kez ilaçlama yapıldığını fakat ilaçlama sonunda ekonomik zarar eşiğinin altında olmadığını belirtmişlerdir. Aynı şekilde Rigamonti ve ark., (2006), 2002-2005 yıllarında elma bahçelerinde *C. pomonella* ve *C. molesta*'ya karşı çiftleşme engelleme tekniğini uygulayarak elma bahçelerinde *C. pomonella*'nın ve *C. molesta*'nın istilasını ekonomik zarar eşiğinin altında olduğunu saptamışlardır. Ayrıca yapılan diğer bir çalışmada, Angeli ve ark., (2007), 2002-2004 yıllarında yaptıkları saha denemelerinde *C. pomonella*'ya Ecodian CP dağıtıcılar (10 mg kodlemon, 1400-2000 dağıtıcı ha-1) kullanarak çiftleşmeyi engelleme yönteminde Ecodian CP dağıtıcılarının Elma içkurdu'nun kontrolü için önemli derecede etkin olduğunu saptamışlardır. Diğer yandan Türkiye'de ise Kovancı (2015), yaptığı çalışmada 2009 ve 2010 yıllarında iki elma bahçesinde mikrokapsüllü armut esteri (DA-MEC) ve mikrokapsüllü kodlemonun (Ph-MEC) birlikte uygulanmasıyla Elma içkurdu'na karşı çiftleşmeyi engelleme etkinliğini araştırmış ve DA-MEC feromonunun *C. pomonella*'ya karşı çiftleşmeyi engelleme yönteminin etkili olabileceği ve entegre zararlı yönetimi programları için ek kontrol yöntemi olacağını bildirmiştir.

Çiftleşmeyi engelleme alanında, 2018 yılında asılan delta tipi tuzaklarda *C. pomonella*'nın ilk dölünün ergin çıkışının yakalanmasıyla ÇE alanına Isomate-C Plus ((E,E)-8, 10 Dodekadienol 190 mg yayıcı-1) feromon çubukları 18 Nisan tarihinde asılmıştır. Isomate-C Plus yayıcıları asılmadan önce laboratuvarında hassas terazi yardımıyla 4 feromon çubuğunun ortalama ağırlığının 1.701 gr olarak not edilmiştir. Hasat sonuna kadar haftalık olarak feromon çubukların ortalama ağırlıkları takip edilerek 8 Ağustos tarihinde ortalama ağırlığının 1.49 gr olduğu tespit

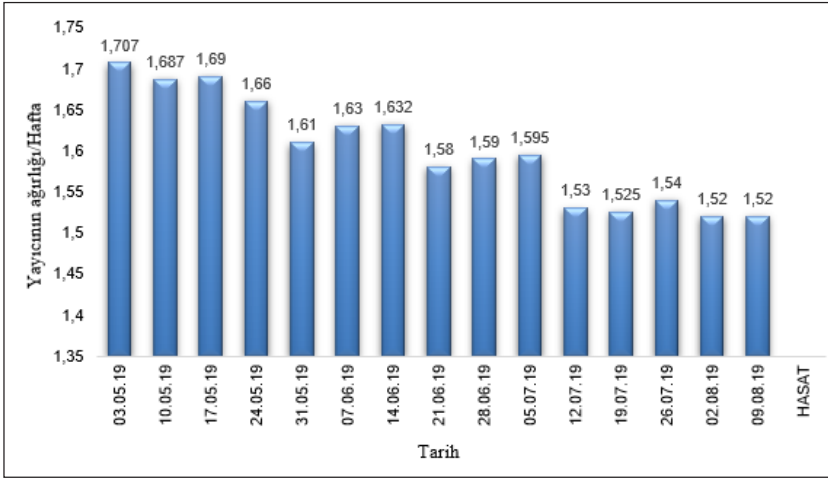
edilmiştir (Şekil 7). Isomate-C Plus yayıcıların ilk asıldıkları ortalama ağırlıklarıyla hasat sonundaki ortalama ağırlıkları arasında feromonun % 12.34 oranında salınma olduğu tespit edilmiştir. Isomate-C Plus yayıcıları takıldıktan sonra geçen süre 119 gün olmuştur.



Şekil 7. 2018 yılında Isomate-C Plus yayıcılarının ortalama ağırlıkları (4 yayıcı/ Haftalık)

Figure 7. The average weight of Isomate-C Plus dispensers in 2018 (4 dispensers per week-1)

Çiftleşmeyi engelleme alanında, 2019 yılında asılan Delta tipi tuzaklarda *C. pomonella*'nın ilk dölünün ergin çıkışının yakalanmasıyla ÇE alanına Isomate-C Plus ((E,E)-8, 10 Dodecadienol 190 mg yayıcı-1) feromon çubukları 3 Mayıs tarihinde asılmıştır. Isomate-C Plus yayıcıları asılmadan önce laboratuvarında hassas terazi yardımıyla 4 feromon çubuğunun ortalama ağırlığının 1.707 gr olarak not edilmiştir. Hasat sonuna kadar haftalık olarak feromon çubukların ortalama ağırlıkları takip edilerek 9 Ağustos tarihinde ortalama ağırlığının 1.52 gr olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Isomate-C Plus yayıcıların ilk asıldıkları ortalama ağırlıklarıyla hasat sonundaki ortalama ağırlıkları arasında feromonun % 10.95 oranında salınma olduğu tespit edilmiştir. Isomate-C Plus yayıcıları takıldıktan sonra geçen süre 105 gün olmuştur.



Şekil 8. 2019 yılında Isomate-C Plus yayıcılarının ortalama ağırlıkları (4 yayıcı haftalık-1)

Figure 8. The average weight of Isomate-C Plus dispensers in 2019 (4 dispensers per week-1)

Isomate-C Plus feromon çubuklarının salınımını etkileyen en önemli faktörlerin sıcaklık, nispi nem ve rüzgâr hızı olduğu bilinmektedir. Milli ve ark. (1997), elma bahçesinde rüzgâr yönünün feromon yoğunluğu ve meyve bahçesinin kenarındaki dağılımı üzerindeki etkilerini araştırmaları sonucunda feromonun, ılımlı rüzgârlar mevcut olduğunda 6 m'ye kadar yükseldiğini, meyve bahçesine giren temiz rüzgâr, feromonun tükendiği 15 m genişliğe kadar bir geçiş bölgesi oluşturduğunu ve meyve bahçesinin rüzgâr altı kenarında, uygulama yapılmış bölgeden rüzgâr altı 60 m'ye kadar mesafede feromon sinyalleri olduğunu saptamışlardır.

C. pomonella'ya karşı çiftleşmeyi engelleme tekniğinin uygulandığı Kahramanmaraş ilinde 2018 ve 2019 yıllarında erginlerin yoğun olarak yakalandığı temmuz ve ağustos aylarında nispi nemin ortalama % 10-50 arasında olduğu sıcaklıklarında artmasıyla birlikte *C. pomonella*'nın 1., 2. ve 3. döl gelişimi için uygun olduğu görülmüştür. Kahramanmaraş Onikişubat ve Tekir mahallesinin ortalama sıcaklık, nispi nem ve rüzgâr hızı verileri Kahramanmaraş Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınmıştır.

C. pomonella'ya karşı çiftleşmeyi engelleme yönteminin başarısının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bakteriyel bir preparat olan *Bacillus thuringiensis kurstaki* gibi insektisit uygulamasının doğal dengeyi koruduğu gibi çiftleşmeyi engelleme yönteminde de başarıyı arttırdığı belirlenmiştir. Üreticilerin elma yetiştirici-

liğinde alternatif bir yöntem olarak çiftleşmeyi engelleme metodunu uygulamasının, kimyasal mücadeleye göre daha güvenilir olduğu belirlenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: GC (%50), MMA (%50)

Veri Toplanması: GC (%50), MMA (%50)

Veri Analizi: GC (%50), MMA (%50)

Makalenin Yazımı: GC (%50), MMA (%50)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: GC (%50), MMA (%50)

Teşekkür

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından “2018/7-7 YLS” kodlu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Angeli, G., Anfora, G., Baldessari, M., Germinara, G.S., Rama, F., De Cristofaro Loriatti, C., 2007. Mating Disruption of Codling Moth *Cydia pomonella* With High Densities of Ecodian Sex Pheromone Dispensers. *Journal of Applied Entomology*, 131(5): 311-318.
- Avcı, M.Ü., Kahveci, Y., Erdem, B., 1999. Karadeniz Bölgesi'nde Elma İç kurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lep.:Tortricidae)] Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme Yönteminin Uygulanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 39(1-2): 45-55.
- Chen, Ch., Qian, Y., Chen Q, Tao, Ch., Li, Ch., Li, Y., 2011. Evaluation of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables from Xiamen. *China Food Control*, 22(7): 1114-1120.
- Ekşi, A., Akdağ, E., 2005. Türkiye'de Meyve Suyu Üretimi ve Tüketimi <http://www.meyed.org.tr.pdf>. (Erişim Tarihi: 22.11.2018).
- FAO, 2016. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi: 21.11.2018).
- Hepdurgun, B., Zümreoğlu, A., Demir, T., İbiş, M.A., 1999. Ege Bölgesinde Elma içkurdu (*Cydia pomonella* (L.)) Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme Yöntemini Uygulama Olanakları Üzerine Araştırmalar. TAGEM Proje Kod No: BS/97/06/09/108.
- Işık, F., 2020. Meram (Konya) İlçesi Ceviz Bahçelerinde Elma İçkurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)]'nın Ergin Popülasyon Gelişimi ve Bulaşıklık Oranının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, 51s, Konya.

- Jardim, A.N.J., Britoa, A.P., Donkersgoedb, G., Boonb, P.E., Caldas, E.D., 2018. Dietary Cumulative Acute Risk Assessment of Organophosphorus, Carbamates and Pyrethroids Insecticides for the Brazilian Population Food Chem. Toxicol., 112(1): 108-117.
- Kehat, M., Anshelevich, L., Harel, M., Dunkelblum, E., 1995. Control of the Codling Moth (*Cydia pomonella*) in Apple and Pear Orchards in Israel by Mating Disruption. Phytoparasitica 23(4): 285-296.
- Knight, A.L., Light, D.M., 2005. Developing Action Thresholds for Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) With Pear Ester-And Codlemone-Baited Traps in Apple Orchards Treated with Sex Pheromone Mating Disruption. The Canadian Entomology, 137(1): 739-747.
- Kovancı, O.B., 2015. Co-Application of Microencapsulated Pear Ester and Codlemone For Mating Disruption of *Cydia pomonella*. Journal of Pest Science, 88(1): 311-319.
- Kutinkova, H., Dzhuvinov, V., Platon, I., Rosu Mares, S., 2009. Field Monitoring of Codling Moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), by Pheromone Traps in Bulgaria and Romania. Acta Horticulture, 825(1): 371-376.
- Mamay, M., Yanık, E., 2013. Şanlıurfa'da Elma Bahçelerinde Elma İçkurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)]'nın Popülasyon Gelişimi ve Farklı Metotlar Kullanılarak Bulaşıklık Oranının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 19(1): 113-120.
- Milli, R., Koch, U.T., de Kramer, J.J., 1997. EAG Measurement of Pheromone Distribution in Apple Orchards Treated for Mating Disruption of *Cydia pomonella*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 82(1): 289-297.
- Mladenova, R., Shtereva, D., 2009. Pesticide residues in apples grown under a conventional and integrated pest management system Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess., 26(6): 854-858.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:128, Ders Kitabı, Adana.
- Öztürk, N., Acioz, S., 2014. Mersinli Armut Bahçelerinde Elma İçkurdu, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)'nın Ergin Popülasyon Değişimi. Alatarım, 13(1): 11-16.
- Öztürk, N., Hazır, A., 2020. Efficacy of mating disruption technique against Codling moth [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)] in walnut orchards in Kahramanmaraş. Article Info Derim, 37(1):76-85.
- Pirsaheb, M., Fattahi, N., Rahimi, R., Sharafi, K., Ghaffari, H.R., 2014. Evaluation of Abamectin, Diazinon and Chlorpyrifos Pesticide Residues in Apple Product of Mahabad Region Gardens: Iran in 2014 Food Chem., 231(1): 148-155.
- Rigamonti, I.E., Bondio, V., 2006. Results of a Three-Year Experience of Mating Disruption on Apple Orchards in Valtellina (Lombardy) [*Malus pumila* Mill.], Conference, s. 135-140.
- Solak, K., 2019. Bursa İli Ayva Bahçelerinde Elma İçkurdu [*Cydia Pomonella* (L.)] ile Mücadelede İsektisit Uygulamaları ile Birlikte Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Kullanılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, 65s, Bursa.
- Trematerra, P., Gentile, P., Sciarretta, A., 2004. Spatial Analysis of Pheromone Trap Catches of Codling Moth (*Cydia pomonella*) in Two Heterogeneous Agroecosystems, Using Geostatistical Techniques. Entomology, 32(4): 325-341.
- TÜİK, 2019. Kaynak: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=1046&locale=tr> (Erişim Tarihi:24.11.2020).
- Yiğit, A., Uygun, N., 1982. Adana, İçel ve Kahramanmaraş İlleri Elma Bahçelerinde Zararlı ve Yararlı Faunanın Saptanması Üzerinde Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 22(4): 163-178.
- Yu, W., Huang, M., Chen, J., Wu, S., Zheng, K., Zeng, S., Zhang, K., Hu, D., 2017. Risk Assessment and Monitoring of Dinotefuran and its Metabolites for Chinese Consumption of Apples Environ. Monit. Assess., 189(1): 521-528.



Yabani Çuhaçiçeğinin Doku Kültürü İle Kitlesele Üretimi

Mass Propagation of Wild Primrose by Tissue Culture

Merve ANDIÇ¹, Mehmet TÛTÛNCÛ²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Atakum, Samsun
• merve.andic55@gmail.com • ORCID > 0000-0002-3869-2458

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Atakum, Samsun
• mtutuncu.tr01@gmail.com • ORCID > 0000-0003-4354-6620

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 24 Şubat/ February 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 23 Eylül/ September 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 571-582

Atıf/Cite as: Andiç, M., Tütüncü, M. "Yabani Çuhaçiçeğinin Doku Kültürü İle Kitlesele Üretimi"
Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(3), Ekim 2022: 571-582.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mehmet TÛTÛNCÛ

YABANI ÇUHAÇIÇEĞİNİN DOKU KÜLTÜRÜ İLE KİTLESEL ÜRETİMİ

Z:

Çuhaçiçeği (*Primula acaulis*) Primulaceae familyası içerisinde yer alan erken ilkbaharda çiçeklenen mevsimlik çiçek ya da saksılı süs bitkisi olarak üretilmektedir. Çuhaçiçeği, yavru bireylerin ana bitkiden ayrılması Şeklinde oğaltılabilmekle beraber çoğaltım kat sayısının düşük olması ve tohumlarında görülen düzensiz ve geç çimlenme kitlesel üretimini engellemektedir. Bu nedenle, yapılan bu çalışma ile doğal olarak yayılış gösteren yabani uha çiçeklerinin *in vitro*'da kültüre alınarak kitlesel üretimi amaçlanmıştır. Doğadan toplanan bitkiler sera koşullarında kültüre alınmış ve eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilen rizom eksplantları Benziladenin (BA) (0.5, 1.0 ve 3.0 mg L⁻¹) ve İndol bütirik asit (IAA) (0.5 mg L⁻¹) büyüme düzenleyicileri içeren MS ortamında kültüre alınmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek çoğaltım kat sayısı 1.0 mg L⁻¹ BA ve 0.5 mg L⁻¹ IAA içeren MS ortamında 7.85 olmuştur. Elde edilen sürgünlerin 1 mg L⁻¹ IBA içeren MS ortamda kültüre alınmasıyla %75 oranında köklenme başarısı sağlanmıştır. Torf:perlit ortamında kültüre alınan bitkilerde %62.5 hayatta kalma oranı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: oğaltma, uha, Gen Kaynağı, In Vitro.



MASS PROPAGATION OF WILD PRIMROSE BY TISSUE CULTURE

ABSTRACT

Primrose (*Primula acaulis*), in the Primulaceae family, blooms in early spring and is produced as a seasonal flower or potted ornamental. Even though primroses can be propagated by separating the offspring from the mother plant, the reproduction coefficient is low and the irregular and late germination seen in their seeds that prevent mass production. Therefore, with this study, it was aimed to mass production of wild primroses by culturing *in vitro*. Plants collected from nature were cultured in greenhouse conditions and used as explant source. Surface sterilized rhizome explants were cultured in MS medium containing growth regulators Benzyl adenine (BA) (0.5, 1.0 and 3.0 mg L⁻¹) and Indole butyric acid (IAA) (0.5 mg L⁻¹). As a result of the study, the highest multiplication coefficient was 7.85 in MS medium containing 1.0 mg L⁻¹ BA and 0.5 mg L⁻¹ IAA. Rooting success of 75% was achieved by culturing the shoots in MS medium containing 1 mg L⁻¹ IBA. A survival rate of 62.5% was obtained in plants cultured in peat:perlite medium.

Keywords: Propagation, Primrose, Germplasm, In Vitro.

1. GİRİŞ

Çuhaçiçeği (*Primula acaulis*) *Primulaceae* familyasının, *Primula* cinsi içerisinde yer almaktadır ve familya içerisindeki en büyük cinsi oluşturmaktadır (Karlsson, 2001). Çuhaçiçeği ilk kez 1753'te Carl Linne tarafından keşfedilmiş ve baharda en erken çiçek açan türlerden biri olduğundan Latince 'ilk' kelimesinden türetilmiş ve cinse *Primula* ismi verilmiştir (Enache ve Băbeanu, 2008). Çuhaçiçeği son yıllarda, erken ilkbaharda çiçeklenen ve farklı çiçek rengi ile ön plana çıkan popüler bir süs bitkisidir. Avrupa, Güney Amerika, Asya ve Kuzey Afrika'nın ılıman iklim kuşağında doğal olarak yayılış göstermektedir (Jia ve ark., 2014). Çuhaçiçeği ekonomik anlamda genellikle baharda kullanılmak üzere mevsimlik çiçek ya da saksılı süs bitkisi olarak üretilmektedir (Hayta ve ark., 2016). Ülkemizde de doğal olarak yayılış gösteren çuha, ikisi endemik olmak üzere toplamda 16 takson ile temsil edilmektedir. Çuha türleri yöresel olarak; dağtutyası, evvelbahar çiçeği, felç otu, zarınga, yayla tutyası, çayır tutyası, zarif çuha, mart çiçeği ve ayrançiçeği gibi isimlerle bilinmektedir (Güner ve Aslan, 2012). Genellikle yüksek rakımlı yerlerde yetişen çuha türleri, yöre halkı tarafından görsel güzelliğinin yanında; cilt yaralarının tedavisinde (Uce ve Tunçtürk, 2014) kullanılmaktadır.

Primula cinsi içerisinde yer alan *Primula acaulis* (Syn. *Primula vulgaris*) türü Karadeniz Bölgesi florasının doğal bir üyesidir. Ticari olarak üretimi yapılan çuha çiçekleri arasında en yaygın olarak satışı yapılan *P. acaulis* türünün F1 hibrit çeşitleri olup, ülkemizde doğal olarak yayılış göstermesine karşın yerli çeşit bulunmamaktadır. Ticareti yapılan F1 hibrit çeşitler tohumla çoğaltılmakta olup, ayırma yöntemi ile de üretim yapılabilmektedir. Ancak F1 hibrit tohumları da dahil olmak üzere birçok çuhaçiçeği tohumlarında görülen düzensiz ve geç çimlenme kitlesele üretimi engellemektedir (Morozowska ve Wesolowska, 2004; Sharaf ve ark., 2011).

Çuhaçiçekleri heteromorfik çiçek yapısına sahiptir ve sporofitik uyumsuzluk söz konusudur (Li ve ark., 2011; 2015; Keller ve ark., 2016). Çuha çiçeği döllenme biyolojisi bakımından yabancı döllenmiş bir türdür. Çiçeklerde heterositili görülür ve bu nedenle aynı türe ait bazı genotiplerde dişicik tepesi erkek organlardan daha yukarıda iken bazılarında ise erkek organ daha yukarıda konumlanmıştır. Heterostili ve döllenme biyolojisindeki diğer düzensizlikler aynı çiçek yapısında kendine döllenmeyi engellemektedir. Aynı çiçek yapısına sahip olan çiçekler kendi aralarında döllenemez ve tohum oluşturmazlar (Cahalan ve Gliddon, 1985; Live ark., 2011). Bu gibi durumlarda bitkinin çoğaltılmasında doku kültürü çalışmaları önemli bir yere sahiptir.

Çuhaçiçeği belirtildiği üzere bitkinin dip kısımlarından meydana gelen yavru bireylerin ana bitkiden ayrılması şeklinde çoğaltılabilse de çoğaltım kat sayısı doku kültürü ile çoğaltma ile kıyaslanamayacak kadar düşüktür. Ayrıca, bir kere *in vitro* ortama alınan eksplantlardan doku kültürü ile çoğaltma tekniğiyle yıl boyu üretim

imkanı sağlanmaktadır. Bu nedenle, yapılan bu çalışma ile Karadeniz Bölgesi Samsun ilinde doğal olarak yayılış gösteren yabani uha çiçeklerinin *in vitro*'da kültüre alınarak kitlesel üretimi gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bitkisel Materyal

Çalışmada Karadeniz'de doğal olarak yayılış gösteren yabani uhaieği Ondokuz Mayıs niversitesi kampüs alanından toplanmıştır. 50 adet bitki kampüsün farklı alanlarından ve mevcut popülasyona zarar verilmeden toplanarak uygulama seralarına getirilmiş ve bir örnek popülasyon oluşturulmuştur. Bitkiler torf:perlit (1:1) içeren yetiştirme ortamlarında ısıtmasız serada plastik saksılarda kültüre alınmıştır. Bitkiler saksıya dikilmeden önce yavru bitkiler ayırma yöntemiyle birbirinden ayrılmış ve saksılara dikilmiştir (şekil 1). Saksılar serada tezgahların üzerine yerleştirilmiş ve güneş işığından zarar görmemeleri için yaz aylarında bitkilere gölgeleme yapılmıştır. Musluk suyu ile haftada bir 300 ml saksı⁻¹ olacak şekilde sulanmış ve iki ayda bir N:P:K (20:20:20) gübrelemesi %0.2'lik solüsyonu hazırlanarak kültürel bakım işlemleri yapılmıştır.



şekil 1. a: Doğadan sökümü yapılan uha bitkileri, b: ana bitkiden ayrılan bitkicikler

Figure 1. a: Primrose gathered from nature, b: plantlets separated from the mother plant

2.2. Yüzey Sterilizasyonu ve Eksplantların Hazırlanması

Saksılardan sökülen bitkilerin yüzey kirlerinden arındırılması amacıyla akan musluk suyu altında kök bölgesi topraktan arındırılmış ve yaşlı yapraklar uzak-

laştırılmıştır. Bu işlemden sonra tüm sterilizasyon denemelerinde eksplantlar ilk olarak 60 dakika süreyle akan musluk suyu altında bekletilmiştir. Yüze kirlerinden arındırılan örnekler sırasıyla 10 dakika %10'luk hidrojen peroksit (H_2O_2) ve 20 dakika %0.1'lik $HgCl_2$ ile muamele edilmiştir. Daha sonra steril kabin içerisine alınan örnekler %70'lik etil alkolde 1-2 dk., %20 ticari NaOCl (Domestos) çözeltisinde 20 dk bekletilmiştir. Her uygulama sonrasında eksplantlar steril saf su ile 3-5 kez yıkanmıştır (Şekil 2). Yüze sterilizasyonu tamamlanan rizomlar 5 cm uzunluğunda kesilmiş, kahverengileşmiş ölü dokular uzaklaştırıldıktan sonra eksplant olarak kullanılmıştır.



Şekil 2. a: saksılara dikilen yabani çuha çiçekleri, b: akan musluk suyu altında örneklerin yıkanması, c: yaşlı yaprakların uzaklaştırılması, d: yüze sterilizasyon işleminin yapılması, e: eksplantların steril saf su ile durulanması

Figure 2. a: wild primroses planted in pot, b: washing samples under tap water, c: removing leaves, d: surface sterilization of the samples, d: rinsing samples with distilled water

2.3. Eksplantların in Vitro Ortamda Kültüre Alınması

Sterilizasyon işlemi yapılan rizom eksplantlarından sürgün uyartımı amacıyla eksplantlar BA (0.5, 1.0 ve 3.0 mg L⁻¹) ve IAA (0.5 mg L⁻¹) büyüme düzenleyicileri içeren MS (Murashige ve Skoog) temel besi ortamlarında kültüre alınmıştır. Besi ortamları hazırlanırken karbon kaynağı olarak 20 gL⁻¹ sakkaroz ilave edilmiş ve katılaştırıcı olarak 7 g L⁻¹ agar kullanılmıştır. Besi ortamlarının pH'sı otoklavlanmadan önce 5.7-5.8'e ayarlanmıştır. Hazırlanan besi ortamlarından 50 ml alınarak

660 cc cam kavanozlara dökülmüş ve kullanılacak olan diğer ekipmanlarla birlikte 121 °C'de, 1.5 p.s.i. basınçta 15 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir. Eksplantlar 16:8 saat aydınlık-karanlık fotoperiyotta 23-25 °C'de, beyaz floresan (75 µmol m⁻²s⁻¹) ışık altında kültüre alınmış ve 4-6 hafta aralıkla alt kültür işlemi gerçekletirilmitir. Çalışma kapsamında eksplantlarda kararma oranı (%), kallus gelişme oranı (%), sürme oranı (%), kardelenme oranı (%) belirlenmiştir.

2.4. Sürgünlerin Kklendirilmesi ve Bitkiciklerin Dış Koşullara Alıtırılması

Kültür ortamına alınan eksplantlardan oluşan sürgünler IBA hormonunun 1 mg L⁻¹ konsantrasyonunu içeren MS besi ortamı içeren kavanozlarda kültüre alınarak köklenme oranı belirlenmiştir. Köklenen sağlıklı bitkiler besi ortamından ayrılarak musluk suyu altında yıkanmış ve kök bölgesi besi ortamından arındırılmıştır. Daha sonra, steril torf:perlit içeren ortamlarda kültüre alınmış, bu süreçte ilk 2 hafta kontrollü şartlarda büyütme odasında dış ortama alıtırılmı, 2 hafta sonrasında bitkiler seraya transfer edilmiştir. Yaklaşık 1 ay sonra bitkilerin hayatta kalma oranları (%) tespit edilmiştir.

2.5. Deneme Deseni ve İstatistiksel Analizler

Mikroçğaltım denemelerinde kontrol dahil 4 farklı bitki büyüme düzenleyicisi içeren besi ortamı kullanılmıştır. Deneme her bir kombinasyon için 5 tekrrr (5 kavanoz) her tekrrrde 2 eksplant olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre yrtlmtir. Elde edilen yüzde değerlere istatistiksel analiz öncesinde aı transformasyonu uygulanmıştır. Tüm veriler JMP (versiyon 8.00) paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların önem seviyeleri LSD (p<0.01) testi ile karılatırılmıtır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada yabani çuha çiçekleri doğal yaşam alanlarından toplanarak *in vitro* ortamda kültüre alınmış ve kitlesel üretim olanakları belirlenmiştir. Yüzey sterilizasyonu gerçekletirilen rizom eksplantları BA ve IAA içeren MS besi ortamında kültüre alınmış ve mikroçğaltım denemeleri sonrasında sağlıklı sürgünler IBA içeren besi ortamında kklendirilmitir. Köklenen sürgünler son aşamada dış koşullara aktarılarak serada kültüre alınmıştır (ekil 3).



Şekil 3. Çuhaçiçeğinin *in vitro* çoğaltım aşamaları a: eksplantlardan sürgün gelişimi b: kültü ortamında kardeşlenme c: dış koşullara transfer edilen biticikler

Figure 3. *In vitro* propagation stages of primrose a: shoot growing from explant b: multiplication in media c: acclimatized plantlets

In vitro çoğaltım denemeleri sonucunda besi ortamlarına alınan eksplantlarda kararma, sürme ve kallus oluşturma bakımından hormon konsantrasyonlarının istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmamıştır. Diğer taraftan sonuçlar irdendiğinde eksplantların yaklaşık %40'ında kararma meydana geldiği tespit edilmiştir. Eksplantlara 6-8 haftada bir alt kültür işlemi uygulanmıştır. Her ne kadar yüzey sterilizasyonu yapılan materyalin çoğaltılması ile denemeler kurulmuş olsa da kültürün ilerleyen aşamasında bakteriyel kontaminasyonlar meydana gelmiştir.

Eksplantlardan en yüksek kallus oluşum oranı %80 ile 3.0 mg L^{-1} BA+ 0.5 mg L^{-1} IAA içeren besi ortamından elde edilirken, en düşük kallus oluşumu hormon içermeyen kontrol ortamından elde edilmiştir. *In vitro*'da kültüre alınan eksplantlardan besi ortamlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da %70-80 oranında yeni sürgün oluşumu meydana gelmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *In vitro* kültüre alınan eksplantlarda kararma ve rejenerasyon

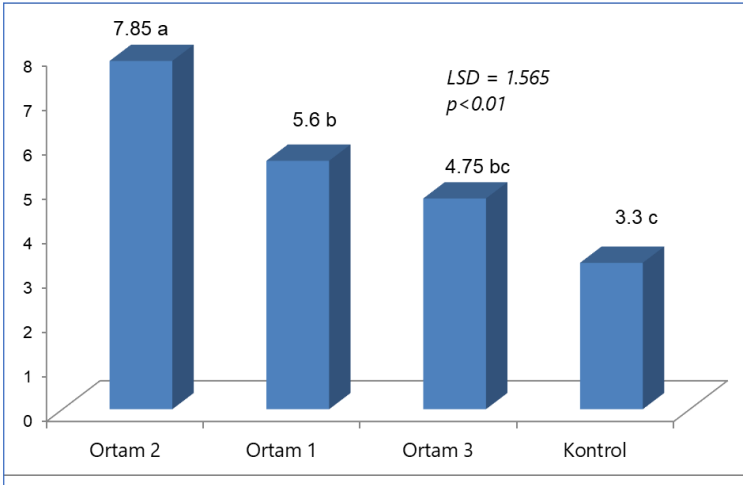
Table 1. Blackening and regeneration of explants cultured in *in vitro*

Besi Ortamı (MS) BA+IAA mg L^{-1}	Kararma (Ö.D.)	Kallus (Ö.D.)	Sürgün (Ö.D.)
Kontrol	40.0 (36.0)	30.0 (27.0)	70.0 (63.0)
Ortam 1 (0.5+0.5)	40.0 (36.0)	60.0 (54.0)	80.0 (72.0)
Ortam 2 (1.+0.5)	40.0 (36.0)	70.0 (63.0)	70.0 (63.0)
Ortam 3 (3+0.5)	30.0 (27.0)	80.0 (72.0)	80.0 (72.0)

Ö.D.: İstatistiksel olarak ortalamalar arası farklar önemli değil, aç transformasyon değerleri parantez içerisinde gösterilmiştir.

Besi ortamlarına alınan eksplantların kardeşlenme oranı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek kardeşlenme oranı $1.0 \text{ mg L}^{-1} \text{ BA} + 0.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ IAA}$ içeren ortamda 7.85 olmuştur. Bu oranı 5.6 kardeşlenme kat sayısı ile $0.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ BA} + 0.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ IAA}$ içeren MS ortamı takip etmiştir. Üçüncü en yüksek kardeşlenme oranı 4.75 ile kallus oluşum oranının en yüksek olduğu $3 \text{ mg L}^{-1} \text{ BA}$ ve $0.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ IAA}$ içeren ortamdan elde edilmiştir. En düşük kardeşlenme oranı 3.3 ile hormon içermeyen besi ortamında meydana gelmiştir (Şekil 3).

Elde edilen bitkiciklerden bir kısmı 20 g L^{-1} sakkaroz ve IBA hormonunun 1 mg L^{-1} konsantrasyonunu içeren katı MS besi ortamı içeren kavanozlarda kültüre alınmıştır. Yaklaşık 6 hafta sonra kültüre alınan bitkiciklerde köklenmelerin başladığı gözlenmiştir. Köklendirme ortamına alınan bitkilerde %75 oranında köklenme başarısı sağlanmıştır. Farklı ortamlardan gelişen ve köklenen 40 adet sağlıklı bitki besi ortamlarından arındırılarak torf: perlit ortamında saksılarda kültüre alınmıştır. Dış ortamda kültüre alınan bitkilerde 3-4 hafta sonra yapılan gözlemlerde 25 adet bitkinin sağlıklı bir şekilde büyümeye devam ettiği belirlenmiştir. Aklimatizasyon sonucunda bitkilerin hayatta kalma oranı % 62.5 olmuştur.



Şekil 3. BA ve IAA içeren MS ortamında kültüre alınan eksplantlarda kardeşlenme oranı

Figure 3. Multiplication rates of explants cultured on MS media supplemented with BA and IAA

Günümüzde bitki ıslahı ve yetiştiriciliği sürecinde başarılı sonuçlar elde etmek için farklı biyoteknolojik yöntemler uygulanmaktadır. Bitki biyoteknolojinin en kapsamlı uygulamalarından biri bitki doku kültürüdür. Bitki doku kültürü teknikleri kullanılarak, bitki genetik kaynaklarının korunması mümkündür (Dönmez, 2022; Tütüncü ve ark., 2020) Çalışmamızda ülkemizde doğal olarak yetişen yabani çuha çiçeği doğadan toplanarak *in vitro* ortamda başarılı bir şekilde kültüre alınmıştır.

Doğadan toplanan materyallerde gözlenen kontaminasyon riskine karşın yüzey sterilizasyon öncesinde eksplant kaynakları %0.1'lik HgCl₂ ile muamele edilmiştir. Yüzey sterilizasyonu yapılan eksplantlarda ilk etapta herhangi bir bulaşıklık gözlenmemiştir. Ancak alt kültür aşamalarında bazı bitkiciklerin solduğu, renklerinin matlaştığı ve besi ortamında bakteriyel kontaminasyon oluştuğu tespit edilmiştir. Kültür ortamında gözlenen bu durum yabani eksplantların endojen kontaminantları barındırdığını düşündürmektedir. Nitekim, Schween ve Schwenkel (2002) birçok çuha türünde endojen kontaminantların varlığını bildirmiştir. Sterilizasyonda civa klorür kullanımı yüzeysel kontaminantların sterilizasyonunda etkili olsa da eksplantların kararmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Mikroçoğaltım çalışmalarında besi ortamına eklenen bitki büyüme düzenleyicilerin tipi ve konsantrasyonu bitkiden bitkiye farklılık göstermektedir (Kaçar ve ark., 2020). Jia ve ark. (2014) *Primula forbesii* türünde yaptıkları anter kültürü çalışmalarında 1.0 mg L⁻¹ BA ve 0.5 mg L⁻¹ 2,4-D eklenen MS besi ortamında kallus oluşumunun en az iki kat arttığını bildirmişlerdir. Schween ve Schwenkel (2002), *P. vulgaris* ve *P. elatior* türlerinde çiçek sapı eksplantlarından en yüksek kallus oluşumunun 4 mg L⁻¹ 2,4-D ve 2 mg L⁻¹ TDZ içeren MS besi ortamında %80 oranında olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda farklı sitokinin grubundan BA'nın farklı konsantrasyonları (0.5, 1.0 ve 3.0 mg L⁻¹) ile oksin grubundan IAA (0.5 mg L⁻¹) kullanılmıştır. Oksin ile sitokinin kullanımı eksplantlardan kallus oluşum oranını arttırmıştır. Önceki çalışmalara benzer olarak besi ortamına eklenen oksin ve sitokinin büyüme düzenleyicilerinin kallus uyartımında etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak önceki çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda kallus uyartım etkinliğinin veya kullanılan oksin ve sitokinin dengesinin türden türe değişiklik gösterdiği söylenebilir.

Eksplantlardan sürgün uyartımında her ne kadar ortamlar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmasa da kardeşlenme oranına bakıldığında ortamlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek kardeşlenme sayısı 1.0 mg L⁻¹ BA ve 0.5 mg L⁻¹ IAA içeren MS besi ortamında 7.85 olmuştur. Schween ve Schwenkel (2003) *P. vulgaris* Dark blue V 22 genotipinde kalluslardan eksplant başına 11.6 oranında sürgün gelişimi olduğunu ancak çalışmada yer alan 3 genotipte ise herhangi bir sürgün oluşmadığını bildirmiştir. Morozowska ve Wesołowska (2004), *P. veris* türünde yapmış oldukları

alışmalarında BA (4.44 μM) ve 2,4-D (1.13 μM) içeren MS ortamında sürgün çoğaltım oranı 5.9 olmuştur. Grigoriadou ve ark. (2020) ise *P. veris* türünde 6.6 μM BA içeren MS besi ortamında çoğaltım kat sayısını 2.2 olduğunu bildirmiştir. nceki çalışmalarla kıyaslandığıında 7.85 çoğaltım kat sayısı kabul edilebilir bir oran olduğu görülmektedir. *Primula* türlerinde yapılan mikroçoğaltım çalışmalarında bizim çalışmamızda da olduğu gibi BA'nın rejenerasyonda önemli bir rol oynadığı, ancak kullanılan BA içeriğinin türden tre ve hatta genotipten genotipe değiştiği gözlenmektedir. Ayrıca, BA ile birlikte kullanılan oksin grubu büyüme düzenleyicilerinin sürgün oluşumunu arttırdığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda IBA hormonunun 1 mg L⁻¹ konsantrasyonunu içeren MS besi ortam MS besi ortamı %75 oranında köklenme başarısı sağlanmış ve dış ortama şaşırtılan bitkilerde hayatta kalma oranı %62.5 olmuştur. Mizuhiro ve ark. (2001) *P. obconica* ve *P. malacoides* türünde doku kültüründe elde ettikleri kallusların alt kültür sırasında hormonsuz ½ MS besi ortamında kendiliğinden kklendiğini bildirmiş ve elde edilen *P. obconica* türünde tüm bitkiler dış ortama aktarıldığıında hayatta kalırken, *P. malacoides* türünde 26 bitkiden 18'inin dış ortama başarılı bir şekilde transfer etmişlerdir. Jia ve ark. (2014) *P. forbesii* türünde mikroçoğaltım-la elde ettikleri sürgünlerin hormonsuz besi ortamında %98 oranında köklendiği, ortama eklenen IBA dozu arttıka köklenmenin azaldığı ve kök yapılarının daha kısa olduğunu, dış ortama aktarılan bitkilerden %62'sinin hayatta kaldığıını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar diğer uha türlerinde yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermekte olup, farklılıkların kültüre alınan türlerin farklı olmasından, kullanılan yöntem ve büyüme düzenleyicilerin miktarlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. SONUÇ

uhaieği (*P. acaulis*) lkemizde başta Karadeniz bölgesi olmak üzere birçok bölgesinde doğal olarak yayılış göstermektedir. uhaieği türleri süs bitkisi olarak kullanılmakla birlikte, içerdiği kimyasallar bakımından da oldukça önemlidir. uhaieği tohum ve ayırma yöntemleriyle çoğaltılabilmektedir. Ancak tohumların çimlenmesi düzensiz ve çimlenme oranı düşük iken, ayırma ile çoğaltmada çoğaltım kat sayısı doku kültürüne göre oldukça düşüktür. Çalışmamızda doğal olarak yetişen *P. acaulis* nekleri doğadan toplanarak doku kültüründe çoğaltım olanakları incelenmiştir. Çalışmada rizom önekleri eksplant olarak kullanılmış 1.0 mg L⁻¹ BA ve 0.5 mg L⁻¹ IAA içeren MS besi ortamında 7.85 çoğaltım kat sayısı elde edilmiştir. Elde edilen sürgünler 1 mg L⁻¹ IBA içeren MS ortamında kkendirilmiş ve köklendirilen bitkiciklerin hayatta kalma oranı %62.5 olmuştur. Kültür sırasında bitkinin taşıdığı endojen kontaminasyon problemleri görülmekle birlikte H₂O₂ ve HgCl₂ beraber kullanımı nispeten başarılı olmuştur. Ancak yoğun sterilizasyon nedeniyle eksplantların karardığı düşünülmektedir. Bu nedenle, daha düşük konsantrasyonlarda ancak daha uzun süre sterilizasyon işleminin kontaminas-

yon ve kararına oranını düşüreceği öngörülmektedir. Diğer taraftan köklendirme aşamasında daha düşük konsantrasyonlarda oksin kullanımı veya hormonsuz besi ortamında köklendirmenin gerçekleştirilmesi daha ekonomik üretim için tercih edilebilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: MA (%65), MT (%35)

Veri Toplanması: MA (%70), MT (%30)

Veri Analizi: MA (%50), MT (%60)

Makalenin Yazımı: MA (%55), MT (%45)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: MA (%25), MT (%75)

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir (Proje Adı: Samsun İlinde Doğal Olarak Yayılış Gösteren Yabani Çuha Çiçeği (*Primula sp.*)'nin *in vitro* Çoğaltım Olanaklarının Araştırılması).

KAYNAKLAR

- Calahan, C. N., & Gliddon, C. 1985. Genetic neighbour hood sizes in *Primula vulgaris*. *Heredity*, 54, 65-70.
- Dönmez, D. 2022. Regeneration of Plants from Alginate-encapsulated Shoot Tips of Myrtle (*Myrtus communis* L.). *Erwerbs-Obstbau*, 1-8.
- Enache, M., & Băbeanu, N. 2008. Micropropagation Of Garden Plants (2): Rare Primulas Micropropagarea Plantelor De Grădină (2): Primule Rare. *Scientific Bulletin Biotechnology, UŞ AMV Bucharest, Serie F*, 13, 5-9.
- Grigoriadou, K., Sarropoulou, V., Krigas, N., & Maloupa, E. 2020. *In vitro* propagation of *Primulaveris* L. subsp. *veris* (Primulaceae): A valuable medicinal plant with ornamental potential. *International Journal of Botany Studies*, 5(5), 532-539.
- Güner, A., & Aslan, S. 2012. *Türkiye bitkileri listesi;(damarlı bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul. ss. 1290.
- Hayta, S., Smedley, M. A., Li, J., Harwood, W. A., & Gilmartin, P. M. 2016. Plant regeneration from leaf-derived callus cultures of Primrose (*Primula vulgaris*). *Hort Science*, 51(5), 558-562.
- Jia, Y., Zhang, Q. X., Pan, H. T., Wang, S. Q., Liu, Q. L., & Sun, L. X. 2014. Callus induction and haploid plant regeneration from baby primrose (*Primula forbesii* Franch.) anther culture. *Scientia Horticulturae*, 176, 273-281.

- Kaçar, Y. A., Dönmez, D., Biçen, B., Erol, M. H., Şimsek, Ö., & Mendi, Y. Y. 2020. Micropropagation of *Spathiphyllum* with temporary immersion bioreactor system. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(5), 1195-1200.
- Karlsson, M. G. 2001. Primula culture and production. *Hort Technology*, 11(4), 627-635.
- Keller, B., de Vos, J. M., Schmidt-Lebuhn, A. N., Thomson, J. D., & Conti, E. 2016. Bothmorph-and-species-dependent asymmetries affect reproductive barriers between heterostylous species. *Ecology and Evolution*, 6(17), 6223-6244.
- Li, J., Webster, M. A., Smith, M. C., & Gilmartin, P. M. 2011. Floral heteromorphy in *Primula vulgaris*: progress towards isolation and characterization of the S locus. *Annals of botany*, 108(4), 715-726.
- Li, J., Webster, M. A., Wright, J., Cocker, J. M., Smith, M. C., Badakshi, F., Heslop-Harrison, P., & Gilmartin, P. M. 2015. Integration of genetic and physical maps of the *Primula vulgaris* locus and localization by chromosome in situ hybridization. *New Phytologist*, 208(1), 137-148.
- Mizuhiro, M., Kenichi, Y., Ito, K., Kadowaki, S., Ohashi, H., & Mii, M. 2001. Plant regeneration from cell suspension-derived protoplasts of *Primula malacoides* and *Primula obconica*. *Plant Science*, 160(6), 1221-1228.
- Morozowska, M., & Wesolowska, M. 2004. In vitro clonal propagation of *Primula veris* L. And preliminary phytochemical analysis. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 46, 169-175.
- Murashige, T., & Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3), 473-497.
- Schween, G., & Schwenkel, H. G. 2002. In vitro regeneration in *Primula* ssp. via organogenesis. *Plant cellreports*, 20(11), 1006-1010.
- Schween, G., & Schwenkel, H. G. 2003. Effect of genotype on callus induction, shoot regeneration, and phenotypic stability of regenerated plants in the greenhouse of *Primula* ssp. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 72(1), 53-61.
- Sharaf, A. R. N., Hamidoghli, Y., & Zakizadeh, H. (2011). In vitro seed germination and micropropagation of primrose (*Primula heterochroma* Stapf.) an endemic endangered Iranian species via shoot tip explants. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52(3), 298-302.
- Tütüncü, M., Sevindik, B., Tolga, İ., Yılmaz, Ö., Kaynak, G., Çürük, P. E., & Mendi, Y. 2020. Efficient Micropropagation protocol for *Lamium garganicum* L. subsp. *striatum* (Sm.) Hayek var. *striatum* Grown Naturally in Turkey. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 35(2), 89-98.
- Uce, İ., & Tunçtürk, M. 2014. Hakkâri' de doğal olarak yetişen ve yaygın olarak kullanılan bazı yabancı bitkiler. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7(2): 21-25.



The Effects of Different Strength of MS Media on *in Vitro* Propagation and Rooting of *Spathiphyllum*

Farklı Güçteki MS Besin Ortamlarının
Spathiphyllum'un *in Vitro* Çoğaltımı ve Köklenmesi
Üzerine Etkileri

Dicle DÖNMEZ¹, Mansur Hakan EROL², Belgin BİÇEN³, Özhan ŞİMŞEK⁴
Yıldız AKA KAÇAR⁵

¹Çukurova University, Biotechnology Research and Application Center, Adana, Turkey
• dicleonmez4@gmail.com • ORCID > 0000-0002-7446-9405

²Çukurova University, Biotechnology Research and Application Center, Adana, Turkey
• hknmnsr@gmail.com • ORCID > 0000-0003-2424-5670

³Çukurova University, Biotechnology Research and Application Center, Adana, Turkey
• bturunc02@yahoo.com • ORCID > 0000-0001-8931-4759

⁴Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kayseri, Turkey
• ozhan12@gmail.com • ORCID > 0000-0001-5552-095X

⁵Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Adana, Turkey
• ykacar@cu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-5314-7952

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 03 Mart/ March 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 06 Ekim/ October 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 583-592

Atif/Cite as: Dönmez, D., Erol, H. M., Biçen, B., Şimşek, Ö., Kaçar Aka, Y. "The Effects of Different Strength of MS Media on *in Vitro* Propagation and Rooting of *Spathiphyllum*" Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 583-592.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Yıldız AKA KAÇAR

THE EFFECTS OF DIFFERENT STRENGTH OF MS MEDIA ON *IN VITRO* PROPAGATION AND ROOTING OF SPATHIPHYLLUM

ABSTRACT

The *Spathiphyllum* is an indoor ornamental plant belonging to the Araceae family. *Spathiphyllum* genus, which has 36 species in nature, is a robust growth and easy to care for an indoor plant. Vegetative propagation of *spathiphyllum* is known to be complicated. For this reason, current production does not meet the demand sufficiently. Today, plant tissue culture methods and classical production methods are used to meet the increasing demand for *spathiphyllum*. In the present study, we aimed to detect the effects of different strengths (full, ½, and ¼) of MS media on micropropagation and rooting of *spathiphyllum*. Shoot tips of *spathiphyllum* 'chico' variety were cultured in different strengths of MS media containing 1 mg L⁻¹ BAP for micropropagation. Plantlets obtained from micropropagation were transferred to different strengths of MS media containing 1 mg L⁻¹ IBA for rooting. Plantlets in magenta boxes were removed and replaced in a controlled greenhouse. The best strength of medium was detected as the full MS in all parameters in vitro propagation. The rooting rate was determined 100% for each medium. However, there are significant differences among the media in view of the number of roots and length of roots.

Keywords: Micropropagation, Plant tissue culture, BAP, IBA, Chico.



FARKLI GÜÇTEKİ MS BESİN ORTAMLARININ SPATHIPHYLLUM'UN *IN VITRO* ÇOĞALTIMI VE KÖKLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZ:

Spathiphyllum Araceae familyasına ait bir iç mekan süs bitkisidir. Doğada 36 türü bulunan *Spathiphyllum* cinsinin doğada 30 türü bulunmaktadır. *Spathiphyllum* çok güçlü büyüyen ve bakımı kolay iç mekân bitkisidir. *Spathiphyllum*'un vejetatif çoğaltımının zor olduğu bilinmektedir. Bu nedenle mevcut üretim talebi yeterince karşılayamamaktadır. Artış gösteren *spathiphyllum* ihtiyacını karşılamak için klasik üretim yöntemleri ile bitki doku kültürü yöntemleri de kullanılmaktadır. Bu çalışmada, *spathiphyllum*'un mikroçoğaltımı ve köklenmesi üzerine MS besin ortamlarının farklı kuvvetlerinin (tam, ½ ve ¼) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sürgün uçları, mikroçoğaltım için 1 mg L⁻¹ BAP eklenmiş farklı kuvvetteki MS ortamlarında kültüre alınmıştır. Mikroçoğaltımdan gelen bitkicikler, köklenme için 1 mg L⁻¹ IBA ilave edilmiş farklı güçteki MS ortamlarına aktarılmıştır. Köklü bitkiler kontrollü sera koşullarına alıştırmıştır. Mikroçoğaltımda tüm paramet-

relerde ortamın en iyi gücü tam MS olarak tespit edilmiştir. Köklenme oranı her ortam için %100 olarak belirlenmiştir. Ancak kök sayısı, kök uzunluğu açısından ortamlar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroçoğaltım, Bitki doku kültürü, BAP, IBA, Chico.



1. INTRODUCTION

Türkiye has significant advantages in cultivating ornamental plants due to its favorable climatic and geographical conditions, proximity to market countries and cheap labor. Ornamental plants have been used aesthetically and functionally for centuries. Today, ornamental plants play an active role in eliminating the longing for nature, which is one of the adverse effects of urbanization and making urban environments more livable. Ornamental plants constitute a general concept and consist of four different groups according to their use. These groups are cut flowers, outdoor ornamental plants, seasonal flowers, indoor ornamental plants and bulbous and tuberous plants. The wide usage area of ornamental plants and their preference in different environments and areas positively affect the product range. Especially considering the effects of plants on nature-human relationships, it is possible to perceive the functionality of plants in health dimensions. Since indoor ornamental plants are also included in the living environments of individuals, personal preferences can affect the way they are used. Indoor ornamental plants are known for decorative leaves, flowers, or stems suitable for growing in pots, containers, or crates. In other words, they are plants that can be grown indoors (home, office, etc.) or semi-closed (balcony). Indoor ornamental plants increase air quality and strengthen the bond between humans and nature. 47% of the world population (about 2.9 billion people) lived in urban areas between the years 2000, and it is estimated that this rate will increase to 60% in 2030. Considering that 80% of the people living in big cities live indoors, this is a fact that affects human health. Indoor plants have positive effects on patient health in symptoms such as psychophysiological stress due to laboratory experiments and quasi-experimental field studies. (Bringslimark et al., 2009; Richardson et al., 2013; Yazici, 2020). The origin of *Spathiphyllum*, an indoor plant belonging to the Araceae family, is Colombia and Venezuela. *Spathiphyllum* genus, which has 36 species in nature, is a robust growth and easy for care houseplant plant. The *spathiphyllum* leaves consist of green, long oval, pointed flowers towards the tip, white, spathe and spadix. The spadix that surrounds the flower head is also called “Barış Zambağı” because it is white or “Bez yaz Yelken” because of its similarity to sail in the local Turkish market. Vegetative propagation of *spathiphyllum* is complex because the annual producing coefficient and the survival rate are low (Fan et al., 2019). This situation limits commercial production and leads to the inability to meet the demand for *spathiphyllum*. To-

day, biotechnological methods and classical production methods are used to meet the increasing demand for spathiphyllum. In plant breeding and cultivation, many different biotechnological methods could be applied to plants. One of the broadest branches of plant biotechnology is plant tissue culture (Dönmez, 2022). Today, micropropagation, organogenesis, somatic embryogenesis, somatic hybridization, haploid plant production, virus elimination, production of secondary metabolites are routinely used as different plant tissue culture techniques (Donmez et al., 2016). Due to the increase in the popularity of the spathiphyllum plant in recent years, manufacturers are using plant tissue culture techniques to meet the demand needed in the market. Micropropagation is one of the plant tissue culture applications that allows clonal and rapid propagation of plants in aseptic conditions (Sevindik et al., 2017). Micropropagation, which is included in plant tissue culture techniques, is being used more and more for rapid clonal propagation of various economic plants and the protection of germplasm. In addition, micropropagation is a powerful tool for the reproduction of valuable materials obtained after hybridization studies (Şimsek et al., 2018; Kurtuluş et al., 2021). Media composition is one of the most critical factors influencing plant growth (Rezali et al., 2017; Tütüncü et al., 2019).

Success in micropropagation and *in vitro* rooting studies are affected by the plant tissue culture media content depending on plant species. Therefore, different culture media can be used in *in vitro* (Şimşek et al., 2017). MS (Murashige and Skoog, 1962) nutrient medium is one of the most widely used nutrient media in plant tissue culture studies. Reducing the cost of nutrient media used in plant tissue culture studies is commercially very important. Until now, different researchers have carried out micropropagation studies in different varieties of spathiphyllum (Das et al., 2000; Ramirez-Malagon et al., 2001; Dewir et al., 2005; Teixeira da Silva et al., 2006; Bandyopadhyay et al., 2011; Ibrahim et al., 2016; Kaçar et al., 2020), but there is not any study on the different strengths of the MS medium for spathiphyllum in micropropagation studies. In the present study, we aimed to detect the effects of different strengths (full, $\frac{1}{2}$, and $\frac{1}{4}$) of MS media on *in vitro* propagation and rooting of spathiphyllum

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Plant Material and Surface Sterilization

Spathiphyllum ‘Chico’ genotype was used as plant material. Firstly, shoot tips of spathiphyllum ‘Chico’ were washed for 10 minutes under tap water. Then the shoot tips were kept in 15% sodium hypochlorite + 1-2 drops of Tween 20 solution for 20 minutes. Then, shoot tips were washed three times with sterile distilled water to remove sterilant agents.

2.2. Preparation of MS Media

Different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media were used for the *in vitro* propagation and rooting of spathiphyllum 'Chico'. The culture medium comprises of 4.4 g L⁻¹ MS media for full strength medium, 2.2 g L⁻¹ for $\frac{1}{2}$ strength MS medium, 1.1 g L⁻¹ for $\frac{1}{4}$ strength MS medium (Duchefa Biochemie, Netherland), 30 g L⁻¹ of sucrose and 7 g L⁻¹ agar (Duchefa Biochemie, Netherland). The medium pH was adjusted to 5.7–5.8. Then the medium was autoclaved for 15 min at 121 °C and 1.05 kg cm⁻².

2.3. *In vitro* propagation and rooting

Shoot tips were cultured in different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS medium added 1 mg L⁻¹ BAP for micropropagation. The plantlets were subcultured 3 times in total, once every four weeks in different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media. At the end of each subculture, the number of leaves, plant length (cm), micropropagation rate, fresh weight (g) were recorded. *In vitro* rooting experiments were established with the plants obtained as a result of micropropagation. Plantlets from micropropagation were transferred to different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media supplemented with 1 mg L⁻¹ IBA for rooting. All plants were cultured in a growth chamber at 25±2 °C under cool white fluorescent light at 16 h photoperiod conditions. After six weeks, numbers of roots, rooting rate (%), length of roots (cm) and length of plants (cm), fresh weight (g) were recorded.

2.4. Acclimatization

Roots of plants were kindly washed with running tap water, and 50% (w/v) of a 2.5 g L⁻¹ fungicide was performed with immersing for 15-20 s. Then, plants were transferred to plastic pots containing autoclaved peat and perlite (1:1, v/v). Afterward, spathiphyllum 'Chico' plants were moved to a controlled greenhouse under natural light at 22-24 °C and 95-98% relative humidity.

2.5. Data analysis

The study was carried out according to a completely randomized design. Studies were performed with 3 repetitions, 10 plants in each replication. Micropropagation rate, rooting rate (%), numbers of roots, length of roots (cm), length of plants (cm), fresh weight (g) were calculated, and variance analysis was carried out. Means defined as statistically significant were separated by LSD (least significant difference test) to measure differences among different strength (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS in spathiphyllum 'Chico'. JMP® software was used for statistical analysis.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. *In vitro* propagation

Data of the number of leaves, plant length (cm), micropropagation rate, fresh weight (g) coming from different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media were presented in Table 1.

Table 1. Data of *in vitro* propagation treatments in different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media for spathiphyllum

Strength of Medium	Micropropagation Rate	Plant Length (cm)	Number of Leaves	Fresh Weight (g)
Full MS	8.78a	3.64a	23.95a	2.31a
$\frac{1}{2}$ MS	4.40b	2.22b	10.33b	1.35b
$\frac{1}{4}$ MS	3.68b	1.44c	7.41c	0.91c

LSDMicropropagation rate=0.93, LSDPlant length=0.26, LSDNumber of leaves=2.47, LSDFresh weight=0.35

The best strength of medium was detected as the full MS in all parameters recorded in *in vitro* propagation. The micropropagation rate of spathiphyllum in the full MS was determined as 8.78. However, it was determined as 4.40 and 3,68 in $\frac{1}{2}$ MS and $\frac{1}{4}$ MS media, respectively. Maximum plant height was determined in plants growing in full MS medium with an average of 3,64 cm. Similarly, the greatest number of leaves was determined in plants cultured in full MS medium with an average of 23.95. However, this number decreased to 7.41 in $\frac{1}{4}$ MS media. Plants growing in the different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media containing 1 mg L⁻¹ BAP were presented in Figure 1.



Figure 1. Plants growing in the different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media containing 1 mg L^{-1} BAP

3.2. *In Vitro* Rooting

Data of numbers of roots, length of roots (cm) and length plants (cm) were presented in Table 2.

Table 2. Data of *in vitro* rooting treatments in different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media for spathiphyllum

Strength of Medium	Numbers of Roots	Length of Roots	Length of Plant	Number of Leaves
Full MS	14.00c	4.15b	2.29b	7.50a
$\frac{1}{2}$ MS	19.03b	4.72ab	2.57a	7.15a
$\frac{1}{4}$ MS	21.42a	5.77a	2.42ab	6.60b

$LSD_{\text{Numbers of roots}} = 1.94$, $LSD_{\text{Length of roots}} = 1.44$, $LSD_{\text{Length of plant}} = 0.18$, $LSD_{\text{Number of leaves}} = 0.46$

All plants cultured in different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media containing 1 mg L^{-1} IBA were rooted. The rooting rate was determined 100% for each medium. However, there are significant differences among the media in view of the number of roots and length of roots. The best medium was detected as $\frac{1}{4}$ MS for the number of roots (21.42) and length of roots (5.77 cm). As the strength of the MS media decreases, the quality of root development increases. Plants growing in

the different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media containing 1 mg L^{-1} IBA were presented in Figure 2.

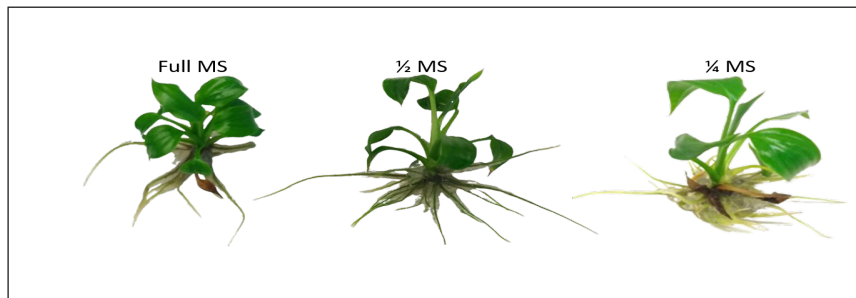


Figure 2. Plants growing in the different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media containing 1 mg L^{-1} IBA

3.3. *In Vitro* Rooting

Rooted plants from different strengths (full, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) of MS media were moved to plastic pots. The plants were successfully survived in the greenhouse conditions. There were no statistical differences among the treatments and the survival rate were %100 in all treatment. Plant growing in the greenhouse are presented in Figure 3.

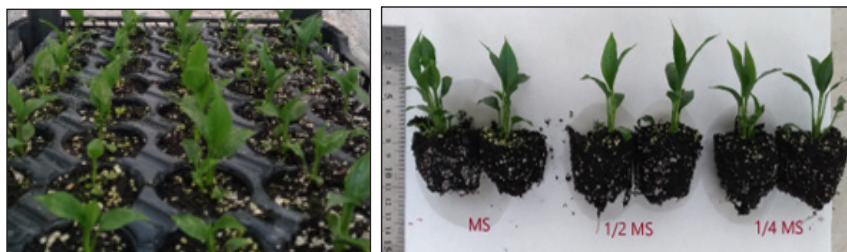


Figure 3. Plant growing in the greenhouse.

The content of the medium, type and concentration of plant growth regulator are very important in plant tissue culture experiments. Ramires-Malagon et al (2001) reported that a maximum of 11.6 shoots per explant were obtained from *in vitro* micropropagation of cultivar Petite (*Spathiphyllum floribundum* cv. Petite). Dewir et al. (2006) used different concentrations of IBA and NAA together with BA in their micropropagation studies conducted on *S. cannifolium* to determine the most effective protocol. They obtained the highest number of shoots in the medium containing 13.32 mM BA and 4.9 mM IBA. Kaçar et al. (2005) used MS me-

dium containing BA and PBA plant growth regulators at different concentrations for the micropropagation of 'Sweet Pablo' spathiphyllum variety and stated that PBA gave more effective results than BA in obtaining healthy and strong shoots. Geneyikli (2009) used different concentrations of Kin, BA and NAA to determine the most successful plant growth regulator on micropropagation of three different spathiphyllum cultivars (Sweet Dario, Sweet Chico, Sweet Cupido) and found that the most effective micropropagation medium for all three cultivars was MS medium containing 1 mg L⁻¹ BA. Ibrahim et al. (2016), reported that MS medium supplemented with 0.5 mg L⁻¹ BA gave the maximum shoots numbers/explant in *S. connifolium*.

The MS medium generally gives successful results in spathiphyllum micropropagation studies. However, there is not any study on the different strengths of the MS medium for spathiphyllum. In some plant tissue culture studies, it was determined that higher success was achieved at low strengths of MS. Lee and Paek (2012), compared the different strengths of MS (2, 1, 3/4, 1/2 and 1) to produce biomass and bioactive compounds of *Eleutherococcus koreanum* Nakai, growing in forests of Jeju Island. They reported that 1/2 MS is the best suitable strength for bioactive compound and biomass productions. Hilae and Te-chato (2005) reported that they obtained better results by reducing the strength of MS for root formation in oil palm somatic embryo germination. In plant tissue culture, both private organizations and research institutions give importance to the cost issue. With this study, it has been shown that savings can be achieved by using low concentrations of MS. It has been proven that similarly successful results are obtained with lower costs.

4. CONCLUSION

The demand for spathiphyllum, which has an important place in the ornamental plant market, is increasing day by day. For this reason, it is important to benefit from classical methods and tissue culture techniques in spathiphyllum propagation. It is important to reduce the cost of plant tissue culture studies. In this study, the effects of using lower concentrations of MS on spathiphyllum micropropagation and rooting were investigated. We attempted to obtain a cost-effective *in vitro* micropropagation and rooting protocol for spathiphyllum. For this purpose, different strengths (1, 1/2 and 1/4) of MS were used in the study. The best results in micropropagation were obtained from 1 MS strength. In the rooting stage, no difference was found among the strengths of MS. In addition, acclimated plants showed good growth even though they came from low MS strengths. These results showed that 1/2 and 1/4 MS strengths could be used instead of full MS in *in vitro* rooting studies of spathiphyllum.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

Author Contribution Rates

Design of Study: DD (%50), MHE (%10), BB (%10), ÖŞ (%15), YAK (%15)

Data Acquisition: DD (%50), MHE (%15), BB (%10), ÖŞ (%15), YAK (%10)

Data Analysis: DD (%50), MHE (%5), BB (%5), ÖŞ (%20), YAK (%20)

Writing Up: DD (%50), MHE (%5), BB (%5), ÖŞ (%20), YAK (%20)

Submission and Revision: DD (%50), MHE (%0), BB (%0), ÖŞ (%0), YAK (%50)

REFERENCES

- Bandyopadhyay, T.K., Bandyopadhyay, M., da Silva, J.A.T., Paul, S., Dam, A., Ghosh, P.D., 2011. An efficient micropropagation protocol to control abnormality in longterm shoot cultures of *Spathiphyllum floribundum* (L.) 'Petite'. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 5(1): 57-63.
- Bringslimark, T., Hartig, T., Patil, G.G., 2009. The psychological benefits of indoor plants: A critical review of the experimental literature. *Journal of Environmental Psychology*, 29(4): 422-433. doi: 10.1016/j.jenvp.2009.05.001
- Das, A., Paul, A.K., Chaudhuri, S., 2000. Micropropagation of *Spathiphyllum wallisii*-an important ornamental plant. *Horticultural Journal*, 13(2): 71-75.
- Dewir, Y.H., Chakrabarty, D., Hahn, E.J., Paek, K.Y., 2006. A simple method for mass propagation of *Spathiphyllum cannifolium* using an airlift bioreactor. *In Vitro Cellular Developmental Biology - Plant*, 42: 291-297. https://doi.org/10.1079/IVP2006764
- Dönmez, D., 2022. Regeneration of plants from alginate-encapsulated shoot tips of myrtle (*Myrtus communis* L.). *Erwerbs-Obstbau*, 1-8. doi: 10.1007/s10341-021-00632-z
- Dönmez, D., Şimşek, Ö., Kaçar, Y.A., 2016. Genetic engineering techniques in fruit science. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 2(12): 115-128.
- Fan, S., Mao, F., Liu, B., Jian, D., Li, X., Zuo, X., 2019. Tissue culture and rapid propagation of *Spathiphyllum kochii* Engl. et Krause. *Agricultural Biotechnology*, 8(2): 86-89.
- Geneyikli, E., 2009. Researches on micropropagation for 'barış zambağı' (spathiphyllum) varieties. MSc. Thesis, Department of Biotechnology, Institute of Natural and Applied Sciences, University of Çukurova, Turkey.
- Hilae, A., Te-chato, S., 2005. Effects of carbon sources and strength of MS medium on germination of somatic embryos of oil palm (*Elaeis quineensis* Jacq.). *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 27(3): 629-635.
- Ibrahim, S.M., Hashish, K.I., Taha, L.S., Mazhar, A.A., Kandil, M.M., 2016. In vitro culture protocol, micropropagation, acclimatization and chemical constituents of *Spathiphyllum cannifolium* plant under copper concentration effect. *International Journal of PharmTech Research*, 9(12): 33-41.
- Kaçar, Y.A., Dönmez, D., Biçen, B., Erol, M.H., Şimşek, Ö., Mendi, Y.Y., 2020. Micropropagation of spathiphyllum with temporary immersion bioreactor system. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(5): 1195-1200. doi: 10.24925/turjaf.v8i5.1195-1200.3364
- Kaçar, Y.A., Mendi, Y.Y., Cetiner, S., Serce, S., 2005. The effect of cytokinin type and concentration on multiplication rate of spathiphyllum (fam. Araceae). *Asian Journal of Plant Sciences*, 4(4): 401-404.

- Kurtuluş, O., Dönmez, D., Biçen, B., Şimşek, Ö., Çimen, B., Yeşiloğlu, T., Küden, A. Aka Kaçar, Y., 2021. Investigation of Micropropagation and Rooting Performances of Some Citrus Hybrids in *in vitro* Conditions. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31 (1): 19-29. doi: 10.29133/yyutbd.810784
- Lee, E.J., Paek, K.Y., 2012. Enhanced productivity of biomass and bioactive compounds through bioreactor cultures of *Eleutherococcus koreanum* Nakai adventitious roots affected by medium salt strength. *Industrial crops and products*, 36(1): 460-465. doi:10.1016/j.indcrop.2011.10.033
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497.
- Ramirez-Malagon, R., Borodanenko, A., Barrera-Guerra, J.L., Ochoa-Alejo, N., 2001. Shoot number and shoot size as affected by growth regulators in *in vitro* cultures of *Spathiphyllum floribundum* L. *Scientia Horticulturae*, 89(3): 227-236. doi: 10.1016/S0304-4238(00)00236-3
- Rezali, N.I., Sidik, N.J., Saleh, A., Osman, N.I., Adam, N.A.M., 2017. The effects of different strength of MS media in solid and liquid media on *in vitro* growth of *Typhonium flagelliforme*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(2): 151-156. doi:10.1016/j.apjtb.2016.11.019
- Richardson, E.A., Pearce, J., Mitchell, R., Kingham, S., 2013. Role of physical activity in the relationship between urban green space and health. *Public health*, 127(4): 318-324. doi: 10.1016/j.puhe.2013.01.004
- Sevindik, B., Tutuncu, M., Izgu, T., Tagipur, E.M., Curuk, P., Yilmaz, O., ... Mendi, Y.Y., 2017. Micropropagation of *Erodium olympicum* endemic to Turkey. *American Journal of Plant Biology*, 2(3-1): 24-27. doi: 10.11648/j.ajpb.s.2017020501.14
- Şimşek, Ö., Dönmez, D., Aka Kaçar, Y., 2018. Investigation into performance of some citrus rootstocks in *in vitro* drought stress conditions. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 28(3): 305-310. doi: 10.29133/yyutbd.428140
- Şimşek, Ö., Biçen, B., Dönmez, D., Kaçar, Y.A., 2017. Effects of different media on micropropagation and rooting of Myrtle (*Myrtus communis* L.) in *in vitro* conditions. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 3(10): 54-59.
- Teixeira da Silva, J.A., Giang, D.D.T., Tanaka, M., 2006. Photoautotrophic micropropagation of spathiphyllum. *Photosynthetica*, 44(1): 53-61. doi: 10.1007/s11099-005-0158-z
- Tütüncü, M., Özcan, M., Mendi, Y.Y., 2019. Bazı sıklamen türlerinde farklı doku kültürü ortamlarının gynogenesis üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34: 239-249.
- Yazici, K., 2020. Importance of Indoor Ornamental Plants and Determination of Consumer Trends: A Case Study in Tokat City. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 22(3): 738-747. doi: 10.24011/barofd.743195



The Influence of Different Nitrogen Doses on Yield and Yield Components of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)

Farklı Azot Dozlarının Karabuğday
(*Fagopyrum esculentum* Moench)'in
Verim ve Verim Öğelerine Etkisi

Nimet KATAR¹, Duran KATAR², Mustafa CAN³

¹Agriculture and Forestry Provincial Directorate, Eskişehir
• nimetkatar@gmail.com • ORCID > 0000-0003-0699-167X

²Department of Field Crops, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir
• durankatar6060@gmail.com • ORCID > 0000-0003-1340-8040

³Agriculture and Forestry Provincial Directorate, Uşak
• mustafican@gmail.com • ORCID > 0000-0003-1533-7039

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 03 Mart/ March 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 20 Nisan/ April 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 593-602

Atf/Cite as: Katar, N., Katar, D., Can, M. "The Influence of Different Nitrogen Doses on Yield and Yield Components of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)" *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 37(3), October 2022: 593-602.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mustafa CAN

THE INFLUENCE OF DIFFERENT NITROGEN DOSES ON YIELD AND YIELD COMPONENTS OF BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM eSCULENTUM* MOENCH)

ABSTRACT

In this study, the effects of five different doses of nitrogen (0, 50, 100, 150 and 200 kg N ha⁻¹) on yield and yield components of buckwheat (güneş variety) were investigated. The field experiments were carried out under Eskişehir of Turkey ecological conditions using randomized complete block design with three replications in 2018 and 2019. Depending on the nitrogen doses applied in the study, plant height, number of branches per plant, 1000 seed weight, hectoliter weight, crude protein content and seed yield values of buckwheat were determined. Considering the average values of the two years for the characters examined in the research, they varied between 70.34-93.76 cm, 1.41-2.61 number, 22.56-30.54 gr, 54.51-69.04 kg, 8.33-11.22% and 0.95-1.83 t ha⁻¹, respectively. When the results obtained from the study were evaluated, it was determined that the most suitable nitrogen dose for buckwheat cultivation was 150 kg N ha⁻¹.

Keywords: Buckwheat, Nitrogen, Seed Yield, Crude Protein Content, Hectoliter Weight.



FARKLI AZOT DOZLARININ KARABUĞDAY (*FAGOPYRUM eSCULENTUM* MOENCH)'İN VERİM VE VERİM ÖĞELERİNE ETKİSİ

ÖZ:

Bu çalışmada, beş farklı azot (0, 50, 100, 150 ve 200 kg N ha⁻¹) dozlarının karabuğday (güneş çeşidi)'in verim ve verim öğelerine etkisi incelenmiştir. Tarla denemeleri, Eskişehir ekolojik koşulları altında 2018 ve 2019 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada uygulanan azot dozlarına bağlı olarak karabuğdayın bitki boyu, dal sayısı, 1000 tohum ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, ham protein içeriği ve tohum verimi belirlenmiştir. Araştırmada iki yılın ortalama değerleri dikkate alındığında bitki boyu 70.34-93.76 cm, bitki başına dal sayısı 1.41-2.61 adet, bin tohum ağırlığı 22.56-30.54 gr, hektolitreye ağırlığı 54.51-69.04 kg, ham protein oranı % 8.33-11.22 ve tohum verimi 0.95-1.83 t ha⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, karabuğday yetiştiriciliği için en uygun azot dozunun 150 kg N ha⁻¹ olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karabuğday, Azot, Tohum Verimi, Ham Protein Oranı, Hektolitreye Ağırlığı.

INTRODUCTION

Buckwheat belonging to the *Fagopyrum* genus of the Polygonaceae family is an annual and dicotyledonous plant. Although the plant originated in Central Asia, it was later taken to Central and Eastern European countries by nomads (Schoenlechner et al., 2008; Wajid et al., 2015; Mota et al., 2016). There are two important species of the genus *Fagopyrum*, which are widely cultivated in different parts of the world. These are common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and tatar buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). The products of this two species are used as raw materials in the production of buckwheat tea, groats, flour and noodles (Zhang et al., 2012). It was reported that common buckwheat has nutritional properties such as proteins, minerals, natural antioxidants, vitamins (especially B group) and dietary fibre (Alamprese et al., 2007).

The seeds of the plant can be used for human and animal nutrition as well as for medicinal purposes (Janos and Gocs, 2009). For example, it is also used in the treatment of various diseases due to phenolic antioxidants, aromatic compounds and bioactive metabolites (fagopyrin, etc.) in the seed and vegetative part of the plant (Kreft et al., 1999). The flour obtained from seeds of plant have a effect on control of diabetes and in the treatment of cardiovascular and high blood pressure diseases (Bluett, 2001; Srinivasan et al., 2005). In addition, buckwheat is used to control weeds and as green manure (Janos and Gocs, 2009). Buckwheat, which has the potential to adapt to regions with different climates, is commonly cultivated in the northern hemisphere (Zhang et al., 2012; Mota et al., 2016). The fact that the high yield increases in the grain yield of cereals could not be achieved in buckwheat in the 20th century caused a worldwide decrease in the consumption and cultivation of buckwheat (Schoenlechner et al., 2008; Nurzynska-Wierdak, 2013).

It is known that the two most important producing countries of buckwheat in the world are Russia and China, respectively (Zhang et al., 2012). In the last few decades, interest in buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) has increased due to the increasing demand for gluten-free diets, and the area where the plant is grown has exceeded 2.5 million hectares and an annual production of approximately 2 million tons were realized (Mota et al., 2016).

Plants need sufficient nutritional element for optimal growth. It is known that a suitable mineral nutrition is an important factor in revealing the yield and quality potential of the plant by positively affecting both the appropriate nutritional status of the plant and the physiological balance between the nutrients in the plant. (Skubij et al., 2020).

It was reported that nitrogen fertilizations are important factors affecting grain yield and protein content of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) (Ba-

burkova et al., 1999). However, when nitrogen fertilizers are applied more or less than the optimum dose, the yield and quality of the product decreases. Moreover, when excessive nitrogen application is continuous, it also causes environmental problems (Moniruzzaman et al., 2014).

Some studies were conducted investigating the effect of nitrogen fertilizer on yield and yield components of buckwheat in different regions of the world (Omid-baigi et al., 2004; Inamullah et al., 2012; Okudan and Kara, 2015).

However, it is necessary to determine the most appropriate nitrogen dose by field experiments before a new plant is cultivated in a region.

In this study, it was aimed to determine the effect of various nitrogen levels on the yield and yield component of buckwheat under Eskişehir ecological conditions.

2. MATERIAL AND METHODS

The seeds of the Güneş variety of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) obtained from the TR Ministry of Agriculture and Forestry Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute were used as plant material in field trials. Field trials were established in the Experimental field of Eskisehir Forest Nursery Directorate in 2018 and 2019 (39°46'N, 30°32' E, altitude 732 m). Soil samples taken from the experimental plots (at a depth of 60 cm) in both years were subjected to physicochemical analysis and the obtained values were presented in Table 1. As seen in Table 1, the soil samples analyzed in 2018 and 2019 had organic matter rates of 2.8% and 3.1%, P_2O_5 (56.7 and 53.8 kg ha⁻¹), K_2O (2294 and 2379 kg ha⁻¹), a slight alkaline pH (7.3 and 7.4), 0.03 and 0.04 dS m⁻¹ EC and CaCO₃ ratios of 6.9% and 5.3%, respectively.

Table 1. Some physical and chemical properties of soils in experimental fields*

Texture	Lime (%)	EC (dS m ⁻¹)	Available Phosphorus (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	Available Potassium (kg K ₂ O ha ⁻¹)	pH	Organic Matter (%)
Loamy (2018)	6.9	0.03	56.7	2294	7.3	2.8
Loamy (2019)	5.3	0.04	53,8	2379	7.4	3.1

* Soil analysis was carried out in the laboratory of Forest Soil and Ecology Research Institute-Eskisehir

The climate data of the experiment location were presented in Table 2. During the cultivation period of 2018 and 2019, when field trials were conducted, the total rainfalls and mean temperatures were recorded as 191.4 mm, 143.8 mm and

17.8°C, 17.6°C, respectively. It was determined that the precipitation and temperature values of the years in which the experiments were carried out were higher than the precipitation and temperature values of the long years of the region (Table 2).

Field trials were carried out using 5 different N doses (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) in a randomized block design with 3 replications. On April 15, 2018 and April 18, 2019, seeds were sown with 80 kg ha⁻¹ sowing norm and 3-4 cm sowing depth on the trial plots where the necessary soil tillage was done (Acar et al., 2011; Katar and Katar, 2017; Kaya, 2018). There were 6 rows of plants in the plots, the row length was 5 m and the inter-row spacing was 25 cm (Güneş et al., 2012). All of the phosphorus fertilizer (40 kg P₂O₅ ha⁻¹) was applied during planting sowing. Half dose of nitrogen was applied during sowing and the other half dose of nitrogen was applied after two weeks from plants emergence.

Table 2. *The precipitation and temperature values of the experiment area for 2018-2019 and many years**

Months	Monthly recipitation (mm)			Mean Temperature (°C)		
	2018	2019	LYA**	2018	2019	LYA**
April	16,80	38,6	43.1	13,60	10.2	9.6
May	72,00	30.3	40.0	16,40	17.4	14.9
June	60,60	57.5	23.7	19,30	21.1	19.1
July	42,00	17.4	13.1	21,90	21.8	22.1
Total	191,4	143.8	119.9	-	-	-
Mean	-	-	-	17.8	17.6	16.4

*Data were taken from Eskisehir Regional Meteorological Service,** LYA: Long Year Average

After the plants have completed their emergence, weed control was done manually and with a hoeing tool. The plots were irrigated twice in both 2018 and 2019, the first in the first half of June and the second at the end of June. No pesticides have been applied to combat diseases and pests. The plants were harvested on 19.07.2018 and 22.07.2019, when about 75-80% of the grains turned brown. During the harvest, the first and last rows of each parcel and 0.5 m from both ends of the rows were discarded as border effect.

Single plant values were determined by measuring and weighing 10 selected different plants from each plot. Harvested plants were dried in the shade for 7-10 days, then threshing and cleaning was done. Seed yields per hectare were calculated over plot yields. The samples taken from the grains obtained from the harvested plots were weighed in a 1/4 liter hectoliter instrument, and then the hectoliter

weight was calculated by multiplying the obtained value by 4. In order to determine the crude protein ratios (%), the total nitrogen (N) contents of the whole grain samples were determined by using a nitrogen (N) analyzer (LECO FP628) working with the Dumas combustion method (AACC Metot 46-30), and then the nitrogen contents were calculated by multiplying by 6.25 (Ikeda et al., 2001; Elgun et al., 2002).

SPSS program was used in the statistical analysis of all data and the significant means were compared by the Tukey test at the 5% level.

3. RESULT AND DISCUSSION

Data regarding plant height of buckwheat as affected by various N doses are presented in Table 3. Years and different N doses had a significant impact on plant height. However, year x nitrogen doses interaction had not a significant effect on plant height. Plant height values of buckwheat were higher in 2019. This difference could be due to the monthly change of climatic factors such as temperature. Ekberli et al. (2005) reported that functional relationships among N fertilizer doses, grain and straw yield depending on climatic conditions, and different amount of grain yield with fertilizer applications were determined. The researchers used the relationships between grain yield and fertilizer doses, hydrothermic constant (HTC) and precipitation. In addition, they reported that when amount of nitrogen fertilizer was 22.68 kg da^{-1} and $\text{HTC} \approx 0.504$, maximum yield was estimated as $1043.63 \text{ kg da}^{-1}$, when total precipitation amount was 126.1 mm and amount of nitrogen fertilizer was 22.69 kg da^{-1} in the same vegetation period (June-September), maximum yield was estimated as $945.21 \text{ kg da}^{-1}$. Plant height increased significantly in application of nitrogen compared to the control plants. The highest plant height (93.76 cm) was obtained in the nitrogen application of 200 kg ha^{-1} (Table 3). Similar to these findings, it were reported that plant height increases with increasing nitrogen levels in buckwheat (Saini and Negi, 1998; Inamullah et al., 2012; Okudan and Kara, 2015).

Data regarding number of branches per plant of buckwheat affected by nitrogen levels are presented in Table 3. The table shows that nitrogen affected number of branches per plant significantly ($p < 0.01$). The number of branches per plant of buckwheat depending on different nitrogen levels varied between 1.41 and 2.61. Maximum number of branches per plant was produced in plots which received 200 kg N ha^{-1} while the lowest number of branches per plant was produced in plots where N was not applied (Table 3). In studies on buckwheat, Katar and Katar (2017) and Kaya (2018) found the number of branches per plant to be 1.71-3.13 and 0.33-2.86 number, respectively. In parallel with this study, Inamullah et al. (2012) reported that number of branches per plant increased significantly increasing N applicaiton in *Fagopyrum esculentum*.

The years and nitrogen doses had a significant effect on 1000 seed weight (g). While mean 1000 seed weight was 27.46 g in 2018, it was 28.82 g in 2019. According to the mean of two-year, the seed yield ranged from 22.56 to 30.54 g and the highest value was determined in 200 kg N ha⁻¹. However, in terms of 1000 seed weight, there was no statistically significant difference between 150 kg N ha⁻¹ and 200 kg N ha⁻¹ doses (Table 3). These findings are in agreement with Inamullah et al. (2012) and Kara et al. (2016), who found that 1000 seed weight of buckwheat increases with nitrogen application.

The results in Table 3 indicated that there were significant differences among N doses for hectoliter weight of buckwheat. The increase in the doses of applied N also increased hectoliter weight of the buckwheat. As the mean of two-year, the maximum hectoliter weight (69.04 kg) were recorded by 200 kg N ha⁻¹ doses, meanwhile in the control plants recorded the lowest value (54.51 kg) (Table 3). These results indicate that the best hectoliter weight of buckwheat was obtained with 200 kg ha⁻¹ annual nitrogen. In addition, the effect of years was significant on hectoliter weight of buckwheat. This can be explained by the fact that climate factors such as temperature and solar radiation change from year to year. Kara and Gurbuzer (2018) found the hectoliter weight of buckwheat to be between 51.88-56.47 kg hL⁻¹. It was reported that the hectoliter weight in wheat varies depending on factors such as genotype, cultivation practices, environmental conditions, diseases and pests (Atli, 1999).

The effects of the years and nitrogen doses on crude protein content were found to be significant. The crude protein content was higher in 2019 compared to 2018 (Table 3). This is probably due to the average temperature values of annual, higher in 2019 than in 2018 (Table 2). The crude protein content of buckwheat ranged from 8.33% to 11.22% and the highest value was recorded in 200 kg N ha⁻¹ doses. However, the crude protein content of buckwheat increased significantly up to 50 kg N ha⁻¹ (Table 3). It has been reported that the protein content of buckwheat varies between 8.51% and 18.87% depending on the species (Yildiz and Yalcin, 2013). In addition, the crude protein content of buckwheat is affected by genetic material used, climate and soil characteristics of the cultivation location (Vojtiskova et al., 2012). Furthermore, it were reported that especially the high amount of mineral nitrogen in the soil increases the protein content in buckwheat cultivation (Barta et al., 2004; Omidbaigi et al., 2004). The results of the study are in agreement with the observations by Kara et al. (2016), who reported that crude protein content increases using nitrogen fertilizer in buckwheat.

The most important characteristic of buckwheat is undoubtedly the seed yield per hectare. The results in Table 3 show that nitrogen application had significant effect on the seed yield. The lowest seed yield (0.95 t ha⁻¹) was harvested from control treatment (N0). The highest seed yield (1.83 t ha⁻¹) was collected from the

plants treated with 200 kg N ha⁻¹. However, there was no significant difference between 150 and 200 kg N ha⁻¹. In the studies conducted on buckwheat by Kara et al. (2016), Fang et al. (2018) and Kaya (2018), seed yield per hectare, were found to be 0.34-1.45 t, 1.13-1.40 t and 0.44-1.65 t, respectively. The differences of seed yield obtained in the studies may be due to the difference of the plant material used (different genotypes) and the changing ecological conditions of study areas such as temperature, light intensity etc. This results were in agreement with the findings of Omidbaigi et al. (2004) and Inamullah et al. (2012), who recorded that seed yield of buckwheat increases with increasing nitrogen.

Table 3. The effect of different nitrogen doses on yield and yield components of buckwheat

Nitrogen Doses (kg ha ⁻¹)	Plant Height (cm)			Number of Branches Per Plant		
	2018	2019	Mean	2018	2019	Mean
0	69.78	70.89	70.34 e	1.39	1.44	1.41 d
50	79.93	81.95	80.95 d	1.79	1.87	1.83 c
100	84.51	87.79	86.15 c	1.88	1.98	1.93 c
150	89.44	91.65	90.54 b	2.15	2.28	2.22 b
200	91.32	96.21	93.76 a	2.54	2.67	2.61 a
Mean	83.00 B	85.70 A		1.95 B	2.05 A	
Years (Y)	**			**		
Nitrogen (N)	**			**		
Y x N	ns			ns		
CV (%)	10.31			21.42		
Nitrogen Doses (kg ha ⁻¹)	1000 Seed Weight (g)			Hectoliter Weight (kg hl ⁻¹)		
	2018	2019	Mean	2018	2019	Mean
0	22.14	22.98	22.56 c	53.50	55.51	54.51 d
5	28.03	29.31	28.67 b	61.63	64.47	63.05 c
10	28.45	29.95	29.20 b	62.68	66.00	64.34 bc
15	28.91	30.55	29.73 ab	64.15	67.81	65.98 b
20	29.78	31.30	30.54 a	67.32	70.75	69.04 a
Mean	27.46 B	28.82 A		61.86 B	64.91 A	
Years (Y)	**			**		
Nitrogen (N)	**			**		
Y x N	ns			ns		
CV (%)	10.88			8.61		
Nitrogen Doses (kg ha ⁻¹)	Crude Protein Content (%)			Seed Yield (t ha ⁻¹)		
	2018	2019	Mean	2018	2019	Mean
0	8.18	8.47	8.33 b	0.92	0.97	0.95 d
5	10.37	10.85	10.61 a	1.43	1.50	1.46 c
10	10.90	11.48	11.19 a	1.61	1.69	1.65 b
15	10.77	11.38	11.07 a	1.70	1.80	1.75ab
20	10.94	11.50	11.22 a	1.78	1.87	1.83 a
Mean	10.23 B	10.73 A		1.49 B	1.56 A	
Years (Y)	**			**		
Nitrogen (N)	**			**		
Y x N	ns			ns		
CV (%)	12.38			21.69		

** Significant at the $p \leq 0.01$ probability level, ns: Not significant, CV: Coefficient of variation.

The difference between the means in the same columns followed by the same small letters and in the same rows followed by the same capital letters is statistically insignificant according to the Tukey test.

In the study, a positive correlation was found between plant height, number of branches, 1000 seed weight, hectoliter weight, crude protein content and seed yield. Positive correlation between seed yield and plant height, seed yield and 1000 seed weight, respectively, was the strongest. On the contrary, the lowest positive correlations were observed between the number of branches and crude protein content, 1000 seed weight and the number of branches, respectively (Table 4).

Table 4. Coefficient of correlation between the examined parameters of buckwheat in relation to different nitrogen doses

	Plant Height	Number of Branches	1000 Seed Weight	Hectoliter Weight	Crude Protein Content
Number of Branches	0.922**				
1000 Seed Weight	0.915**	0.793**			
Hectoliter Weight	0.945**	0.912**	0.919**		
Crude Protein Content	0.841**	0.721**	0.892*	0.828**	
Seed Yield	0.964**	0.857**	0.945**	0.918**	0.844**

** : significant correlation at a level of $p \leq 0.01$

4. CONCLUSION

Nitrogen fertilizer had significant effects on the plant height, number of branches per plant, 1000 seed weight, hectoliter weight, crude protein content and seed yield of common buckwheat. The all characters examined in the study increased with nitrogen fertilizer. While the crude protein content was affected the least by nitrogen application, plant height, number of branches per plant and hectoliter weight were affected the most. As a result of this research, it can be said that the most suitable nitrogen level for buckwheat cultivation is 150 kg N ha^{-1} .

Conflict of Interests

The authors declare that they have no conflict of interest

Ethic

This study does not require any ethics committee approval

Author Contribution Rates

Design of Study: NK (%40), DK (%40), MC (%20)

Data Acquisition: NK (%40), DK (%40), MC (%20)

Data Analysis: NK (%25), DK (%25), MC (%50)

Writing up: NK (%20), DK (%20), MC (%60)

Submission and Revision: NK (%20), DK (%20), MC (%60)

REFERENCES

- Acar, R., Gunes, A., Gumadov, N., Topal, İ., 2011. Effects of different plant densities on the yields and some yield components of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 25 (3): 47-51.
- Alamprese, C., Casiraghi, E., Pagani, M., 2007. Development of gluten-free fresh egg pasta analogues containing buckwheat. European Food Research and Technology, 225: 205-213. 10.1007/s00217-006-0405-y.
- Atli, A., 1999. Wheat and Quality of Wheat and Products. Symposium: Problems and Solutions of Cereal Husbandry in Central Anatolia Region, pp. 498-506, 8-11 June, Konya, Turkey.
- Baburkova, M., Valinová, J., Moudrý, J., 1999. Influence of nitrogen fertilizer application on yield and chemical composition of buckwheat seeds. Series of Crop Sciences, 16: 35-40.
- Barta, J., Kalinová, J., Moudrý, J., Curn, V., 2004. Effect of environmental factors on protein content and composition in buckwheat flour. Cereal Research Communications, 32(4): 541-548.
- Bluett, CH., 2001. Managing Buckwheat Production in Australia. Rural Industries Research and Development Corporation, Australia.
- Ekberli, İ., Horuz, A., Korkmaz, A., 2005. Effects of climate factors on yield and nitrogen content of corn in nitrogen fertilization. Journal of Faculty of Agriculture, Omu, 20(1): 12-17.
- Elgun, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancilar H.G., 2002. Guide to analytical quality control and laboratory practice in grains and products. Atatürk University, Faculty of Agriculture, Publication no: 335, 3rd ed., Erzurum.
- Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, Y., Zhang, Y., She, H., Liu, X., Ruan, R., Yuan, X., Yi, Z., 2018. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). Field Crops Research, 219: 160-168. 10.1016/j.fcr.2018.02.001.
- Gunes, A., Topal, İ., Koc, H., Akacik, A.G., Bayrak, H., Ozcan, G., Tas, M.N., Acar, R., 2012. Effects of different planting times on the yields and some yield components of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.), Medicinal and Aromatic Plants Symposium, 10-14, 13-15 September 2012, Tokat.
- Ikeda, S., Tomura, K., Yamashita, Y., Kreft, I., 2001. Minerals in buckwheat flours subjected to enzymatic digestion. *Fagopyrum*, 18: 45-48.
- Inamullah, GS, Ayub, M., Khan, A., Anwar, S., Khan, S., 2012. Response of common buckwheat to nitrogen and phosphorus fertilization. Sarhad J. Agric, 28 (2): 171-178.
- Janos, L., Gocs, L., 2009. Second crop buckwheat in Nyirseg regions. Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului, 19: 190-195.
- Kara, B., Gullu, Celebi, F., Kara, N., Atar, B., 2016. Efficiency of different nitrogen forms in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 4(6): 515-518.
- Kara, N., Gurbuzer, G., 2018. Investigation of cultivate possibility at different sowing times under natural rainfed conditions of Isparta as spring of buckwheat. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6(1): 46-50.
- Katar, D., Katar, N., 2017. Determination of sowing rates of different buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivars under Eskişehir ecological conditions. Journal of Field Crops Central Research Institute, 26 (1): 31-39.
- Kaya, E., 2018. Effect of different sowing norms and times on yield and some yield components at buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in Kütahya-Altıntaş conditions. Master of Science Thesis. Eskişehir Osmangazi University, Institute of Science, p.69, Eskişehir.
- Kreft, S., Knapp, M., Kreft, I., 1999. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(11): 4649-4652.
- Moniruzzaman, M., Rahman, M.M., Hossain, M.M., Karim, A.J.M.S., Khaliq, Q.A. 2014. Response of coriander foliage to different rates and methods of nitrogen application. Bangladesh J. Agril.Res., 39: 359-371.
- Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A.S., Torres, D., Castanheira, I., 2016. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. Food Chemistry 193: 55-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.043>.

- Nurzynska-Wierdak, R., 2013. Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medicinal plants. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 12(5): 3-16.
- Okudan, D., Kara, B., 2015. Effects of different nitrogen doses on grain yield and quality of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 19(3): 74-79.
- Omidbaigi, R., De Mastro, G., Bahrami, K., 2004. Influence of nitrogen and phosphorus fertilization on the grain characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat*. Prague. Pp: 457-460.
- Saini, J.P., Negi, S.C., 1998. Effect of spacing and nitrogen on Indian buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) under dry temperate condition. *Indian J. Agron.* 43: 351-354.
- Schoenlechner, R., Siebenhandl, S., Berghofer, E., 2008. Pseudocereals. In: Arendt, E.K., Bello, F.D. editors. *Gluten-free cereal products and beverages*. Academic Press. Chapter 7. pp. 149-190.
- Skubij, N., Dzida, K., Jarosz, Z., Pitura, K., Jaroszek-Sierocińska, M., 2020. Nutritional value of savory herb (*Satureja hortensis* L.) and plant response to variable mineral nutrition conditions in various phases of development. *Plants*, 9: 706; doi:10.3390/plants9060706.
- Srinivasan, K., Kaul, C.L., Ramarao, P., 2005. Partial protective effect of rutin on multiple low dose streptozotocin-induced diabetes in mice. *Indian J. Pharmacol.*, 37: 327-328.
- Vojtiskova, P., Kmentova, K., Kuban, V., Kracmar, S., 2012. Chemical composition of buckwheat plant (*Fagopyrum esculentum*) and selected buckwheat products. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1 (Special Issue):1011-1019.
- Wajid, M., Aslam, M.S., Uzair, M., 2015. Genus fagopyrum: phytochemical and ethnopharmacological review. *Ind Res J Pharm & Sci.*, 2(1): 1-14.
- Yildiz, N., Yalcin, E., 2013. Chemical, nutritional and technological properties of buckwheat. *Food*, 38 (6): 383-390.
- Zhang, Z.L., Zhou, M.L., Tang, Y., Li, F.L., Tang, YX., Shao, J.R., Xue, W.T., Wu, Y.M., 2012. Bioactive compounds in functional buckwheat food. *Food Research International*, 49 (1): 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.035>.



Comparative Assessment of Macroeconomic Indicators Growth Performance Between India and Nigeria

Makroekonomik Göstergelerin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi Hindistan ve Nijerya Arasındaki Büyüme Performansı

Isah Musa AHMAD¹, Sadiq Mohammed SANUSI², Mohammed GONI³

¹National Agricultural Extension Research and Liaison Services, ABU, Zaria.
• imamgarki@gmail.com • ORCID > 0000-0001-5878-6139

²Department of Agricultural Economics and Extension, Federal University Dutse, Dutse, Nigeria
• sadiqsanusi30@gmail.com • ORCID > 0000-0003-4336-5723

³National Agricultural Extension Research and Liaison Services, ABU, Zaria.
• gonimuhammad4050@gmail.com • ORCID > 0000-0003-4224-2430

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 09 Mart/ March 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 06 Ekim/ October 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 603-616

Atıf/Cite as: Ahmad, M, I., Sanusi, M, S., Goni, M. "Comparative Assessment of Macroeconomic Indicators Growth Performance Between India and Nigeria " Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 603-616.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sadiq Mohammed SANUSI

COMPARATIVE ASSESSMENT OF MACROECONOMIC INDICATORS GROWTH PERFORMANCE BETWEEN INDIA AND NIGERIA

ABSTRACT

India and Nigeria were colonized by the British empire, got their independence within a given time range, and are among the largest growing economies among developing nations; they were ranked 1st and 3rd most populous among the common wealth countries respectively and both the countries houses significant population of malnourished, poor and food insecure people. The paper comparatively assessed the macroeconomic growth performance between the two countries using time series data that spanned from 1990-2020. A compound growth rate model was fitted to the data to confirm the trend of acceleration, deceleration or stagnation during the period. The results of the study revealed the mean values of the GDP and the GNI in US dollars at constant prices for India were higher than that of Nigeria by almost 7 times, while Nigeria's per capita GDP was higher than that of India under the reference period. With respect to the GDP and the per capita GDP growth rates, India recorded lower growth but more stable than Nigeria. Further, both the countries recorded the highest GDP contributions from the service sector (46 per cent in India and 35 per cent in Nigeria). But the growth rate shows stability in Indian Service sector in contrast to the highest instability in the agricultural sector. In Nigeria, on the other hand, the agricultural sector got the highest growth contribution to the GDP growth-though stagnant and instable, while the service sector's growth contribution to GDP growth was the lowest among other variables. It is recommended that increase budget share to agriculture through proper funding of research, credit support and extension service would help to repositioned agriculture back to its higher (of about 50 per cent) GDP contribution and compete vigorously with other economic sectors in income generation, employment opportunities and poverty reduction in both India and Nigeria.

Keywords: Macroeconomics, Assessment, Comparison, India, Nigeria.



MAKROEKONOMİK GÖSTERGELERİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ HINDİSTAN VE NİJERYA ARASINDAKİ BÜYÜME PERFORMANSI

ÖZ:

Hindistan ve Nijerya, İngiliz imparatorluğu tarafından sömürgeleştirildi, belirli bir zaman aralığında bağımsızlıklarını kazandılar ve gelişmekte olan ülkeler arasında en büyük büyüyen ekonomiler arasında yer alıyorlar. Ortak refah ülkeleri arasında sırasıyla en kalabalık 1. ve 3. sırada yer alan her iki ülke önemli miktarda

yetersiz beslenen, yoksul ve gıda güvencesi olmayan insan nüfusuna sahiptir. Bu çalışmada, 1990-2020 arasındaki zaman serisi verilerini kullanarak iki ülke arasındaki makroekonomik büyüme performansını karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Dönem boyunca hızlanma, yavaşlama veya durgunluk eğilimini doğrulamak için verilere bileşik büyüme oranı modeli yerleştirildi. Çalışmanın sonuçları, Hindistan için sabit fiyatlarla ABD doları cinsinden ortalama GSYİH ve GSMH değerlerinin Nijerya'dan neredeyse 7 kat daha yüksek olduğunu, Nijerya'nın kişi başına düşen GSYİH'sinin ise referans döneminde Hindistan'dan daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. GSYİH ve kişi başına GSYİH büyüme oranları ile ilgili olarak, Hindistan, Nijerya'dan daha düşük ancak daha istikrarlı bir büyüme kaydetti. Ayrıca, her iki ülke hizmet sektöründen en yüksek GSYİH katkısını kaydetmiştir (Hindistan'da yüzde 46 ve Nijerya'da yüzde 35). Ancak büyüme oranı, tarım sektöründeki en yüksek istikrarsızlığın aksine Hindistan hizmet sektöründe belirli bir istikrar göstermiştir. Nijerya'da ise, tarım sektörü, durgun ve istikrarsız olsa da GSYİH büyümesine en yüksek büyüme katkısını sağlarken, hizmet sektörünün GSYİH büyümesine katkısı diğer değişkenler arasında en düşük olmuştur. Araştırmada, Hindistan ve Nijerya'da fırsatlar ve yoksulluğun azaltılması, kredi desteği ve yayım hizmetlerinin uygun şekilde finanse edilmesi yoluyla tarıma ayrılan bütçe payını artırmanın, tarımın daha yüksek (yaklaşık yüzde 50'lik) GSYİH katkısına geri dönmesine yardımcı olması ve gelir yaratma, istihdam konularında diğer ekonomik sektörlerle güçlü bir şekilde rekabet etmesi tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Makroekonomi, Değerlendirme, Karşılaştırma, Hindistan, Nijerya.



1. INTRODUCTION

Economic development encompasses factors such as increases in the real GDP and per capita income, as well as decreases in unemployment, poverty rates, gains in literacy and life expectancy (Todaro and Smith, 2012; Chambers, 2016). India and Nigeria have warm, amicable, and long-standing bilateral ties. In November 1958, two years before Nigeria gained independence on October 1, 1960; India opened its Diplomatic House in Lagos. Nigeria's largest trading partner is currently India, and Nigeria is India's top trading partner in Africa. In recent years, India has become the major customer of Nigerian crude oil (Femi, 2021). In Nigeria, Indians or people of Indian origin own and/or operate over 135 businesses (HCI, 2022).

Nigeria and India are two Afro-Asian regional powers with strong economic potential. As a result, they play pivotal roles in the international political landscape. These two countries have built interesting economic, political, and diplomatic connections over several decades (Ghazali, et al, 2019). Nigeria has a large, arable

land area, giving it a competitive edge in agriculture and it is an oil-rich country (Umezulike, 2016). Nigeria and India are Afro-Asian regional giants with economic potential.

Both India and Nigeria were colonized by the British Empire, gained independence within a short period of time, and are among the fastest-growing economies in the developing world with English as their official language (Investopedia, 2014). With populations of 1,257 and 177 million people respectively, India and Nigeria were placed first and third among the common wealth countries (Isah, 2016). About 1,000,000 Indians live in Nigeria and work in the commercial and manufacturing sectors; the two nations have had a long and excellent bilateral connection (HCI, 2022).

Nigeria's major trading partner is India, and India's top trading partner in Africa is Nigeria. In the fiscal year 2019-20, total bilateral trade between India and Nigeria reached US\$ 13.82 billion, down from US\$ 13.89 billion in the previous fiscal year. In the fiscal year 2019-20, Indian exports to Nigeria totaled US\$ 3.61 billion, up from US\$ 3.0 billion (20 percent) in the previous fiscal year. India's imports totaled US\$10.21 billion from 2020 to 2019, compared to US\$10.88 billion in 2018-19 (HCI, 2022).

Despite multiple policies, programs, and large investments in agriculture by many developing countries, food insecurity remains a major concern (OECD, 2013). With the economic progress and self-sufficiency in food grain production, significant levels of poverty, food insecurity, and malnutrition persist in India, according to the World Food Program (2016). India is home to a quarter of the world's undernourished people, with 32.7 percent of the population living on less than US\$ 1.25 per day (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019). Nigeria, on the other hand, is Africa's largest oil exporter and has the continent's largest natural gas reserves (SRWE, 2019).

Despite recent global financial downturns, Nigeria's oil wealth has enabled it to sustain relatively stable economic growth. Nigeria is the world's greatest producer of cassava, yam, and cowpea, yet it is a food-deficit country that relies heavily on grain, livestock, and fish imports (IFAD 2012), thus creating a vicious circle around the country's massive population (FAO, 2018; Sadiqet *al.*, 2020). In spite of its abundant natural resources and steady economic progress, Nigeria's poverty is prevalent, and in some areas, it has even increased since the late 1990s (World Bank, 2019).

The fact that the two countries have long established and executed a number of policies and programs aimed at providing appropriate and sufficient food for their combined populations, a large portion of their populations remains food insecure

(Isah, 2016). Thus, it is against this background that this paper intends to comparatively assess the macroeconomic growth performance between India and Nigeria.

2. MATERIAL AND METHODS

Time series data that spanned for a period of 30 years (1990-2020) and covers Gross Domestic Product (GDP), Gross National Income (GNI) and Per Capita Income for both countries were used for the study. The data sources for India and Nigeria were Directorate of Economics and Statistics (DES), Ministry of Agriculture, National Sample Survey Organization (NSSO) Government of India; and, journals, technical documents, government gazettes, CBN annual reports and bullions, and published materials from the National Bureau of Statistics, the National Planning Commission (NPC) and Central Bank of Nigeria, respectively. The collected data were analyzed using both descriptive and inferential statistics.

Analytical Tools

The descriptive statistics concentrate on averages, percentages and ratios for assessment and comparisons. The coefficient of variability (CV) which measure instability is a normalized measure of dispersion and is the ratio of standard deviation (σ) to the mean (μ):

$$\text{Algebraically, } CV = \sigma/\mu \dots\dots\dots (1)$$

The growth rates were calculated by fitting an exponential function in time to the data as follows:

$$Y = \beta_0 \beta_1^t \dots\dots\dots (2)$$

Linearizing the equation, it becomes:

$$\log Y = \beta_0 + \beta_{1t} \dots\dots\dots (3)$$

Where,

Y = macro-economic indicators;

t = time trend variable; and,

β_0 and β_{1s} are regression parameters to be estimated.

The compound growth rate (r) is given by the formula:

$$r = (e^{\beta_1} - 1) \times 10 \dots\dots\dots (4)$$

Where,

e = Euler's constant;

Euler's constant = 2.71828

The time it would take to double the rate of growth was estimated as follows:

$$Dt = 69/r \dots\dots\dots (5)$$

Where,

Dt = Doubling time; and

r = compound rate of growth.

Following Marchenko (2009), a quadratic equation in time variable was fitted to the data to confirm the existence of acceleration, deceleration or stagnation during the same period and it was given as follows:

$$\text{Log } Y = \beta_0 + \beta_{it} + ct^2 \dots\dots\dots (6)$$

Where c is the regression coefficient used to depict acceleration, deceleration or stagnation. In the equation 5 above, the linear and quadratic time terms give the circular path in the dependent variable (Y). The quadratic time term (t^2) allows for the possibility of acceleration, deceleration or stagnation during the period. Significant positive values of the coefficient of t^2 indicate acceleration in growth; significant negative values of t^2 indicate deceleration in growth; while non-significance of the coefficients indicates stagnation in the growth process

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Summary of Macroeconomic Indicators Between India and Nigeria

Agriculture and economic development go hand in hand with one another, both aimed at producing more 'life sustaining' necessities such as employment, food, shelter and raising standard of living. Variables such as GDP, NI, GNI and Per Capita Income explain the rate at which economic growth is moving over a given period of time. The mean values of the macroeconomic variables in million US dollars at current prices during the period from 1990 to 2014 for India are presented in Table 1.

The mean values of GDP and GNI in million US dollars for India during the study period were 722,730.7 and 721,345.7 USD, while the per capita GDP stood at 656.38, US dollars. The corresponding figures for Nigeria were 109,525.6,

101,246.3 and 751.3. It could be seen that the mean value of GDP per capita in Nigeria was slightly higher than the value obtained in India at 1% level of significance. In the case of GDP and GNI both the values obtained from India are much higher than those obtained from Nigeria. Therefore, both GDP and GNI between India and Nigeria are not in any way statistically the same, as could be inferred from the t-test analysis.

The mean values of the macroeconomic variables were estimated in million dollars, and GDP of India was found to be slightly higher than the mean value of GNI during the period of 1990-2020 (Table 1). This difference between GDP and GNI is statistically significant. Similarly, in Nigeria, the mean GDP value stands higher than that of GNI during the period of 1990 to 2020. GDP is used to indicate the strength of a country's local income. On the other hand, GNI shows the economic strength of the citizens of a country.

From the aforesaid analysis, comparatively, the India GDP was statistically six times higher than that of Nigeria; GNI was more than seven times to that of Nigeria and conversely, in the case of per capita GDP, the mean value of Nigeria was statistically higher to that of India. Therefore, both GDP and GNI between India and Nigeria are not in any way the same. According to INDIASTAT reports of 2019, India ranked 5th while Nigeria ranked 27th in terms of GDP value. It is estimated that India's GDP would reach \$10 trillion in the year 2028. The GDP is one of the primary indicators used to gauge the health of a country's economy. It represents the total dollar value of all goods and services produced over a specific time period, usually a year.

Table 1. Summary statistics of the macroeconomic indicators

Variables	India			Nigeria		
	Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.
GDP	722730	274842	1880097	109525	15789	459616
GNI	721345	270732	1864064	101246	13442	437310
GDP per capita	656	308	1539	751	153	2722

Note: GDP and GNI in million US dollars, GDP per capita in US dollar

3.2 Growth Rate of Macroeconomic Indicators Between India And Nigeria

In Table 2, the results of compound growth rates for GDP, GNI and GDP per capita were reported as 8.82, 8.49 and 6.96 from 1990 to 2020 respectively, with the GDP having slightly the highest growth rate. The highest instability index of the growth was recorded as 34.82 per cent, 31.44 per cent and 26.38 per cent for

the GDP per capita, GNI and GDP, respectively. This shows that the growth in the GDP was more stable having the lowest instability index when compared to GNI and GDP per capita. The results for the nature of growth indicated acceleration for the GDP, GNI and GDP per capita meaning that all the three indicators had a significant positive growth during the study period. The years required to double the values of these variables were reported as 9.9, 8.1 and 7.8 years for GDP per capita, GNI and GDP respectively. Therefore, under present scenario in the next 7.8 years to come the value of Indian GDP would be doubled, 8.1 years was required for GNI to be doubled and 9.9 years to achieve doubling in the case of GDP per capita in India, other things being equal.

The analysis for Nigeria reported growth rates to the tune of 8.82, 10.92 and 11.03 for the GDP per capita, GNI and GDP, respectively. This follows a similar trend with the result obtained from India where GDP had the highest compound growth rate followed by GNI and then GDP per capita within the period of the study. There was highest instability (64.84 per cent) recorded for GDP per capita, followed by 64.12 per cent of the GNI and 61.03 per cent in the GDP. This trend was similar to that obtained from India where GDP per capita and GNI recorded the highest instability. However, instability index of these variables was lower in India compared to Nigeria.

The nature of growth as depicted in Table 2 indicated that all the three variables witnessed an accelerative and positive growth. As such, both India and Nigeria are reported to have similar accelerative growth pattern in respect of these variables over the period of study. Furthermore, the time period to achieve doubling of these variables in Nigeria was estimated as 6.25, 6.31 and 7.8 years for GDP, GNI and GDP per capita, respectively. Similar scenario prevails in India too. However, in Table 2 the instability index was lower in India compared to Nigeria across all the variables and this indicates steadiness and lesser volatility or fluctuation of these variables in India than in Nigeria. On the contrary, the compound growth rate in Nigeria was higher than that of India across all the three variables during the period of study indicating that Nigeria has witnessed a higher growth in terms of GDP, GNI and GDP per capita than India in this period. Going by the results, Nigeria reveals a potential of doubling the values of these macro variables before India, other things being equal.

The results of the analysis on compound growth rates and nature of growth of India's macro variables during 1990-2020 (Table 2) indicate that India's GDP was increasing significantly at a percentage close to a double-digit figure, with an accelerative pace of growth; but however, the growth was instable during the study period. Similarly, GDP of Nigeria has increased significantly at a double-digit percentage growth rate, with accelerative pace of growth, and instability of the growth was more than two times higher to that of India during this period. Therefore,

GDP growth rate in Nigeria was higher than in India, while at the same time, India's GDP growth was more stable compared to Nigeria, and both the GDP growth rates of India and Nigeria were accelerative in nature. According to the Nigerian National Bureau of Statistics (NBS), after Nigeria rebased its GDP in 2014, Nigeria's GDP was hovering around US\$560 billion.

Likewise, GDP per capita (6.96%) growth of India within the study period was found to be lower than that of Nigeria (8.82%) and at the same time the instability nature of Nigerian GDP per capita was almost two times compared to the instability nature of GDP per capita growth of India. This indicates that, in terms of GDP and GDP per capita, the results reveal that Nigeria enjoys higher increasing growth rates, but characterized by highly instable growth compared to India. Nigeria in recent times rebased its GDP and was positioned as the largest economy in Africa, the position occupied by South Africa for a very long time and now targeting GDP of about \$900 billion by 2020 to enable it realize its vision of being among the world's top 20 economies.

Table 2. Growth rates of the macroeconomic indicators

Variables	India			Nigeria		
	GDP	Per Capita GDP	GNI	GDP	Per Capita GDP	GNI
CV	71.97	60.32	70.96	115.50	98.63	119.05
Instability Index	26.38	34.82	31.44	61.03	64.84	64.12
CGR	8.82	6.96	8.49	11.03	8.82	10.92
Doubling	7.80	9.90	8.10	6.25	7.80	6.31
Nature	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.

Note: CGR – Compound growth rate, Acc. – Acceleration.

3.3 Sectoral contributions to GDP in India and Nigeria

Table 3 reveals that, during the period of 1990 to 2020, the sectoral contribution to India's GDP in million US dollars at current prices was highest for the service sector (349,976.1), followed by industry (181,029), agriculture (137,740.4) and manufacturing (101,647.1), accounting for 46 per cent, 23 per cent, 17 per cent and 13 per cent mean value contributions to GDP, respectively. While in Nigeria, the absolute contributions from different sectors were 63,560 from services, 39,531 from industry, 31,020 from agriculture and 5,257 from manufacturing sector, accounting for about 35 per cent from services, 32 per cent from industry, 27 per cent from agriculture and 5 per cent from manufacturing sector.

The contribution of different economic sectors to GDP was believed to explain the level and phase which the overall economy will be progressing at. The service sector contributed the highest (46%) to India's GDP during 1990-2020 (Table 3). Similarly, according to the report of The Hindu (2015), India has the second fastest growing service sector with its compound annual growth rate at nine per cent.

Further, the study reveals that the service sector (46%) contributions to GDP in India stand much higher to that of the industry (23%), agriculture (17%) and manufacturing (13%). However, it was reported by the Statistics Time 2015 that at previous methodology, the compositions of the agriculture & allied, industry, and the service sectors were 51.81, 14.16, and 33.25 per cent, respectively at current prices in 1950-51. The share of the agriculture & allied sector has declined to 18.20 per cent in 2013-14. The share of the service sector has improved to 57.03 per cent, and the share of the industry sector has also increased to 24.77 per cent. It means that, the service and the industrial sectors were emerging stronger and occupying higher contributions to the GDP while agriculture leans out slowly as it was reported recently to have contributed around 13 per cent to GDP during 2014-15 in India.

Similarly, in the case of Nigeria, the analysis of the average contributions of major economic sectors in million US dollars during 1990 to 2020 reveals that, similar to India, the Nigerian service sector's contribution (35%) was the highest among other sectors. The second largest contributor to GDP was the industrial sector (35%), followed by agriculture (27%) and manufacturing (5%). This indicates that agriculture's share in GDP has also been gradually declining in Nigeria although still ahead of India in percentage contributions. This may be further supported by the findings of Ekpo and Umoh (2012), where they revealed that the contribution of agriculture to GDP, which was 63 per cent in 1960, declined to 34 per cent in 1988, not because the industrial sector increased its share but due to neglect of the agriculture sector. It was therefore not surprising that in the year 1975, the economy had become a net importer of basic food items. The apparent increase in growth of Industry and manufacturing sectors from 1978 to 1988 was due to activities in the mining sub-sector, especially petroleum. The factors responsible for the decline include the mono-economy of oil, poor budgetary allocation, flexible importation policy, inadequate support to farmers and insecurity.

In summary, the service sector was contributing the highest to the GDP in both countries; the agriculture's contribution to GDP was declining and more than 50 per cent of their populations depended on agriculture as a means of sustenance. This may be further corroborated to the reduction in capital investment to the agricultural sector in the form of subsidies and other farm support which drives away significant percentage, especially of small and landless farmers from agriculture to other promising economic sectors. Unless government takes adept measures, agriculture's share to GDP would continue to decline, meaning declining perfor-

mance that translate to lesser profitability thereby undermining farmers effort and enthusiasm to remain in the sector.

Table 3. Sectors contribution to GDP in Million USD at current price from 1990-2020

Variables	India			Nigeria		
	Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.
Agriculture	137740 (17)	73541	312823	31020 (27)	5117	101515
Manufacture	101647 (13)	38053	257959	5257 (5)	860	30257
Industry	181029 (23)	63560	476688	36761 (32)	5655	121321
Services	349976 (46)	113127	971065	39531 (35)	3534	231131

Note: Figures in parenthesis indicate percentages of mean values

3.4 Growth Patterns of Sectoral Contributions to GDP in India and Nigeria

The results presented in Table 4 describes the compound growth rate, instability index, doubling period and nature of growth in contributions for different sectors to GDP in million US dollars at current prices during the study period in India and Nigeria. The compound growth rates of 6.1, 8.6, 9.3 and 10.0 per cent were recorded for agriculture, manufacturing, industry and services, respectively. Further, the instability index was 35.8, 27.9, 26.9, and 22.85 per cent for agriculture, manufacturing, industry and service sector's contributions to GDP within the study period, respectively. More so, time required to achieve doubling of these sectors' contributions were 11.2, 7.6, 7.4, and 6.8 years for agriculture, manufacturing, industry and services sectors, respectively. In addition, the nature of the growth rate was observed to be accelerative in all the four sectors during the study period.

Thus, it could be observed that the highest and lowest growth rates were recorded in the service and agriculture sectors. In terms of instability, the highest index was recorded for agriculture and lowest in the service sector. The shortest time duration to achieve doubling in the GDP contribution was observed in the service sector while the highest duration to achieve doubling was observed in the agricultural sector. In respect of manufacturing and industry, time duration to achieve doubling in the GDP contribution was observed to be almost similar.

On the other hand, in Nigeria, the compound growth rates were to the tune of 10.0, 9.9, 9.3 and 0.48 per cent for agriculture, manufacturing, industry and service sectors, respectively. The corresponding instability indices were 64.0, 67.3, 66.7 and 60.0 per cent for agriculture, manufacturing, industry and service sectors, respectively. Further, the time required for Nigeria to achieve doubling of the present

levels of contributions to GDP by these sectors was to the tune of 6.8, 6.95, 7.3, and 143.7 years, respectively. Furthermore, the nature of the growth in all the sectors was estimated to be acceleration.

From the results above, it has been clearly indicated that the highest compound growth rate was observed in the agricultural sector and the lowest in the service sector of Nigeria during the study period as against what was observed in India. By and large, highest instability was witnessed in the manufacturing sector which is contrary to India with highest instability in the agricultural sector. The highest period to achieve doubling in Nigeria was observed in the service sector and this also contradicts the situation of India which had its highest period of doubling in the agriculture sector.

The analysis of growth rates of different sectors' contributions to GDP over the study period in India reveals that the service sector enjoys the highest growth during the period than all other sectors, whereas agriculture recorded the lowest growth percentage. At the same time, instability was higher in the agriculture sector and lowest in the service sector and the growth nature was observed to be accelerative in nature. This however, confirms numerous literature reports that India's service sector is one of the fastest growing in the world with annual growth of 9 per cent. The growth of the service can be linked to the economic development of Indian society and the socio-cultural changes that have accompanied it. At the same time, this trend spells doom to agriculture as its share keeps declining and as well characterized with high instability.

In Nigeria, a contrary scenario with India, agriculture has the highest growth rate of GDP contributions and service recorded the lowest growth percentage. The nature of the growth contribution was accelerative and highly instable during this period. Agriculture, despite its sharp decline, still remains the highest in terms of growth rate compared to other sectors. This agrees with the submission of Majoba (2015) that the agricultural sector contributed 35 per cent to GDP prior to rebasing, but is now only estimated to account for 22 per cent of GDP. Meanwhile, the service sector's contribution increased from 29 per cent of GDP to 52 per cent of GDP, the manufacturing sector was now estimated to contribute 6.8 per cent to GDP, compared to just 1.9 per cent previously, while the oil and gas sector's contribution has been revised down to 14.4 per cent from 32.4 per cent before rebasing. Therefore, it can be inferred that the two countries differ in terms of growth of sectoral GDP contributions during 1990 to 2020; India records highest and lowest growth in service and agriculture sectors, respectively, while on the contrary, Nigeria records its highest and lowest growth in agriculture and service, respectively.

Table 4. Compound growth rates, instability, doubling time and nature of growth of different sector's contribution from 1990 - 2020

Variables	India					Nigeria				
	CV	Inst.	CGR	Double	Nature	CV	Inst.	CGR	Double	Nature
Agriculture	54.6	35.8	6.1	11.2	Acc.	95.5	64.0	10.0	6.8	Acc.
Manufacture	69.9	27.9	8.6	7.6	Acc.	156.8	67.3	9.9	6.9	Acc.
Industry	74.9	26.9	9.3	7.4	Acc.	94.0	66.7	9.3	7.3	Acc.
Services	79.2	22.8	10.0	6.8	Acc.	162.4	60.0	0.4	143.7	Acc.

Note: CV denote Coefficient of variation (%), Inst., Instability, CGR Compound growth rate (%), Acc. denote acceleration

4. CONCLUSION

The mean value of the GDP and GNI during the period 1990-2020 in US dollars at constant prices for India was higher than those in Nigeria by about 7 times. Nigeria's per capita GDP was higher than that of India. With respect to the GDP and per capita GDP growth rates, India recorded lower growth but more stable than Nigeria. During the study period, both the countries recorded highest GDP contributions from service sector (46 per cent in India and 35 per cent in Nigeria). But the growth rate shows stability in Indian service sector in contrast to the highest instability in the agricultural sector. In Nigeria, on the other hand, the agricultural sector got the highest growth contribution to the GDP growth – though stagnant and instable, while the service sector's growth contribution to the GDP growth was the lowest among all others.

1. Though growth of the GDP has been impressive, more than 8 per cent, the mean per capita GDP was very low due to high population which calls for the government effort to revisit population control measures in order to reduce population growth rate to less than one per cent and at the same time, working to improve the living condition, income and employment in order to reduce the fierce competition on food and other basic necessities in both India and Nigeria.
2. Evidently, the agriculture's contribution to the GDP declines at an alarming rate in both countries; where about 50 per cent or more (Nigeria) of their populations depends on agriculture as primary provider of food, income and employment as such requires a drastic and desperate measures to revamp and revitalize the sector from further crumbling. Increase budget share to agriculture, proffer funding of research, credit support and extension service would help to repositioned agriculture back to its higher (of about 50 per cent) GDP contribution and compete vigorously with other economic sectors in income generation, employment opportunities and poverty reduction in both India and Nigeria.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

Author Contribution Rates

Design of Study: ISA (40 %), SMS (30 %), MG (30 %)

Data Acquisition: ISA (40 %), SMS (30 %), MG (30 %)

Data Analysis: ISA (40 %), SMS (40 %), MG (20 %)

Writing up: ISA (50 %), SMS (25 %), MG (25 %)

Submission and Revision: ISA (40 %), SMS (30 %), MG (30 %)

REFERENCES

- Chambers, U. 2016. A comparative analysis of economic development in Nigeria and Singapore. *Arabian Journal of Business and Management Review*, 6(3)
- Femi, A.(2021).Nigeria lost N91bn in April as India cuts oil imports. <https://punchng.com/nigeria-lost-n91bn-in-april-as-india-cuts-oil-imports/>
- FAO, 2018. *Measuring Food Insecurity*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from: <http://www.fao.org/y5898e/y5898e06.htm>
- HCI, 2022. High Commission of India, Abuja, Nigeria. <https://hciabuja.gov.in/index.php>
- IFAD, 2012. *Rural Poverty Report: The Challenge of Ending Rural Poverty*. Oxford University Press Inc., New York.
- Investopedia 2016. Developed Economy Definition. Retrieved on 30 June 2016, from <http://www.investopedia.com/terms/d/developed-economy.asp>
- Isah, M.A.(2016).Agricultural Development and Food Security in India and Nigeria: A Comparative Economic Analysis. Unpublished *PhD. Thesis* submitted to the Department of Agricultural Economics, University of Agricultural Sciences, Dharwad, Karnataka.
- Maboja, W. 2015. A closer look at Nigeria's GDP rebasing. CNBCAfrica.com. <http://www.cnbc africa.com/news/western-africa/2014/04/11/a-closer-look-a-nigerias-gdp-rebasing/>
- OECD, 2008. Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. Organization for Economic Co-operation and Development, Statistics Working Paper.
- Sadiq, M.S., Singh, I.P. and Ahmad, M.M. 2020. Domestic consumption pattern of cereal commodities in Nigeria. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 35(1):120-126.doi: 10.28955/alinterizbd.700658
- SRWE, 2019. Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- The Hindus 2015. Retrieved from <http://m.thehindu.com/business/budget/india-has-second-fastest-growing-services-sector/article6193500.ece>
- Todaro, M. and Smith S. 2012. *Economic Development*. Pearson Education, Inc., United States of America, ISBN 13: 978-0-13-801388,
- Umezurike, C.A.C. 2016. Nigerian agricultural policies: a review. In: A. I. Ikeme (Ed.), *The Challenges of Agriculture in National Development*. Enugu: Optimal Computer Solutions Ltd.



Determining the Genetic and Agronomic Variations in Lines From Samsun Tobacco Growing Areas

Samsun Tütün Üretim Alanlarındaki Hatlarda Genetik ve Agronomik Varyasyonların Belirlenmesi

Dursun KURT¹, Ahmet KINAY², İbrahim SAYGILI³, Nejdet KANDEMİR⁴

¹Vocational School of Bafra, Ondokuz Mayıs University, Samsun
• dursun.kurt@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-6697-3954

²Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat
• ahmet.kinay@gop.edu.tr • ORCID > 0000-0003-4554-2148

³Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat
• ibrahim.saygili@gop.edu.tr • ORCID > 0000-0003-0449-4872

⁴Polatlı Faculty of Sciences and Letters, Ankara Hacı Bayram Veli University, Ankara
• nejdet.kandemir@hbv.edu.tr • ORCID > 0000-0002-9658-2193

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 18 Mart/ March 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 21 Ekim/ October 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 617-636

Atıf/Cite as: Kurt, D., Kinay, A., Saygılı, İ., Kandemir, N. "Determining the Genetic and Agronomic Variations in Lines From Samsun Tobacco Growing Areas " Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 617-636.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Dursun KURT

DETERMINING THE GENETIC AND AGRONOMIC VARIATIONS IN LINES FROM SAMSUN TOBACCO GROWING AREAS

ABSTRACT

Tobaccos grown in Samsun are known all over the world. Samsun tobaccos are grown using nonregistered populations traditionally maintained by local farmers. The present study was conducted to determine the genetic and agronomic variations in Samsun tobaccos. Fifty-eight lines were collected from the tobacco growing areas in Samsun. These lines were analyzed using 18 SSR markers. Polymorphic information content (PIC) values of markers ranged between 0.0 and 0.702. Forty-two alleles were obtained from 18 SSR markers. The average number of alleles per SSR locus was 2.33. Forty-eight lines were different for at least one SSR locus, indicating a high level of variation. The forty-eight lines were evaluated in two field trials along with local varieties Nail and Canik for agronomic characteristics such as plant height, number of leaves, leaf width, leaf length, leaf yield, grade index, leaf sugar, and nicotine contents. A high level of variation was also evident for agronomic characters. Lines No: 2, 11, 13, 21, 28 and 41 were notable for their superior agronomic characteristics. Some of these lines could be directly registered as new cultivars, but they should be further evaluated in future field trials in multiple environments. These lines could also be used as parents for the development of new cultivars.

Keywords: Grade Index, Leaf Yield, Nicotine, Oriental, SSR Marker, Sugar Content.



SAMSUN TÜTÜN ÜRETİM ALANLARINDAKİ HATLARDA GENETİK VE AGRONOMİK VARYASYONLARIN BELİRLENMESİ

ÖZ:

Samsun'da yetiştirilen tütünler tüm dünyada tanınmaktadır. Samsun tütünleri bölge çiftçileri tarafından devam ettirilen, tescil edilmemiş popülasyonlar kullanılarak da yetiştirilmektedir. Bu çalışma Samsun tütünlerindeki genetik ve agronomik varyasyonları belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Samsun'da tütün yetiştirilen alanlardan elli sekiz hat toplanmıştır. Bu hatlar, on sekiz SSR markörü kullanılarak analiz edilmiştir. Markörlerin polimorfik bilgi içeriği (PIC) değerleri 0.0 ile 0.702 arasında değişmiştir. On sekiz SSR markörü ile 42 allel belirlenmiştir. SSR lokusu başına ortalama allel sayısı 2.33 olarak belirlenmiştir. Kırk sekiz hattın en az bir SSR lokusu bakımından farklı olduğu belirlenmiş ve bu durum varyasyon seviyesinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Kırk sekiz hat, lokal çeşitler Nail

ve Canik ile birlikte bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak genişliği, yaprak uzunluğu, yaprak verimi, randıman, yaprak şekeri ve nikotin içeriği gibi tarımsal özellikler açısından iki tarla denemesinde değerlendirilmiştir. Tarımsal karakterlerde de yüksek düzeyde varyasyonlar belirlenmiştir. Hat 2, 11, 13, 21, 28 ve 41 üstün agronomik özellikleri bakımından ön plana çıkmıştır. Bu hatların bazıları doğrudan yeni çeşitler olarak tescil ettirilebilir, ancak hatlar birden fazla lokasyonlarda yürütülecek tarla denemelerinde daha ileri düzeyde değerlendirilmelidir. Bu hatlar, yeni çeşitlerin geliştirilmesi için ebeveyn olarak da kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Nikotin, Oryantal, Randıman, SSR Markör, Şeker İçeriği, Yaprak Verimi.



1. INTRODUCTION

More oriental tobacco is grown in Turkey than in any other country in the world. This type of tobacco is used to enhance the smoking character of cigarette blends due to their high aromatic content. Oriental tobaccos grown in Samsun Province of Turkey are known worldwide as Samsun tobaccos with high aromatic and quality characteristics (An et al., 2013). In the region, tobacco production is carried out using traditional populations, i.e. landraces, rather than pure line cultivars. Landraces are cultivars developed and maintained by farmers (Acquaah, 2012) and contain a very high level of genetic variation (Kyrtzis et al., 2019). Therefore, they are of great value as plant genetic resources since they constitute a large gene pool for future genetic improvement programs (Ceccarelli, 1994). Tobacco populations in Samsun region are an important genetic resource for oriental tobacco. However, little is known about their genetic variation level as well as their agronomic performance.

Variations needed to develop a new cultivar could be found in modern cultivars, landraces, and wild species. By crossing the elite materials within a market class, modern cultivars have been widely used, and crop genetic bases have become increasingly narrower (Moon et al., 2009a). Kandemir et al. (2010) pointed out that landraces are better than wild relatives for the improvement of quality traits because wild species may contain deleterious genes that come along with the gene of interest. Wild relatives have been mainly used as sources of disease-resistance genes (Moon et al., 2009a). In order to use landraces for plant breeding, they need to be characterized. New cultivars with high performance can be developed through direct selection of superior lines, or new alleles in landraces could be used in plant breeding programs.

Oriental tobaccos are famous for their quality characteristics and the high aroma of their small leaves with low sugar and nicotine contents. Dry leaves of tobac-

co populations in Samsun region are orange-colored, with medium-sugar content of 8-12% (Peksuslu et al., 2012). They are used to improve the aroma of blends. Tobaccos with different characteristics are grown in the region, and there are many tobacco populations known as Samsun tobacco grown in this region. Tobaccos from the region are known by a variety of names in the literature. Among them are Samsun SM-1 (Aleksoska et al., 2014), Samsun (Bindler et al., 2007) Samsun Maden, TI 981 Samsun, Turkish Samsun (Fricano et al., 2012), Samsun (Tong et al., 2012), Samsun katenizi (Darvishzadeh et al., 2013), Samsun 959 and Samsun dere (Darvishzadeh et al., 2014). This variation results in a mixture of genotypes in the production area with different quality characteristics, thereby compromising the fine quality of Samsun oriental tobacco.

DNA markers are good tools for genetical characterization. Many different types of DNA markers have been developed since the 1980s. Highly polymorphic, reliable, inexpensive, and easy-to-use microsatellite markers, or SSRs, are widely used for genetic fingerprinting purposes (Bindler et al., 2007; Davaliev et al., 2010; Moon et al., 2009a; Nunome et al., 2009; Thakur et al., 2013). Moon et al. (2009b) reported 92% genetic variation in 702 materials from the US *Nicotiana tabacum* germplasm collection scored with 70 SSR markers. Thirteen SSR markers in 70 genotypes produced a total of 35 alleles and a polymorphism rate of 100% (Darvishzadeh et al., 2014) SSR markers can be used to isolate genotypes from landraces, and better characterization can be achieved by eliminating identical lines and conducting field trials with larger plot sizes or more powerful experimental designs.

The aims of the present study were (i) to identify different genotypes among the tobacco populations traditionally grown in Samsun province using SSR markers (ii) to evaluate agronomic performance of the identified lines in field trials; and (iii) finding superior ones with good yield and quality traits. Use of the superior lines could help improve the quality of the tobacco leaves produced. Besides, these lines could be used in future oriental tobacco improvement programs.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Plant Material

The plants were sampled from the production fields in Samsun province of Turkey where oriental tobacco is produced using traditional farmer populations. Single plants were selected based on different morphological traits such as number of leaves, leaf color, leaf size and leaf texture (Figure 1). Outcrossing was prevented in these plants by enclosing the flowers with a paper bag. Self-pollinated seeds were harvested from 58 lines. These lines, along with Nail and Canik local varieties, were planted in viols containing 50% peat and 50% perlite in a greenhouse. Nail is

nonregistered and Canik is a registered variety of oriental tobacco commonly used in the production of oriental tobacco in Samsun province.

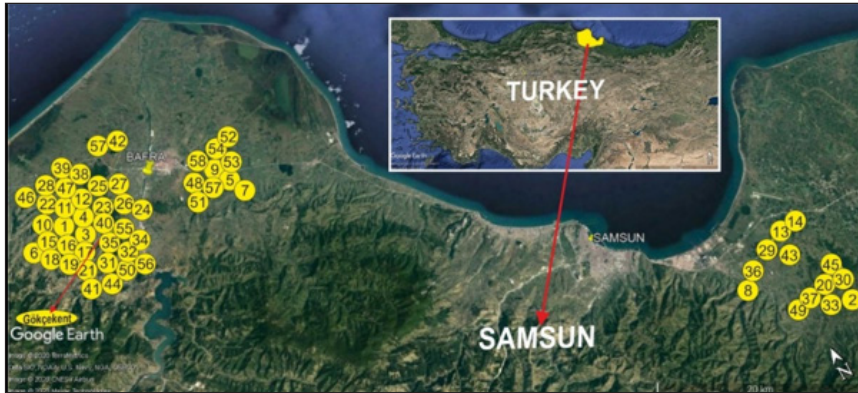


Figure 1. Geographical data for the locations where landraces were collected

2.2. SSR Analysis

Tobacco plants with two or three leaves were kept in the dark at 18°C for five days to decrease the phenol and sugar content of their leaves. DNA was extracted from leaf tissue using a genomic DNA purification kit (Keskin et al., 2014). The quantity and quality of Genomic DNA were detected on a 1% agarose gel and with a spectrophotometer (Thermo BioMate™). The concentration of DNA was adjusted to 50 ng μl^{-1} .

A total of 18 SSR markers were studied. The markers with PT letters were selected from Moon et al. (2009a, b) and Bindler et al. (2007, 2011), while the ones with TM and TME letters were adopted from Tong et al. (2012) (Table 1) according to high PIC values. Polymerase Chain reactions (PCR) were conducted in 40 μl volume, which included 50 ng of genomic DNA, 250 nM each of the two primers, 0.2 mM each of the nucleotides, 1.5 mM MgSO_4 , 10 X PCR buffer and 0.5 units of Taq-DNA polymerase (Biobasic). PCR cycling was as follows: 5 min. at 94 °C, then 32 cycles of 45 sec. at 94 °C, 45 sec. at 55-60 °C (depending on the primer), 45 sec. at 72 °C, and 5 min. of final extension at 72 °C.

Table 1. Some general information about the SSR markers used in the study

SSR	LG	Forward Primer	Reverse Primer	AT (°C)	Size (bp)	RM
PT20172	3	ACACCTCCTTCTTCCTGC	CCAAAATGGTTCACTGGA	55	203	CTT
PT20242	12	TCCAAAGTTGGACCAGAA	GTCCTACATGGGGCTCTT	55	200	AGG
PT30014	11	TGCCGTGTAAATTTTCATTGG	AGGATTCTTAACGTGTATTATGTTCT	55	205	TA
PT30034	22	GACGAACTGAGGATATTCCAAA	TGGAACAAAAGCCATTACCC	55	216	TAA
PT30114	2	ATCCACATAGGCCTCACAC	GTCCGGTGCCTAAACTTCC	55	144	TA
PT30137	13	TTTGGTGAGGTGTACGATAAAGA	TCCACACCAAACATCAACTTT	55	219	TAA
PT30274	17	TGACAGCTAAGCTAATAACAGTAAATG	GGACTTTGGAGTGTCAAATGC	55	213	GGA
PT30364	22	CACTTTCAAGTTCGTACCGC	ATATGTTGACGACGACCCCGT	58	173	TAA
PT40005	24	TGATCACACTTGATAGCCTAAAGAA	CGCAGCACCTATACCCATT	55	250	GAA
PT40015	8	CAAGGAATGGAAGAGAGGCA	TTTGAACAGCACCAATCCA	55	170	GA
PT50182	1	TGCTTTGGTATAATTTATTCTTACG	GCTGGTCAAAGAGAGGTGTCA	55	150	TA
PT53303	7	GTAAGGTGTCCGGAGCTGAA	ACATAAATGCAAGCATGGA	55	200	GA
PT61056	3	TCCAATCTTACACAATTAGTCGTTT	TGGCTTCTCTGTCTAGGGAGG	55	200	TA
TM10013	-	TGGAATCCGGTTATGTCTT	TTGAAATAGCGCGTACCCTAA	60	141	ATA
TM10181	-	GTGGTTTGATCTTCTTCCATT	GGAATTAACCACCACCATGC	60	118	AGA
TM10211	-	ATCCGGACGAGGCTATCTCT	GCAGGGTAAGGTCTGCAT	60	115	ACA
TM10821	8	GCAAACATCTCAGGATCCAC	GGCCTCTGGATCTGGTATGA	60	132	TTA
TME0293	11	AAGGAGGAGCAGGACCAACT	TGGAGCCATTATTGTCAAGC	60	132	TCA

AT: Annealing temperature, LG: linkage group, RM: Repeat motif

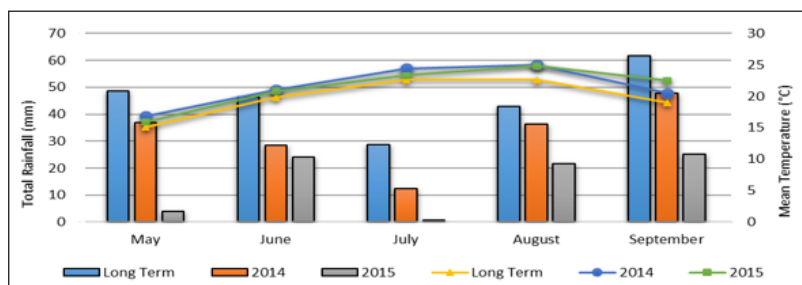
Amplicons produced by SSR markers were run on 3% MetaPhor agarose gels (Lonza cat no: 50180) in 1% TBE buffer. DNA was visualized with ethidium bromide added to gel using a gel image system (Vilber Lourmat CN-08). PCR band profiles were scored using BioCapt v.11.02 software. A dendrogram was constructed with POPGENE v.1.31 using the UPGMA algorithm (Yeh et al., 1997). The total number of alleles and rare alleles (frequency ≤ 0.05) were determined (Moon et al., 2009b). PIC values were calculated according to the following formula: $PIC = 1 - \sum P_i^2$, where P_i is the frequency of the i^{th} allele (Anderson et al., 1993).

2.3. Field Experiments

Forty-eight lines, which had at least one different allele at any SSR loci investigated, were evaluated in field trials along with local varieties, Nail and Canik. Field trials were conducted under rainfed conditions in Gökçekent village (41° 32' 42" N and 35° 48' 36" E, altitude 43 m) (Figure 1) in 2014 and 2015 years. Soil analysis results of the experimental areas are given in Table 2. Figure 2 depicts the experimental area's climate data.

Table 2. Soil properties of experimental lands

	2014	2015
Texture	Clayed	Clayed
pH	7.68	7.86
EC (dS m ⁻¹)	1.34	1.30
CaCO ₃ (%)	19.13	18.26
Organic matter (%)	1.75	1.60
P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	101	119
K ₂ O (kg ha ⁻¹)	1855	1395

**Figure 2.** Climatic data of the experimental area

Seedlings grown in viols were transplanted to plots consisting of four rows. The distance between the rows was 45 cm, and the row length was 5 m. The plant distance on the rows was 15 cm. Transplantation was conducted on May 19, 2014 and May 21, 2015. Fertilizers (60 kg ha⁻¹ N, 40 kg ha⁻¹ P₂O₅) were applied before the transplanting of seedlings. Weeds were controlled manually twice during the growing period. When plants reached the flowering stage, the plant height, and number, width and length of leaves were determined in ten plants. Leaf harvesting was completed in three harvests, and leaves were dried under the sun. The grade index was calculated based on the American Grading system. Dried leaf yield, nicotine and glucose contents in leaves were calculated based on 17% moisture content (Kurt, 2020).

Nicotine and glucose contents were investigated in dried leaves. Samples were taken from dried leaves for chemical analyses and they were ground to a fine powder at zero moisture. Extractions were performed with 1% acetic acid (16 ml) and acetonitrile (4 ml) for nicotine, and with 5% acetic acid (6 ml) and methanol (4 ml) for glucose. The sample was vortexed for five minutes and incubated in an ultrasonic water bath for 30 minutes. After centrifuging at 3000 RPM for 10 minutes, the preparation was filtered through a 45 µm filter. Extracts were analyzed in an

HPLC system equipped with a DAD detector for nicotine content and with a RI detector for glucose content (Kinay and Kurt, 2021). Acetonitrile, methanol and ultra-distilled water were used as the mobile phase. Chemical contents were calculated from resultant chromatograms previously subjected to standard calibrations (r_2 ; 0.999). Extraction recovery ratios indicating the reliability of analyses were obtained as 101% for nicotine and 106% for glucose.

The experimental design was randomized complete blocks with three replications. Due to non-homogenous variance of the traits based on Bartlett's homogeneity test (Steel et al., 1997), years were analyzed separately. Arcsine transformation was applied to percent values. Post hoc comparisons were performed among the means using Duncan's multiple range test. MSTAT-C statistical analysis software was used for all data from field trials (Freed and Eisensmith, 1986). Principal component analyses (PCA) were conducted using Minitab V17 software.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Genetic Diversity

Fourteen of the 18 SSR markers investigated were polymorphic (Table 3). The polymorphism rate of markers used in the study was 78% (14/18). In various other studies, polymorphism rates were 80% in 10 tobacco genotypes from different types (such as Virginia, Burley and oriental) (Davalieva et al., 2010), 100% in different types of tobaccos collected in Iran and Yugoslavia, Russia, Turkey, Greece and Bulgaria (Darvishzadeh et al., 2014) and 100% in 702 genotypes of *Nicotiana tabacum* (Moon et al., 2009b). The observed polymorphism rate of SSR markers in the present study (78%) may seem lower than in other studies. However, this rate was obtained from a single type of tobacco rather than from different types of tobaccos in other studies.

The eighteen SSR markers studied produced 42 alleles in 58 genotypes (Table 3). Three markers (TM10821, PT20242 and TM10181) produced four alleles, four markers (PT20172, PT30274 PT61056 and PT10013) produced three alleles; and seven markers (PT30034, PT30137, PT30114, PT40005, PT50182, PT53303 and TM10211) produced two alleles. Number of rare alleles in 18 SSR markers was only two. The rare alleles were detected in TM10821. The number of alleles per polymorphic marker was 2.71. Gholizadeh et al. (2012) reported the number of alleles per marker as 3.47 in 72 Flue-cured Virginia tobacco genotypes using 30 SSR markers. In 25 SSR loci, 135 flue-cured Virginia tobaccos had a total of 85 alleles (3.40 alleles per marker) (Ganesh et al., 2014). Darvishzadeh et al. (2013) found two or three alleles per marker (mean: 2.69) in 100 tobacco genotypes, half of which originated from Iran. The results of the present study were in accordance with those of Darvishzadeh et al. (2013) dealing with only one type of

tobacco from a single region. The fact that only two rare alleles were found in the present study showed that tobaccos grown in the region had the same alleles in the SSR loci investigated. None of the genotypes had a heterozygous marker profile. This finding implicated that the genetic variation observed was not due to the heterozygosity of the plants sampled.

Table 3. The results of marker analysis

SSR Marker	Results	Number of alleles	Frequency of alleles (%)				PIC
			A	B	C	D	
PT20242	Polymorphic	4	47.5	31.1	8.2	13.1	0.653
PT20172	Polymorphic	3	60.7	11.5	27.9	0.0	0.541
PT30034	Polymorphic	2	85.7	14.3	0.0	0.0	0.245
PT30137	Polymorphic	2	54.1	45.9	0.0	0.0	0.497
PT30114	Polymorphic	2	42.6	57.4	0.0	0.0	0.489
PT30274	Polymorphic	3	12.9	40.3	46.8	0.0	0.602
PT30364	Monomorphic	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.000
PT30449	Monomorphic	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.000
PT40005	Polymorphic	2	73.8	26.2	0.0	0.0	0.387
PT40015	Monomorphic	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.000
PT50182	Polymorphic	2	68.9	31.1	0.0	0.0	0.429
PT53303	Polymorphic	2	85.2	14.8	0.0	0.0	0.252
PT61056	Polymorphic	3	77.0	11.5	11.5	0.0	0.380
PT10013	Polymorphic	3	17.7	53.2	27.4	0.0	0.610
TM10181	Polymorphic	4	22.6	11.3	41.9	24.2	0.702
TM10211	Polymorphic	2	91.8	8.2	0.0	0.0	0.150
TM10821	Polymorphic	4	3.3	4.9	49.2	42.6	0.573
TME0293	Monomorphic	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.000
Mean or Rate	77.8%	2.33	-	-	-	-	0.362

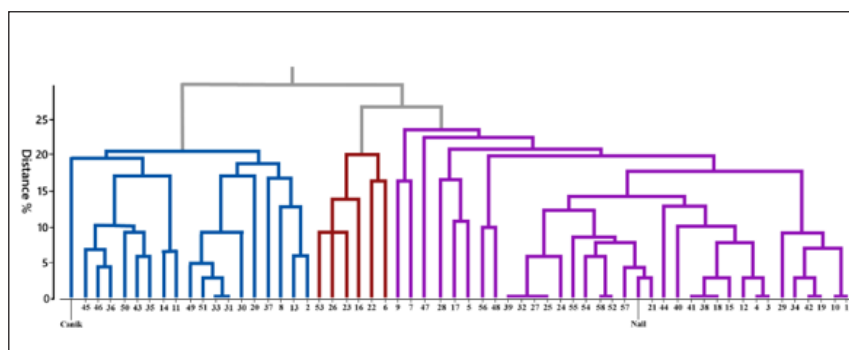
PIC: Polymorphic information content

Polymorphic information content (PIC) is an informative accounting of DNA markers. Higher PIC values indicate higher distinguishing power of markers. The PIC values of 18 markers evaluated in the present study ranged from 0.0 to 0.702 (mean: 0.361). The highest PIC value was obtained from TM10181 (0.702) and the lowest from TM10211 (0.150). The mean PIC values of SSR markers in the previous studies were 0.39 by Davaliev et al. (2010) using 30 SSR in 10 genotypes, 0.59 by Fricano et al. (2012) using 49 SSR in 312 genotypes, 0.48 by Ganesh et al. (2014) using 25 SSR in 135 genotypes and 0.736 by Moon et al. (2009b) using 70 SSR in 702 genotypes. In these studies, the number of genotypes and tobacco types were

higher than those in the present study. Mean PIC values obtained in the present study (0.361) can be considered high compared to that of Davalieva et al. (2010) using 30 SSR and 10 tobacco genotypes from different types (oriental, Virginia and Burley). Our findings indicated that use of only seven SSR markers (TM10181, PT30274, PT20242, PT10013, TM10821, PT20172 and PT10013) could distinguish different oriental tobacco genotypes produced in Samsun region.

A dendrogram was created to visualize the relationships among genotypes using SSR marker profiles (Figure 3). Lines were separated into three distinct groups on the dendrogram (with similarities of lower than 25%). Group 1 had the lines No: 11, 14, 35, 43, 50, 36, 45, 46, 2, 8, 13, 20, 30, 31, 33, 37, 49, 51 and Canik local variety. Group 2 had the lines No: 6, 16, 22, 23, 26 and 53. Group 3 was the largest and had the lines No: 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 34, 38, 39, 41, 42, 44, 47, 48, 52, 54, 55, 56, 57, 58 and the local variety Nail. The following genotypes were identical: 1 and 10; 19 and 42; 3 and 4; 18, 38 and 41; 52 and 58; 25, 27, 32 and 39; 31 and 33 (Figure 3). Since local varieties Canik and Nail are commonly grown in Samsun region, some of the lines studied could have simply been the plants of Canik or Nail. But the most distinctive genotype in group 1 was Canik. The closest line to Nail was line 21. Genotype 21 differed by TM10013 marker. Of the 58 lines examined, 48 were different for at least one SSR locus. Identifying 48 different genotypes among 58 plants collected from a small area (only 270 square kilometers in total) indicated that the genetic variation of tobaccos grown in the region was very high.

Figure 3. Dendrogram based on SSR marker data



3.2. Variations in Agronomic Traits

The investigation of traditional populations in comparison to a known or commonly grown genotype is important for evaluating their variations. For this purpose, agronomic variations in 48 collected lines were evaluated together with local varieties Nail and Canik which are widely used in the Samsun region and known worldwide (Ding et al., 2007; Cai et al., 2015). Some lines were identified with better agronomic performance than Nail or Canik, and these superior lines could be evaluated in future studies.

As leaves of oriental tobacco are usually harvested by hand, plant height is an important characteristic in terms of ease of harvest. Leaf harvesting is easier in plants which have a tall stature. Significant differences were observed for plant height in both years ($p < 0.01$). The highest plant height was obtained from the line 8 (170.7 cm) in 2015 (Table 4). The 37.7 cm difference in plant height between the two years may have been caused by factors such as precipitation and temperature. Previous studies showed similar yearly changes in plant height of oriental tobaccos (Kurt and Ayan, 2014). Eleven of the lines studied had longer plants than the control genotypes. The differences between the lines indicated a high level of variation for this trait.

The number of leaves in tobacco directly affects the yield obtained in a unit area. Significant differences were found for the number of leaves in both years ($p < 0.01$). The number of leaves of the lines varied between 16.9 and 40.1 in the first year and between 24.1 and 41.7 in the second year. Lines 2, 13 and 20 in 2014, and lines 2, 8, 13, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 29, 43, 45, 52 and 57 in 2015 had more leaves than control genotypes (Table 4). Considering the results of the two years together, lines 2, 13 and 20 produced more leaves than Nail and Canik varieties. The range of the variation for the number of leaves among the lines was higher than the variation observed for oriental tobaccos in previous studies carried out in this region (Camas et al., 2009a, b; Kurt and Ayan, 2014; Kurt, 2020). These findings might reveal the influence of genotypic variations on number of leaves. Significant differences were detected for leaf width in both years ($p < 0.01$). Although the leaf width values of the lines were not statistically different from Nail and Canik varieties in 2014, lines 3, 7, 11, 22, 23, 42, 46, 48, 53 and 57 had higher leaf width than Nail and Canik in 2015 (Table 4). Leaf width is a character significantly affected by the environment. Kurt (2021) found that the leaf width of the same line varied between 7.3 and 16.1 cm in four different environments including the Samsun region.

Table 4. Agronomic characteristics of the genotypes examined

Genotype	Plant height (cm)		Number of leaves		Leaf width (cm)		Leaf length (cm)									
	2014 ^a	2015 ^a	2014 ^a	2015 ^a	2014 ^a	2015 ^a	2014 ^a	2015 ^a								
2	114.3	a-e	165.4	ab	40.1	a	41.2	ab	8.58	abc	9.27	n-v	15.36	h-q	20.73	f-l
3	111.9	a-g	135.5	g-j	25.9	f-p	29.5	k-s	8.96	abc	11.95	b-g	15.44	h-q	22.26	d-i
5	93.7	h-p	119.0	l-p	22.5	l-t	28.2	l-u	10.20	ab	10.27	h-q	21.19	a	18.71	k-o
6	85.5	l-t	124.3	i-o	21.9	l-u	27.7	m-u	10.32	ab	9.09	o-v	18.11	b-e	20.06	g-m
7	73.49	st	126.9	i-o	21.7	l-u	27.9	m-u	8.82	abc	12.48	bcd	15.38	h-q	22.31	d-i
8	115.9	a-d	170.7	a	29.6	c-h	35.3	d-j	9.68	abc	8.90	p-v	16.17	f-o	22.49	d-i
9	88.0	j-s	125.8	i-o	21.0	o-u	30.9	j-o	9.13	abc	8.53	s-v	13.76	q	15.74	o-r
10	88.6	j-s	129.1	h-m	22.2	l-u	30.6	k-p	8.98	abc	11.18	d-k	14.86	l-q	21.12	e-k
11	103.1	d-j	157.6	a-d	28.9	c-i	33.8	e-k	9.85	abc	11.88	b-g	19.17	b	26.29	abc
12	99.1	e-m	126.3	i-o	23.4	j-t	24.8	tu	9.78	abc	8.78	r-v	15.87	g-p	15.39	o-r
13	122.4	ab	158.5	a-d	35.7	ab	41.7	a	10.29	ab	8.86	q-v	17.19	c-i	18.82	j-o
14	89.4	i-r	139.0	f-i	20.6	p-u	33.6	e-k	9.09	abc	10.42	h-o	16.75	d-l	21.12	e-k
15	91.8	i-q	119.2	l-p	23.0	k-t	25.1	stu	9.50	abc	9.39	m-v	15.00	l-q	16.38	n-r
16	96.2	g-n	128.2	h-n	21.6	m-u	31.0	j-o	9.80	abc	10.73	g-m	16.39	e-n	23.48	c-g
17	81.2	n-t	110.8	p-t	19.6	r-u	24.7	tu	8.85	abc	12.57	a-d	15.27	i-q	20.72	f-l
20	125.8	a	147.7	c-g	33.4	bc	39.7	a-d	8.82	abc	10.98	e-l	15.18	k-q	23.49	c-g
21	102.1	d-k	150.1	c-f	27.2	d-l	37.8	a-e	8.62	abc	13.96	a	15.61	h-q	25.48	a-d
22	101.2	d-l	159.8	a-c	31.9	bcd	39.0	a-d	9.38	abc	11.37	c-j	16.49	d-m	24.35	a-e
23	109.2	b-h	147.7	c-g	26.8	d-n	35.8	c-i	8.42	bc	11.87	b-g	14.63	m-q	21.20	e-k
24	83.4	m-t	158.3	a-d	18.0	tu	35.9	c-i	8.39	bc	9.91	k-t	14.25	opq	18.53	k-o
25	93.8	h-p	136.6	g-j	28.8	c-j	32.7	f-l	9.43	abc	10.65	g-n	18.72	bc	20.91	e-k
26	97.3	f-n	136.6	g-j	24.7	h-s	36.1	c-h	9.68	abc	10.89	f-l	15.01	l-q	23.94	b-f
28	90.9	i-r	134.9	g-k	23.9	i-s	31.3	i-o	9.71	abc	9.36	m-v	16.00	f-p	16.50	n-r
29	106.7	c-i	153.0	b-e	31.5	b-e	40.3	abc	9.38	abc	11.50	c-i	16.46	d-m	23.24	c-h
30	70.3	t	146.3	d-g	20.1	q-u	31.5	h-n	9.25	abc	8.63	s-v	15.46	h-q	19.95	h-m
31	77.6	q-t	102.5	st	25.1	g-r	26.1	p-u	8.11	c	10.35	h-o	15.47	h-q	20.83	f-l
34	99.2	e-m	128.4	h-n	23.3	k-t	30.4	k-q	9.61	abc	8.81	r-v	14.70	m-q	17.46	l-q
35	112.8	a-f	115.2	n-s	31.8	bcd	27.3	n-u	9.38	abc	8.46	uv	17.17	c-i	15.89	o-r
36	97.1	f-n	131.3	h-l	25.2	g-q	25.4	r-u	8.64	abc	10.11	i-r	17.78	b-f	17.00	m-r
37	94.9	h-o	131.4	h-l	21.3	n-u	33.0	f-k	9.11	abc	10.33	h-p	16.40	d-n	23.02	c-h
40	79.7	o-t	114.6	o-s	19.4	stu	24.3	u	9.26	abc	9.41	m-v	14.10	pq	14.87	pqr
41	86.7	k-s	136.9	f-j	20.7	p-u	26.9	o-u	9.25	abc	12.57	a-d	17.06	c-k	26.87	ab
42	90.7	i-r	131.2	h-l	22.8	l-t	30.0	k-r	8.46	abc	12.38	b-e	14.22	pq	24.62	a-d
43	101.0	d-l	100.1	t	26.4	e-o	24.2	u	10.43	a	9.72	l-v	16.72	d-l	16.84	m-r
44	92.1	i-q	117.9	m-q	23.3	k-t	25.1	stu	9.22	abc	9.08	o-v	15.28	i-q	13.87	r
45	96.1	g-n	159.3	a-d	28.3	c-k	36.9	b-f	9.58	abc	9.96	j-s	15.34	h-q	22.20	d-j
46	91.6	i-r	140.5	e-h	20.5	p-u	32.3	g-m	8.50	abc	13.01	ab	16.97	c-k	25.62	a-d
47	108.8	b-h	116.3	m-r	30.7	b-f	24.9	tu	9.06	abc	9.22	n-v	17.22	c-h	16.28	n-r
48	78.1	p-t	117.3	m-r	20.8	p-u	25.0	stu	8.94	abc	11.57	c-h	15.98	f-p	19.40	i-n
49	119.6	a-c	114.8	o-s	30.4	c-g	25.8	r-u	9.61	abc	9.12	o-v	17.72	bg	13.53	r
50	98.8	e-m	116.2	m-r	23.0	k-t	24.1	u	9.24	abc	8.78	r-v	17.59	bg	13.97	r
51	111.1	a-g	105.7	q-t	23.8	i-s	23.9	u	8.78	abc	9.85	k-u	15.33	h-q	14.44	qr
52	89.4	j-r	121.9	k-p	25.1	g-r	37.1	a-f	10.43	a	10.30	h-p	18.28	bcd	18.28	k-p
53	84.5	m-t	135.5	g-j	25.8	f-p	27.2	n-u	9.84	abc	12.79	abc	17.12	c-j	24.31	a-e
54	88.1	j-s	104.4	rst	21.9	l-u	24.6	u	9.44	abc	8.30	v	15.33	h-q	14.10	qr
55	97.0	f-n	135.6	g-j	23.8	i-s	29.2	k-t	8.60	abc	8.83	q-v	14.81	l-q	15.73	o-r
56	75.8	rst	140.9	e-h	16.9	u	31.1	j-o	9.01	abc	8.50	tuv	15.22	jq	15.59	o-r
57	102.0	d-k	135.3	g-j	31.3	b-e	36.6	c-g	8.68	abc	12.31	b-f	14.83	l-q	27.49	a
Canik	89.7	j-r	126.8	i-o	26.9	d-m	29.9	k-r	9.78	abc	8.78	r-v	16.28	e-n	14.64	qr
Nail	92.4	i-q	128.1	h-n	19.3	stu	25.9	q-u	8.78	abc	9.72	l-v	14.50	n-q	14.78	qr
Mean	94.6		132.3		25.3		30.7		9.25		10.32		16.10		19.70	

Table 4. continued

Genotype	Yield (kg ha ⁻¹)		Grade index score (%)		Nicotine content (%)		Glucose content (%)	
	2014**	2015**	2014**	2015**	2014**	2015**	2014**	2015**
2	1483 a	1703 d	71.7 abc	66.7 abc	1.31 mn	0.97 op	6.71 bed	8.84 b
3	1416 ab	1572 e	73.3 ab	68.3 abc	1.46 hij	1.25 j-m	6.57 c-f	6.18 j-m
5	716 z	1345 j	55.0 e-h	50.0 efg	1.21 o-r	1.22 lmn	5.36 o	6.39 g-m
6	1148 i-l	1273 lmn	63.3 b-f	58.3 c-f	1.33 mn	1.04 op	4.53 q	7.86 cd
7	903 rst	1292 l	71.7 abc	66.7 abc	1.20 o-r	1.22 k-n	5.04 p	6.22 j-m
8	1055 mno	1595 e	71.7 abc	66.7 abc	1.16 qr	1.00 op	6.04 i-m	6.82 e-l
9	953 pqr	857 wx	51.7 fgh	61.7 b-e	1.62 de	1.60 bed	6.23 g-j	6.75 e-l
10	1064 mno	1194 op	58.3 d-h	53.3 d-g	1.53 fgh	1.23 k-n	6.19 h-l	6.51 g-m
11	920 qrs	1173 pq	78.3 a	73.3 a	1.64 d	1.26 i-m	5.97 j-n	8.67 b
12	1466 a	1398 i	56.7 e-h	51.7 efg	1.19 pqr	1.70 ab	6.07 i-l	6.90 e-j
13	1196 g-j	1836 a	68.3 a-d	63.3 abcd	1.51 f-i	1.10 no	5.88 k-n	6.69 e-m
14	860 s-v	1233 no	78.3 a	73.3 a	2.02 b	1.23 k-n	6.74 bed	7.08 efg
15	1245 e-h	1297 kl	55.0 e-h	51.7 d-g	1.37 klm	1.36 g-k	6.76 bed	5.02 op
16	1213 f-i	1427 hi	71.7 abc	66.7 abc	1.50 f-i	1.10 no	6.18 h-l	7.30 cde
17	1115 j-m	1233 no	65.0 b-e	60.0 c-f	1.18 pqr	1.34 g-l	6.72 bed	6.64 e-m
20	890 r-u	1190 p	78.3 a	73.3 a	1.23 opq	1.24 klm	6.74 bed	6.01 mn
21	1306 cde	1781 bc	73.3 ab	68.3 abc	1.31 mn	1.27 i-m	6.07 i-l	7.09 efg
22	928 qrs	1808 ab	71.7 abc	66.7 abc	1.98 b	1.50 def	6.02 j-m	7.91 c
23	1110 k-n	1673 d	76.7 a	71.7 ab	1.19 pqr	1.38 f-j	5.75 mn	6.76 e-l
24	1075 l-o	1264 lmn	46.7 h	46.7 g	1.55 efg	1.67 abc	6.01 j-m	6.66 e-m
25	1346 bed	1355 j	65.0 b-e	60.0 c-f	1.78 c	0.95 p	7.10 a	6.31 h-m
26	1181 h-k	1484 g	73.3 ab	68.3 abc	1.41 jk	1.04 op	6.90 ab	7.36 cde
28	1304 cde	1258 lmn	50.0 gh	51.7 efg	2.17 a	1.40 f-i	4.44 q	5.16 op
29	1366 bc	1439 h	71.7 abc	66.7 abc	1.16 qr	1.28 i-m	6.29 f-j	6.89 e-j
30	755 xyz	939 tu	71.7 abc	66.7 abc	2.19 a	1.22 k-n	6.54 c-g	6.81 e-l
31	887 r-u	983 s	65.0 b-e	60.0 c-f	1.41 jkl	1.39 g-j	5.20 op	6.15 klm
34	1314 cde	977 st	51.7 fgh	60.0 c-f	1.54 fg	1.73 ab	6.33 f-i	4.74 p
35	1202 ghi	885 vw	56.7 e-h	61.7 b-e	1.22 opq	1.55 cde	4.68 q	5.09 op
36	891 r-u	1290 l	58.3 d-h	51.7 d-g	1.33 mn	1.43 e-h	6.76 bed	6.50 g-m
37	834 t-x	1259 lmn	58.3 d-h	53.3 d-g	1.18 pqr	1.35 g-l	6.69 b-e	6.51 g-m
40	802 v-y	843 x	53.3 e-h	58.3 c-f	1.46 hij	1.73 a	6.19 h-k	7.00 e-h
41	997 opq	1339 j	61.7 c-g	56.7 c-g	1.44 ijk	1.19 mn	6.48 d-h	9.80 a
42	744 yz	1172 pq	58.3 d-h	53.3 d-g	1.53 fgh	1.31 h-m	6.83 abc	6.02 mn
43	792 v-z	1024 r	48.3 h	56.7 c-g	1.37 klm	1.38 f-j	5.37 o	7.08 efg
44	959 pqr	923 uv	51.7 fgh	56.7 c-g	1.33 lmn	1.51 def	5.99 j-m	7.25 def
45	853 s-w	1758 e	71.7 abc	66.7 abc	1.23 opq	1.02 op	7.06 a	5.98 mn
46	994 opq	1135 q	65.0 b-e	60.0 c-f	1.50 f-i	1.27 i-m	6.01 j-m	6.48 g-m
47	1108 k-n	1282 lm	56.7 e-h	48.3 fg	1.27 no	1.47 d-g	5.30 op	5.43 no
48	811 u-y	1244 mn	55.0 e-h	50.0 efg	2.00 b	0.99 op	6.48 d-h	6.87 e-k
49	1275 d-g	1334 jk	51.7 fgh	51.7 efg	1.62 de	1.18 mn	5.01 p	5.24 op
50	770 w-z	890 vw	56.7 d-h	53.3 d-g	1.49 ghi	1.34 g-l	5.16 op	6.27 i-m
51	1292 c-f	889 vw	51.7 fgh	58.3 c-f	1.37 klm	1.25 j-m	6.18 h-l	6.98 e-i
52	1150 i-l	1527 f	61.7 b-g	56.7 c-g	1.57 ef	1.01 op	6.47 d-h	6.12 lm
53	1018 op	1359 j	68.3 a-d	63.3 a-d	1.39 j-m	0.97 op	6.66 b-e	7.04 efg
54	779 v-z	894 vw	56.7 e-h	58.3 c-f	1.38 klm	1.39 f-i	5.69 n	6.81 e-l
55	1245 e-h	1199 op	58.3 d-h	53.3 d-g	1.75 c	1.36 g-k	6.39 e-h	6.76 e-l
56	792 v-z	1348 j	58.3 d-h	50.0 efg	1.14 r	1.74 a	5.87 lmn	6.54 f-m
57	1343 bed	1573 e	71.7 abc	66.7 abc	1.51 f-i	1.67 abc	6.57 c-f	6.22 j-m
Canik	1029 nop	1358 j	55.0 e-h	51.7 d-g	1.26 nop	1.72 ab	5.08 op	6.48 g-m
Nail	847 s-w	996 rs	56.7 e-h	58.3 c-f	1.28 no	1.18 mn	6.71 bed	6.81 e-l
Mean	1055	1282	62.5	59.7	1.46	1.31	6.0	6.66

**Means with different letters in each column are significantly different (P<0.01) according to Duncan test

Significant differences were observed for leaf lengths in both years (p<0.01). The leaf lengths of the lines varied between 13.76 and 21.19 cm in 2014 and between 13.5 and 27.5 cm in 2015. Lines 5, 11, 25, and 52 had higher leaf lengths than standard genotypes in both years (Table 4). In other studies with oriental tobaccos conducted under similar conditions, leaf length varied from 15.7 to 18.6 cm (Kurt and Ayan, 2014) and from 24.8 to 25.6 cm (Kurt, 2021). The leaf length values

observed in the present study were similar to the ones reported in those studies. However, the range of leaf length values in the present study (13.7-27.5 cm) was higher, indicating the high variation level among our lines in terms of leaf length.

Tobacco is a crop grown for its dried leaves. Dried leaf yield has been the character that interests plant breeders and tobacco producers. The highest dry leaf yield was obtained from the line 13 as 1836 kg ha⁻¹ in 2015 and the lowest from the line 5 as 716 kg ha⁻¹ in 2014 ($p < 0.01$). Twenty of the lines examined in 2014 and 12 in 2015 had higher dried leaf yields than the standards Nail and Canik (Table 4). Since oriental tobacco is grown under rainfed conditions, adaptations of the lines with similar dried leaf yields under both low and high precipitation conditions are better (Kurt et al., 2020). Therefore, lines 2, 3, 12, 13, 16, 21, 26 and 57, which yielded higher dry leaf than the standards in both years, could be stated to have better adaptations to the region than the other lines. In other studies, carried out in the region, leaf yields varied between 940 and 1370 kg ha⁻¹ (Kurt and Ayan, 2014) and between 900 and 1500 kg ha⁻¹ (Camas, 1998). Thus, the dried leaf yields of our lines were higher than those of lines or cultivars used in previous studies, and it could be concluded that the lines evaluated in the present study have the potential for high dried leaf yields and could be useful in future tobacco breeding programs to improve dried leaf yields in changing climate conditions. Oriental tobaccos are known for their superior quality properties (Kinay and Yilmaz, 2016). Physical quality in tobacco is measured using a grade index score. The highest grade index scores were obtained from the lines 11, 14 and 20 as 78.3% in 2014 ($p < 0.01$). In 2014, 18 lines had higher grade index scores than the standards, while in 2015, lines 11, 14, 20 and 23 had statistically higher grade index scores than the standards (Table 4). Grade index scores of oriental tobaccos grown in the same region as the present study were reported to vary between 24.2 and 69.3% by Kurt (2021) and between 58 and 80% by Kurt and Ayan (2014). Thus, grade index scores appeared to vary greatly by the genotype used. Oriental tobaccos should have grade index scores of at least 60%. The grade index scores of most lines evaluated in the present study were over 60% in both years, which indicated the satisfactory quality characteristics of the lines evaluated.

The first measure of chemical quality in oriental tobacco is the nicotine content of the dried leaves. The proportions of oriental tobaccos in cigarette blends are determined by the nicotine content of the leaves. The nicotine content of the lines varied between 1.14 and 2.19% in 2014 and between 0.95 and 1.70% in 2015 ($p < 0.01$). In the first year, 28 lines had higher nicotine contents than the standard genotypes. In the second year, on the other hand, lines 12, 34, 40 and 56 had nicotine contents similar to Canik standard variety, while 21 lines had higher nicotine contents than Nail standard variety (Table 4). Nicotine contents of dried oriental tobacco leaves were reported to vary from 1.5 to 3.5% by Camas et al. (2009a) and from 2.1 to 3.3% by Yilmaz and Kinay (2011). Kurt (2021) found nicotine contents

of oriental tobaccos as 0.96-2.06% in other regions and 0.47% in Samsun region. Thus, in this region where the same tobacco genotypes had less nicotine contents compared to other regions, nicotine contents of the lines evaluated in the present study were considerably high.

Leaf glucose content is an important measure of chemical quality in tobacco. The leaf glucose contents of the lines varied between 4.44 and 7.10% in the first year and between 4.74 and 9.80% in the second year. In the first year, line 25 had a higher leaf glucose content than Canik local variety while 38 lines had higher leaf glucose contents than Nail. In the second year, on the other hand, lines 2, 6, 11, 16, 22, 26, 41 and 44 had higher leaf glucose contents than the two standard varieties (Table 4). Glucose is one of the most important soluble sugars (Roomer et al., 2012). In general, tobaccos with high sugar contents are considered to be of better quality (Hasebe and Subara, 1999). Leaf glucose content in oriental tobacco leaves were reported to be 2.0% (Ramusino et al., 1994), 2.98% (Kurt, 2021) and 4.2% (Kinay and Yilmaz, 2016). The glucose content values in the present study were higher than those reported in previous studies. The lines examined contained significant variations in leaf glucose content, and most of them had good quality in terms of leaf glucose contents.

A PCA analysis was carried out to show the agronomic variations among 48 pure lines along with Canik and Nail varieties and to determine the proportional importance of each traits within the total variation. The first two principal components (PC) (eigen value greater than one) accounted for 65.8% of the total variability. In the first PC, which explained 47.1% of the total variance, the predominant characters were grade index, leaf length, number of leaves and plant height. PC2, which accounted for 18.7% of the overall variation, explained 18.7.0% of the overall variation. Plant height and number of leaves contributed positively to this PC while leaf width had a negative impact (Figure 4a). All the characters which turned out to be significant in PCA and made considerable contributions were physical characters. The producers, who were the original developers of the local varieties, may have imposed their preferences through physical characters.

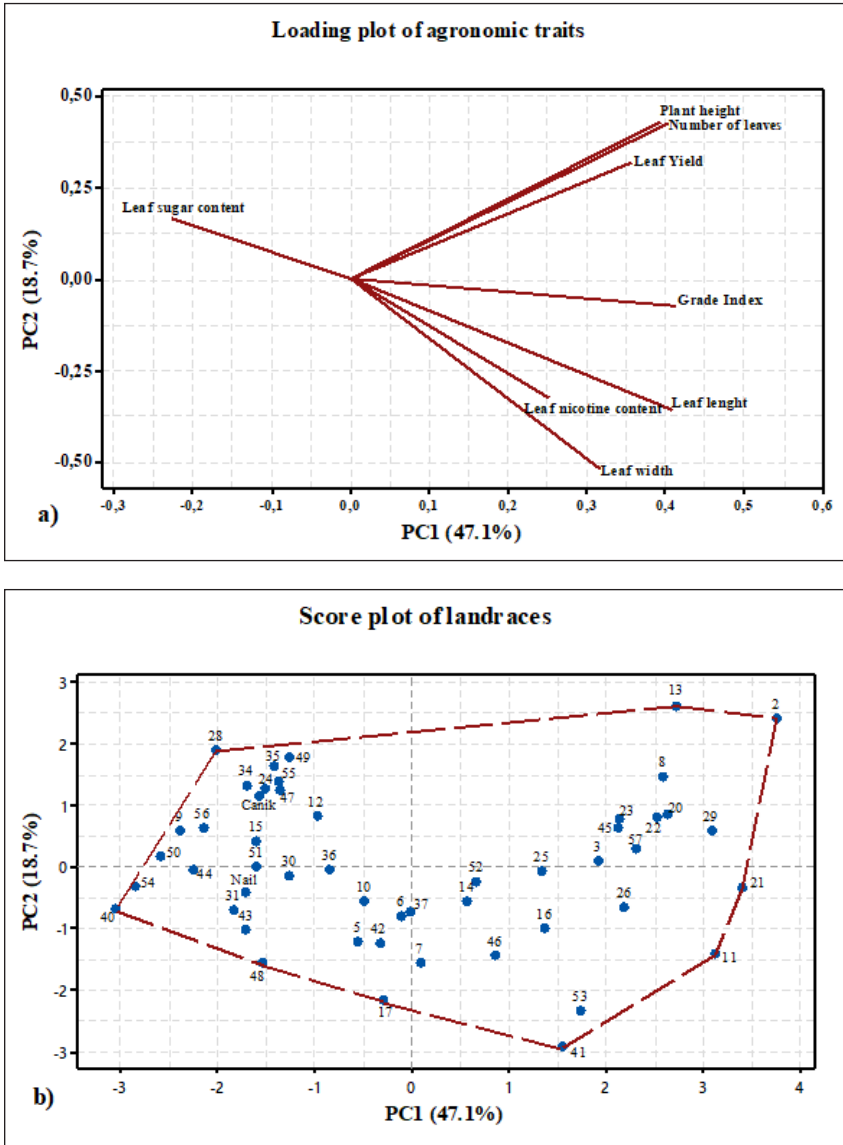


Figure 4. Loading plot (a) and score plot (b) of first two principal component

Therefore, it is an expected situation that physical characters constituted a major part of the overall variation observed among the lines. Indeed, Zakova and Benkova (2006) and Yadav et al. (2018) mentioned that variations in local varie-

ties were in harmony with producer preferences. Score plot was drawn to evaluate together the overall agronomic variations of the genotypes examined (Figure 4b).

The highest values of dried leaf yield and number of leaves were obtained from line 2, while the highest leaf length and grade index score were observed in line 11, the highest nicotine in line 28 and the highest sugar content in line 41. The lowest values were obtained from line 28 for sugar contents, from line 40 for number of leaves, leaf length and dried leaf yield. Lines 17 and 48 had low values for most of the characters evaluated, while line 13 had high values in half of the characters examined, and average values in other half, and line 21 had high values for almost all characters. In a score plot, the most responsive genotypes can be identified by drawing a polygon with endpoints in which genotypes with extreme values are located. These genotypes may be either the best or worst performing ones in some or all locations where they are examined (Yuksel and Akcura, 2012). According to these results, an overall evaluation can be made to reveal the lines with high and low performance for the involved character, or to identify the lines with superior overall performance.

4. CONCLUSION

Evaluation of the genetic variation level has been a major aim in crop improvement. Landraces have always been of great importance for both expanding shrinking genetic variations and selecting high-performance lines. In the present study, tobacco genotypes grown in a specific region were examined for both DNA and agronomic variations. Forty-eight different genotypes were identified among 58 single plants selected based on their appearance. The results showed that there is high variation in the oriental tobacco material used in the tobacco production area of Samsun. High variations were also determined in agronomic characters. The vast majority of the lines studied performed better than the local varieties Canik or Nail for most characters. The results of the present study revealed agronomic variations in the oriental tobacco production material, which is generally known as Samsun type of oriental tobacco. In order to use the variations detected by this study for tobacco breeding, the lines should be evaluated in multiple field trials. Lines 2, 11, 13, 21, 28, and 41 were considered promising due to their superiority in some or all agronomic characteristics. Direct selection of lines with high performance could contribute to the tobacco production in the region where good quality Samsun tobaccos are grown. The present study provides a detailed characterization of Samsun oriental tobacco genotypes for tobacco breeders. The lines examined could be directly used in tobacco production or they can be harnessed as gene donors for agronomic traits to be used in plant breeding programs.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

Author Contribution Rates

Design of Study: DK (25%), AK (25%), IS (25%), NK (25%)

Data Acquisition: DK (35%), AK (35%), IS (30%)

Data Analysis: DK (25%), AK (25%), IS (25%), NK (25%)

Writing up: DK (20%), AK (20%), IS (20%), NK (40%)

Submission and Revision: DK (25%), AK (25%), IS (25%), NK (25%)

REFERENCES

- Acquaah, G., 2012. Principles of plant genetics and breeding. Chapter 11. Plant genetic resources 2.ed. Blackwell, Maryland.
- Aleksoska, A.K., Arsov, Z., Miceska, G., Gveroska, B., Aleksoski, J., Bebic, Z., 2014. Diallel crosses trial- the basis for detection of resistance to diseases in tobacco. *Tobacco*, 64: 3-12.
- An, Y., Fu, Y., Luo, S., He, X., Li, H., Nie, H., Jian, F., Zhongjian, H., Li, Y., 2013. Quality analysis of Samsun oriental tobacco leaves in various ecological regions. *Chinese Tobacco Science*, 2013(3): 94-99.
- Anderson, J.A., Churchill, G.A., Autrique, J.E., Tanksley, S.D., Sorrells, M.E., 1993. Optimizing parental selection for genetic linkage maps. *Genome*, 36:181-186.
- Bindler, G., Hoeven R., Gunduz, I., Plieske, J., Ganal, M., Rossi, L., Gadani, F., Donini, P., 2007. A microsatellite marker based linkage map of tobacco. *Theoretical and Applied Genetics*, 114(2): 341-349.
- Bindler, G., Plieske, J., Bakaher, N., Gunduz, I., Ivanov, N., Der Hoeven, R.V., Ganal, M., Donini, P., 2011. A high density genetic map of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) obtained from large scale microsatellite marker development. *Theoretical and Applied Genetics*, 123(2): 219-230.
- Cai, C., Yang, Y., Cheng, L., Tong, C., Feng, J., 2015. Development and assessment of EST SSR marker for the genetic diversity among tobaccos (*Nicotiana tabacum* L.). *Russian Journal of Genetics*, 51: 591-600.
- Camas, N., 1998. The analysis of the inheritance ability of some quantitative characters using line x tester method in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Dissertation (unpublished) Ondokuz Mayıs University Samsun Turkey.
- Camas, N., Caliskan, O., Odabas, M.S., Ayan, A.K., 2009a. The effects of organic originated fertilizer doses on yield and quality of Esendal tobacco cultivar. *Proceeding of the Turkey VIII. Field Crops Congress*; Sep 18-22 Hatay Turkey.
- Camas, N., Karaali, H., Caliskan, O., Kurt, D., 2009b. Determination the yield and yield components of Basma tobacco cultivars and accessions under Gumushacikoy conditions. *Proceeding of the Turkey VIII. Field Crops Congress Sep 18-22 Hatay Turkey*.
- Ceccarelli, S., 1994. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. In: *Breeding Fodder Crops for Marginal Conditions* Springer Dordrecht.
- Darvishzadeh, R., Mirzaei, L., Maleki, H.H., Laurentin, H., Alavi, S.R., 2013. Genetic variation in oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) by agro-morphological traits and simple sequence repeat markers. *Revista Ciência Agronômica*, 44(2): 347-355.

- Darvishzadeh, R., Basirnia, A., Maleki, H.H., Jafari, M., 2014. Association mapping for resistance to powdery mildew in oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) germplasm. *Iranian J Gen Plant Breed*, 3(1): 21-30.
- Davalieva, K., Maleva, I., Filipovski, K., Spiroski, O., Efreinov, G.D., 2010. Genetic variability of Macedonian tobacco varieties determined by microsatellite marker analysis. *Diversity* 2(4): 439-449.
- Ding, L., Xie, F., Zhao, M., Wang, S., Xie, J., Xu, G., 2007. Rapid quantification of sucrose esters in oriental tobacco by liquid chromatography-ion trap mass spectrometry. *Journal of Separation Science*, 30(1): 35-41.
- Freed, R., Eisensmith, S.P., 1986. MSTAT - Statistical Software for Agronomists. *Agronomy Abstract*.
- Fricano, A., Bakaher, N., Del Corvo, M., Piffanelli, P., Donini, P., Stella, A., Ivanov, N.V., Pozzi, C., 2012. Molecular diversity population structure and linkage disequilibrium in a worldwide collection of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) germplasm. *BMC Genetics*, 13(18): 1-13.
- Gholizadeh, S., Darvishzadeh, R., Mandoulakani, B.A., Bernousi, I., Alavi, S.R., Masouleh, A.K., 2012. Molecular characterization and similarity relationships among flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) genotypes using simple sequence repeat markers. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2): 247-253.
- Ganesh, C.T., Saiprasad, G.V.S., Raju, M.B., Sheshshayee, M.S., Udayakumar, M., 2014. Genetic structure in FCV tobacco population as assessed by multi-locus genotyping using SSR markers. *Advances in Crop Science and Technology*, 2(3): 127-135.
- Hasebe, H., Suhara, S., 1999. The quality estimation of different tobacco types examined by headspace vapor analysis. *Contributions to Tobacco Research*, 18(5): 213-222.
- Kandemir, N., Yildirim, A., Gunduz, R., 2010. Determining the levels of genetic variation using SSR Markers in three Turkish barley materials known as Tokat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34: 17-23.
- Keskin, A., Koprulu, T.K., Bursali, A., Ozsemir, A.C., Yavuz, K.E., Tekin, S., 2014. First record of *Ixodes arboricola* (Ixodida: Ixodidae) from Turkey with presence of *Candidatus Rickettsia vini* (Rickettsiales: Rickettsiaceae). *Journal of Medical Entomology*, 51(4): 864-873.
- Kinay, A., Yilmaz, G., 2016. Effects of heterosis on agronomically important traits of oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) hybrids. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture*, 11(1): 89-94.
- Kinay, A., Kurt, D., 2021. Chemical content and quality of sun cured tobacco lines. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 36(2): 282-292.
- Kurt, D., 2020. Stability analyses for interpreting genotype by environment interaction of selected oriental tobacco landraces. *Turkish Journal of Field Crops*, 25(1): 83-91.
- Kurt, D., Yilmaz, G., Kinay, A., 2020. Effects of environmental variations on yield of oriental tobaccos. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(2): 310-324.
- Kurt, D., 2021. Impacts of environmental variations on quality and chemical contents of oriental tobacco. *Contributions to Tobacco and Nicotine Research*, 30(1): 51-63.
- Kurt, D., Ayan, A.K., 2014. Effect of the different organic fertilizer sources and doses on yield in organic tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) production. *Journal of the Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 31(2): 7-14.
- Kyratzis, A.C., Nikoloudakis, N., Katsiotis, A., 2019. Genetic variability in landrace populations and the risk to lose genetic variation. The example of landrace 'Kyperounda' and its implications for ex situ conservation. *PLoS ONE*, 14(10): 1-20.
- Moon, H.S., Nicholson, J.S., Heinemann, A., Lion, K., Van Der Hoeven, R., Hayes, A.J., Lewis, R.S., 2009a. Changes in genetic diversity of U.S. flue-cured tobacco germplasm over seven decades of cultivar development. *Crop Science*, 49: 498-508.
- Moon, H.S., Nifong, J.M., Nicholson J.S., Heineman A., Lion, K., Van Der, H.R., Hayes A.J., Lewis, R.S., 2009b. Microsatellite-based analysis of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Crop Science*, 49: 2149-2159.
- Nunome, T., Negoro, S., Kono, I., Kanamori, H., Miyatake, K., Yamaguchi, H., Ohyama, A., Fukuoka, H., 2009. Development of SSR markers derived from SSR-enriched genomic library of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 119: 1143-1153.
- Pekuslu, A., Yilmaz, I., Inal, A., Kartal, H., 2012. Tobacco Genotypes of Turkey. *Journal of AARI*, 22(2): 82-90.
- Ramusino, M.C., Dattilo, B.S., Lucibello, A., Rossi, S.G., 1994. Determination of 25 low molecular weight carbohydrates in tobacco by high performance ion chromatography. *Contributions to Tobacco Research*, 16(2): 77-84.
- Roemer, E., Schorp, M.K., Piadé, J.J., Seeman, J.J., Leyden, D.E., Haussmann, H.J., 2012. Scientific assessment of the use of sugars as cigarette tobacco ingredients: a review of published and other publicly available studies. *Critical Reviews Toxicology*, 42(3): 244-278.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., Dickey, D.A., 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach* 3rd ed McGraw-Hill New York.

- Thakur, M.C., Agrawal, S., Patel, M., Khan, A., Doshi, H.V., 2013. Genetic variability of *Nicotiana tabacum* (Linn.) using SSR marker. *World Journal of Agricultural Research*, 1(6): 124-129.
- Tong, Z., Yang, Z., Chen, X., Jiao, F., Li, X., Wu, X., Gao, Y., Xiao, B., Wu, W., 2012. Large-scale development of microsatellite markers in *Nicotiana tabacum* and construction of a genetic map of flue-cured tobacco. *Plant Breeding*, 131(5): 674-680.
- Yadav, R.K., Gautam, S., Palikhey, E., Joshi, B.K., Ghimire, K.H., Gurung, R., Adhikari, A.R., Pudasaini, N., Dhakal, R., 2018. Agro-morphological diversity of Nepalese naked barley landraces. *Agriculture & Food Security*, 7(86): 1-12.
- Yeh, F.C., Yang, R.C., Boyle, T.B.J., Ye, Z.H., Mao, J.X., 1997. Popgene, The user-friendly shareware for population genetic analysis. Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, Canada (program available from: <http://www.ualberta.ca/fyeh/>).
- Yilmaz, G., Kinay, A., 2011. Effects of different nitrogen rates on yield and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Proceeding of the Turkey IX. Field Crops Congress Sep 12-15 Bursa Turkey*.
- Yuksel, S., Akcura, M., 2012. Pattern analysis of multi-environment yield trials in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 36: 285-295.
- Zakova M., Benkova, M., 2006. Characterization of spring barley accessions based on multivariate analysis. *Communications in Biometry and Crop Science*, 1(2): 124-134.



Tane Özellikleri Üzerine Eğim, Anaç ve Salkım Seyreltmenin Etkisi

The Effect of Slope, Rootstock and Cluster Thinning on Berry Properties

İlknur KORKUTAL¹, Elman BAHAR², Batuhan KOSKOSOĞLU³

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ
• ikorkutal@nku.edu.tr • ORCID > 0000-0002-8016-9804

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ
• ebahar@nku.edu.tr • ORCID > 0000-0002-8842-7695

³Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ
• batuksks@gmail.com • ORCID > 0000-0002-7736-6081

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 13 Nisan / April 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 29 Eylül / September 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 637-654

Atıf/Cite as: Korkutal, İ., Bahar, E., Koskosoğlu, B. "Tane Özellikleri Üzerine Eğim, Anaç ve Salkım Seyreltmenin Etkisi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(3), Ekim 2022: 637-654.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İlknur KORKUTAL

Yazar Notu / Author Note: Bu araştırma üçüncü yazarın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

TANE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE EĞİM, ANAÇ VE SALKIM SEYRELTMENİN ETKİSİ

ÖZ:

Üzümün olgunlaşması bazı karmaşık fiziko-kimyasal ve biyo-kimyasal süreçlerden meydana gelir. Bu süreçleri; iklim, toprak, coğrafi konum, çeşit, anaç ve kültürel işlemler, kısacası tüm terroir bileşenleri etkilemektedir. Bu kavramlar tek başına etkili olduğu gibi, birbirleriyle de sürekli bir etkileşim halindedir. Bu araştırmada terroir-asma-üzüm ilişkileri incelenmiştir. Deneme Şarköy/Tekirdağ'da bulunan Kalpak Tarım Ürünleri Ltd. Şti. bağlarında iki yıl süreyle 2019/2020 ve 2020/2021 yürütülmüştür. Eğimi %18, rakımı 309-327 m arasında ve Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru aşı kombinasyonlarının kullanıldığı 70 cm gövde yüksekliğine sahip bağda, sıra arası genişlik 2.1 m sıra üzeri genişlik ise 1.0 m'dir. Kuzey-Güney doğrultusunda dikilmiş olan asmalar, Kordon Royat terbiye sisteminde duvar şeklinde terbiye edilmiştir. Araştırmanın amacı; eğitimdeki konumları (Üst, Orta ve Alt Bölge) dikkate alınan iki farklı anaca (140Ru ve Fercal) aşılanmış olan omcalara uygulanan 3 farklı salkım seyreltmenin (%0, %25 ve %50) tane özelliklerini nasıl etkilediğini belirlemektir. Sonuç olarak; Fercal anacında tane yaş ağırlığı, tane kuru ağırlığı, tane hacmi, tane özkütlesi ve tane kabuk alanı açısından düşük değerler alınmıştır. Öte yandan 140Ru anacından da tane eni, tane boyu, % kuru ağırlık ve tane kabuk alanı / tane eti hacmi açısından düşük değerler elde edilmiştir. Eğitimdeki konumları incelendiğinde; Üst konumu tane özkütlesi ve tane kabuk alanı / tane eti hacmi dışındaki diğer kriterleri düşürmüştür. İncelenen iki yılda da bağdan ortalama 700-800 kg da⁻¹ arasında verim alındığından salkım seyreltme yapılmamasının (%0 S) daha uygun olacağı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: 140ru, Cabernet Franc, Fercal, Konum, Üzüm Tanesi.



THE EFFECT OF SLOPE, ROOTSTOCK AND CLUSTER THINNING ON BERRY PROPERTIES

ABSTRACT:

The ripening of grapes consists of some complex physico-chemical and biochemical processes. These processes; climate, soil, geographical location, variety, rootstock and cultural practices, in short, affect all terroir components. As these conceptions are effective alone, they are also in constant interaction with each other. In this research, terroir-grapevine-grape berry relations were examined. Trial is located in Sarkoy/Tekirdag, Chateau Kalpak Vineyards for two years 2019/2020 and 2020/2021. In the vineyard with a slope of 18%, an altitude of 309-327 m, and a height of trunk 70 cm in which Cabernet Franc/Fercal and Cabernet Franc/140Ru

grafting combinations are used, between rows is 2.1 m and the width on rows is 1.0 m. The vines planted in the N-S direction were cultivated in the single-arm Cordon Royat trellising system. The aim of the study is to determine how three different cluster thinning (0%, 25% and 50%) applied to grapevines which is grafted on two different rootstocks (140Ru and Fercal) considering their positions on the slope (Top, Middle and Bottom) affect the grape berry characteristics. As a result, low values were obtained from Fercal rootstock in terms of berry fresh and dry weight, berry volume, berry density and berry skin area. On the other hand, berry width, berry length, % dry weight and berry skin area / berry volume from 140Ru rootstock, too. When the location on the slope is examined; the Top position reduced the criteria other than berry density and berry skin area / berry volume. Since the average yield of two years in the vineyard is between 700-800 kg da⁻¹, it was determined that it would be more appropriate no cluster thinning (0% S).

Keywords: 140ru, Fercal, Cabernet Franc, Location, Grape Berry.



1. GİRİŞ

Üzümün olgunlaşması ve asmanın davranışları üzerine toprağın etkisi, iklimin asma üzerine etkileri, kültürel işlemlerin asma üzerine etkileri, üzümün olgunlaşması üzerine taç yüksekliğini etkisi, yaz budamasının (yaprak alma, koltuk alma, salkım seyreltme vb.) üzüm ve asma üzerine etkilerini bilmek önemlidir (Bahar ve ark., 2010). Asmaların yaşam döngüsünü etkileyen en önemli faktörlerden biri iklim olup; sıcaklık, rüzgar, donlar ve yağış en etkili iklim faktörleri arasında sayılabilir. Öte yandan bağdaki asmaların su durumu da topografiye, kültürel uygulamalara ve toprak özelliklerine göre değişmektedir (Jasse ve ark., 2021). Yağmur olarak düşen yağış miktarı önemli olduğu gibi; toprağın tutabileceği su miktarı da üretim üzerine güçlü bir etkiye sahiptir (Blaschek ve ark., 2019). Toprağın su tutma kapasitesi toprağın tekstürüne, topografyaya ve düşen yağış miktarına bağlıdır. Asma su durumu da toprağın su tutma kapasitesine ve kanopinin büyüklüğüne göre değişmektedir (Van Leeuwen ve ark., 2006). Asmanın su durumu, topraktaki su noksanlığının ben düşmeden önce ve sonra gerçekleşmesine göre farklılıklar göstermektedir (Gambetta ve ark., 2020). Asma, ben düşme öncesi görülen su kısıtına daha duyarlıdır (Korkutal ve ark., 2019). Tane gelişiminin erken dönemlerinde meydana gelen su noksanlığı hücre bölünmesi ve hücre genişlemesini dolayısıyla tane boyutu ve tane yapısını etkilemektedir (Bondada and Shutthanandan, 2012). Ayrıca, aşırı su stresinin üzümlerin tane boyutunu küçülttüğü Flexas ve Medrano (2002) tarafından belirtilmiştir. Tane büyüklüğünün üzüm kalitesini etkilediği de unutulmamalıdır (Chen ve ark., 2018).

King ve ark. (2015) salkım seyreltmeyi; asmanın ürün yükünün üzümü olgunlaştırma kapasitesiyle dengelemeyi amaçlayan, yaygın olarak kullanılan bir bağ yönetimi uygulaması olarak tanımlamışlardır. Salkım seyreltme üretim merkezi-tüketim merkezi dengesini kurarak kaliteyi yükseltmeyi ve tanedeki sekonder metabolitlerin artışı sağlamak için kullanılan yaygın bir bağcılık tekniğidir. Bağda gerçekleştirilen sulama, terbiye sistemi, yaprak alma salkım seyreltme gibi kültürel işlemler asma üzerinde etkili olmakta (Alem ve ark., 2019), öte yandan çevre koşulları ve bağcılık uygulamaları tane ağırlığı ve tane bileşimini farklı seviyelerde etkilemektedir (Dai ve ark., 2011). Tanenin fenolik olgunlaşması iklim koşulları ile salkım seyreltme ve yaprak alma gibi pratik bağcılık uygulamalarıyla doğrudan ilişkilidir (Guidoni ve ark., 2008). Ben düşme ve tanelerin bezelye iriliğini aldığı dönemde gerçekleştirilen salkım seyreltme uygulamalarının tane ağırlığı bakımından fark yaratmadığı Kennedy ve ark. (2009) tarafından tespit edilmiştir. Bunun aksine ben düşme döneminde gerçekleştirilen salkım seyreltme ile genellikle üzüm kalitesi ve bileşimine pozitif bir etkide bulunduğu kaydedilmiştir (Mawdsley ve ark., 2019).

Bu araştırmanın amacı, eğimli bir bağda, iki farklı anaca (140Ru ve Fercal) aşılanmış olan Cabernet Franc üzüm çeşidi omcalarında gerçekleştirilen değişik seviyelerdeki salkım seyreltmenin, tane özelliklerini nasıl etkilediğini ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma Tekirdağ ili Şarköy ilçesi içerisinde özel bir şirkete ait %18 eğimli bağda, 13 yaşlı Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru aşı kombinasyonlarında iki yıl süreyle gerçekleştirilmiştir. Kuzey-Güney doğrultusunda dikilmiş bu asmalara Espalye sisteminde tek kollu Kordon Terbiye şekli verilmiştir. Omcalar 70 cm gövde yüksekliğine sahip olup; sıra arası 2.1 m x sıra üzeri 1.0 m mesafede dikilmiştir.

2.2. Yöntem

Denemenin yürütüldüğü omcaların bulunduğu parselde kenar etkisini azaltmak amacıyla sıra başında ve sonunda 2-3 omca ve parseller arasında yine aynı sayıda omca, kenar bitkisi olarak deneme dışında bırakılmıştır. Omcaların homojenliği açısından aynı yaş, gelişim kuvveti ve şarjda olmasına dikkat edilmiştir. Farklı gelişim düzeyi gösteren omcalar deneme dışında bırakılmıştır. Sürgünlerin uzunluğu 25-35 cm olduğunda salkım sayıları eşitlenmiştir. Bağın kültürel işlemleri iki vejetasyon periyodu boyunca yapılmıştır.

Bağ; eğimdeki konuma göre, Üst (kireçli, çakıllı ve su geçirgenliği fazla), Alt (kil oranı ve taban toprak derinliği yüksek) ve Orta (çakıllı, su geçirgenliği Üst ve Alt arasında) olarak üçe ayrılmıştır.

Eğimdeki konum bölgelerine göre üç farklı salkım seyreltme (%0, %25 ve %50) uygulanmıştır. Ben düşmede (140Ru için 22.07.2019 ve 28.07.2020) (Fercal için 24.07.2019 ve 28.07.2020) %25 ve %50 salkım seyreltme gerçekleştirilmiştir.

2.3. Deneme Deseni Ve İstatistiki Analiz

Araştırma Bölünmüş Parsellerde Faktöriyel Deneme deseninde kurulmuş ve 2 anaç (140Ru ve Fercal), 3 farklı eğim (Üst, Orta ve Alt Bölge), 3 farklı salkım seyreltme (%0, %25 ve %50), 3 tekerrür ve her tekerrürde 3 omca olmak üzere toplam 162 omca ile yürütülmüştür. İki yıl verilerinin değerlendirilmesinde JMP programı, varyans analizini takiben LSD testi kullanılmıştır.

2.4. Araştırmada İncelenen Kriterler

Bazı iklim verileri: İklimsel veriler Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınmıştır (TMM, 2020).

Branas Heliotermik İndisi: Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır.

$$HI = X.H.10^{-6} \quad 1)$$

X= Yıllık etkili sıcaklık toplamı (°C)

H= Yıllık toplam güneşlenme süresi (saat)

Huglin Heliotermik İndisi: Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır

$$IH = \sum_{1 \text{ Nisan}}^{30 \text{ Eylül}} (T_{mi} - 10^{\circ}C) + (T_{xi} - 10^{\circ}C)/2 .L \quad 2)$$

T_{mi} = Günlük ortalama sıcaklık (°C)

T_{xi} = Günlük en yüksek sıcaklık (°C)

L = Gün uzunluğu katsayısı (40° 1" dan 42° 0" ya kadar 1.02)

Dryness (Kuruluk) İndisi: Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır

$$IS = W_{(30 \text{ Eylül})} = W_{0 (1 \text{ Nisan})} + P - T_v - Es \quad 3)$$

IS = Kuraklık İndeksi

W = Vegetasyon periyodu sonundaki toprak su rezervi (mm)

W0 = Başlangıçtaki yararılı su rezervi (mm)

P = Yağış (mm)

Tv = Bağın potansiyel transpirasyonu (ETPk)

Es = Direkt topraktan evaporasyon

Tanelerden örnek alınması; asmaların hasat döneminde salkımların üst kısımlarından 3, orta kısımlarından 2 ve uç kısımlarından 1 olmak üzere toplam 6 örnek alınması şeklinde yapılmıştır. Bu şekilde her salkımdan 6 tane ve her asmadan 12 tane alınmış, toplam 162 asmadan her bir kriteri belirlemek için 1944 adet üzüm tanesi incelenmiştir.

Tane Eni - Boyu (mm): Alınan örneklerin enleri (cm) kumpasla ölçümleri yapılmıştır (OIV, 2009).

Tane Yaş - Kuru Ağırlığı (g): Tanelerin yaş ağırlıkları hasat sonrası; kuru ağırlıkları 72 saat 70°C'de etüvde kurutulduktan sonra hassas terazi (0.001g) ile tartılarak yapılmıştır (OIV, 2009).

% Kuru Ağırlık (adet): Alınan örnekler 72 saat 70°C'de etüvde kurutulup tartılarak yaş ağırlıkla oranlanmıştır. (Bahar ve ark., 2011).

Tane Hacmi (cm³): Alınan örnekler içerisinde 10 adet tanenin hacimleri mezürde su taşıma yöntemiyle cm³tane cinsinden belirlenmiştir (Bahar ve ark., 2011).

Tane Özkütlesi (g cm⁻³): Tane ağırlığının hacmine bölünmesi ile elde edilmiştir (Eşitlik 4).

$$\text{Özkütle (g/cm}^3\text{)} = \text{Tane kütlesi (g)} / \text{Hacim (cm}^3\text{)} \quad 4)$$

Tane Kabuk Alanı (TKA) (cm² tane⁻¹): Tane kabuk alanı eşitlik 5 ve 6'da verildiği şekilde hesaplanmıştır. Eşitlik 5 ile tane yarıçapı belirlenmiştir.

$$\text{Tane hacmi (TEH) (cm}^3\text{)} = 4/3\pi r^3 \quad 5)$$

Eşitlik 5'te bulunan yarıçapa bağlı olarak tane kabuk alanı elde edilmiştir (Barbagallo ve ark., 2011).

$$\text{Tane kabuk alanı (TKA)} \text{ (cm}^2\text{)} = 4\pi r^2 \quad (6)$$

Tane Kabuk Alanının Tane Eti Hacmine Oranı (TKA/TEH) (cm² cm⁻³):

$$\text{TKA/TEH} = (4\pi r^2) / (4/3\pi r^3) \quad (7)$$

Eşitlik 7 kullanılarak TKA değeri TEH değerine bölünmüş ve elde edilen değerler cm² cm⁻³ olarak ifade edilmiştir (de Palma ve ark., 2007; Barbagallo ve ark., 2011).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bazı İklim Verileri

Sırasıyla 2019 ve 2020 yıllarında 378.40 mm ve 290 mm yağış düştüğünden iki yıl arasında 88.40 mm ve uzun yıllar ortalamasından (589.50 mm) oldukça düşük olduğu kaydedilmiştir. Vejetasyon süresi her iki yılda da 210 gün sürmüştür. Branas Heliotermik İndisine göre uzun yıllar ortalaması 6,64 olarak hesaplanmıştır. 2019 yılı 6.61; 2020 yılı 4.02 değerini almıştır. Bu iki değer de 2,6 sınır değerinden büyüktür. Huglin Heliotermik İndisine göre 2019 yılı 2324, 2020 yılı 2229 değerlerini aldığı görülmüştür. IH=1500'den aşağıda olmamalıdır (Huglin, 1978). Bu değer şaraplık üzüm çeşitlerinde kalite-sıcaklık ilişkisini işaret etmektedir. Sınıflamada her iki yıl 2100-2400 değerleri arasında yer almış ve Ilık iklim (HI + 1) olarak değerlendirilmiştir. Dryness (Kuruluk) İndisi üzüm olgunlaşması ve şarap kalitesi açısından önemlidir (Carbonneau, 1998). Bu göstergede 2019 yılı -179 mm ve 2020 yılı -182 mm değerlerini almıştır. DI + 2 kısaltması ile gösterilen bu indis değeri -100 mm değerinden düşük olduğundan çok kuru iklim sınıfında olarak değerlendirilmiştir.

3.2. Tane Eni (mm)

Farklı anaç, eğimdeki konum ve salkım seyreltme uygulamalarının tane eni üzerine etkileri incelenmiştir. Tane eni üzerine Anaç Ana Etkisi (AAT) ve Salkım Seyreltme Ana Etkisi (SST) p<0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin tane enine etkisi

Table 1. Cluster thinning applications effects on berry width in sloping vineyard in Cabernet Franc/ Fercal and Cabernet Franc/140Ru grapevines

Anaç	Eğim	SSU	2019	2020	EAT	SST	AAT				
140 Ru	Üst	%0	12.70	12.53	13.10	%0	12.90B				
		%25	13.07	12.87							
		%50	12.95	12.78							
	Orta	Eğim x Yıl	12.91	12.73							
		%0	12.61	12.42							
		%25	13.26	13.06							
	Alt	%50	13.02	12.84							
		Eğim x Yıl	12.96	12.77							
		%0	12.88	12.67							
	Fercal	Üst	%25	13.16				12.98	13.12	%25	13.24a
			%50	13.28				13.10			
			Eğim x Yıl	13.11				12.92			
Orta		Anaç x Yıl	12.99	12.81							
		%0	13.33	13.13							
		%25	13.53	13.34							
Alt		%50	13.55	13.38							
		Eğim x Yıl	13.47	13.28							
		%0	13.48	13.29							
Yıl Ana Etkisi		Orta	%25	13.39	13.20	13.17	%50	13.20a			
			%50	13.55	13.37						
			Eğim x Yıl	13.47	13.28						
	Alt	%0	13.31	13.14							
		%25	13.59	13.38							
		%50	13.38	13.20							
Yıl Ana Etkisi	Eğim x Yıl	13.43	13.24								
	Anaç x Yıl	13.46	13.27								
		Yıl Ana Etkisi	13.22	13.04							

AAT LSD_{0.05}: 0.18; SST LSD_{0.05}: 0.22

EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT=Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

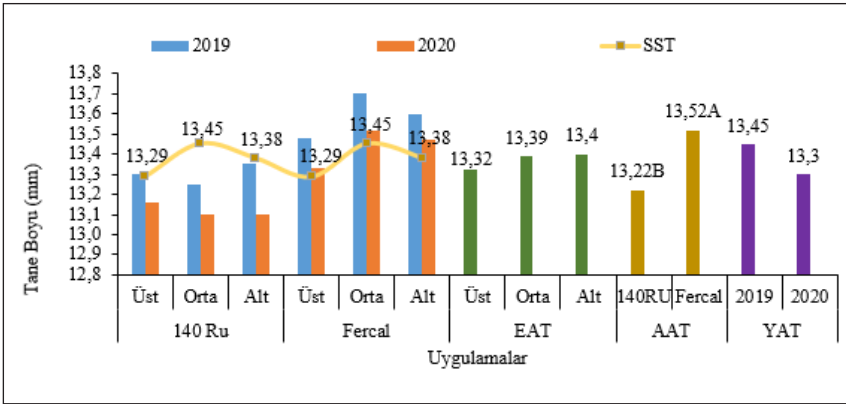
SST açısından tane eni değerleri arasında istatistiki olarak fark bulunduğu tespit edilmiştir. Birinci önem grubunda %25 S (13.24 mm) ve %50 S (13.20 mm) uygulamalarının, son önem grubunda ise %0 S (12.96 mm) uygulamasının olduğu tespit edilmiştir. AAT açısından incelendiğinde; en büyük tane eni değerinin Fercal (13.36 mm) anacında (birinci önem grubu); en küçük değer de 140Ru (12.90 mm) anacında (ikinci önem grubu) olduğu kaydedilmiştir.

Araştırma bulguları Sauvignon Blanc/5BB (Kök, 2011) ve Alphonse Lavalleye/41B (Akural, 2016) aşı kombinasyonlarında yapılan salkım seyreltmenin tane enine önemli etkide bulunmadığı bulguları ile araştırma bulguları çelişmektedir. Bu farklılığın çeşit/anaç kökenli olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan salkım seyreltme uygulaması ile tane eni değerinin yükseldiği sonucuna erişen araştırmacılarla (Bahar ve Kurt, 2015; Ünlüsoy, 2019; Azsöz, 2020) araştırma bulguları benzer bulunmuştur.

Uzun (2019), tane eni üzerine Taban Arazi konumunun artış, Kıraç Arazi konumunun ise azalma etkisi yaptığı bulgusuyla benzer olarak Alt konumunun iriliği artırdığı, Üst konumunun iriliği azalttığı kaydedilmiştir.

3.3. Tane Boyu (mm)

Uygulamaların tane boyu üzerine etkileri incelendiğinde AAT ($p < 0.05$ seviyesinde) önemli bulunmuştur (Şekil 1). AAT açısından birinci önem grubunda Fercal (13.52 mm) anacı, ikinci önem grubunda ise 140Ru (13.22 mm) anacının olduğu gözlenmiştir.



Şekil 1. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin tane boyuna etkisi

AAT LSD_{0.05}: 0.20

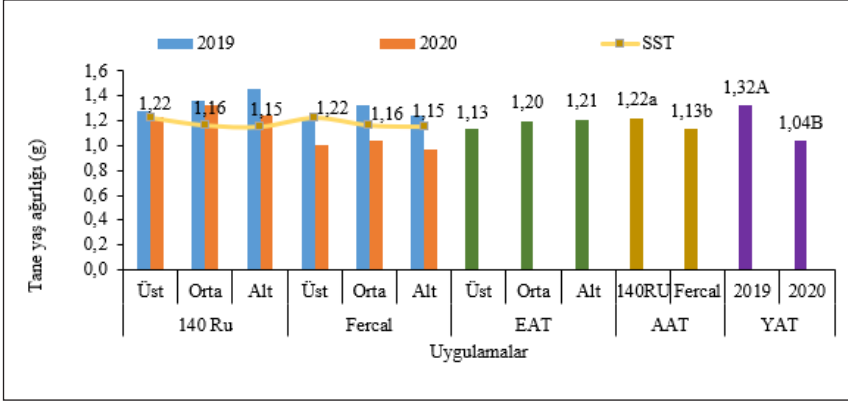
EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT= Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

Figure 1. Cluster thinning applications effects on berry length in sloping vineyard in Cabernet Franc/ Fercal and Cabernet Franc/140Ru grapevines

Araştırma bulgularıyla benzer olarak Kök (2011) Sauvignon Blanc çeşidinde ve Akural (2016) Alphonse Lavallee çeşidinde salkım seyreltme uygulamasının tane boyuna istatistiki olarak önemli etkide bulunmadığını belirtmişlerdir. Ancak araştırma sonuçları Bahar ve Kurt (2015) (Syrah/110R) ve Azsöz (2020) (Michele Palieri/110R) adlı araştırmacıların belirttiği, salkım seyreltmenin kontrole nazaran tane boyunu artırdığı bulgusuyla benzer yönde değildir. Bunun çeşit/anaç farkından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

3.4. Tane Yaş Ağırlığı (g)

Anaç (AAT) ve yılın (YAT) tane yaş ağırlığı üzerine değişimleri istatistiki olarak $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir (Şekil 2). Diğer ana etki ve uygulamalar önemli değildir.



Şekil 2. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin tane yaş ağırlığına etkisi

Yıl Ana Etkisi $LSD_{0.05}$: 0.06; AAT $LSD_{0.05}$: 0.06

EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT=Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

Figure 2. Cluster thinning applications effects AAT bakımından sırasıyla ilk önem grubunda 140Ru (1.22); son önem grubunda ise Fercal (1.13) anacının olduğu tespit edilmiştir. YAT bakımından en yüksek değer 2019 (1.32 g) yılına, en düşük değer ise 2020 (1.04) yılına ait olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan salkım seyreltme uygulamasının Sauvignon Blanc çeşidi (Kök, 2011) ve tetraploid Jumeigui çeşidinin (Xi ve ark., 2020) tane ağırlığına önemli etkide bulunmadığı bulgularıyla benzer yönde sonuç elde edilmiştir. Öte yandan Alphonse Lavallee/41B çeşidi için Akural (2016) ve Viognier/420A çeşidi için Korkutal ve Kaymaz (2016)'ın salkım seyreltmenin kontrole nazaran tane yaş ağırlığını azaltıcı etkide bulunduğu ile benzerlik içinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Nadal (2010) ve Uzun (2019)'un tepe arazide bulunan salkımların daha düşük tane ağırlığına sahip olduğu sonucu ile paralel olduğu belirlenmiştir. Çalışmada her iki yılın verileri açısından istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte en düşük tane yaş ağırlığı Üst uygulamasından alınmıştır.

3.5. Tane Kuru Ağırlığı (g)

Tane kuru ağırlığı üzerine $p < 0.05$ seviyesinde SST, AAT ve YAT istatistikleri olarak önemli etki yaptığı ortaya konmuştur (Çizelge 2).

Anaç	Eğitim	SSU	2019	2020	EAT	SST	AAT		
140 Ru	Üst	%0	0.28	0.27	Üst	%0	0.31a		
		%25	0.31	0.27					
		%50	0.29	0.24					
	Eğitim x Yıl	0.30	0.26						
	%0	0.41	0.32						
	%25	0.29	0.24						
	Orta	%50	0.32	0.29	Orta	%25	0.30A		
		Eğitim x Yıl	0.34	0.28					
		%0	0.40	0.29					
	%25	0.38	0.31						
	%50	0.31	0.25						
	Eğitim x Yıl	0.36	0.28						
Alt	Anaç x Yıl	0.33	0.28	Orta	%25	0.30ab			
	%0	0.35	0.30						
	%25	0.31	0.24						
Üst	%50	0.29	0.24				Alt	%50	0.28b
	Eğitim x Yıl	0.32	0.26						
	%0	0.27	0.25						
Orta	%25	0.39	0.27	Alt	%50	0.29B			
	%50	0.32	0.19						
	Eğitim x Yıl	0.33	0.24						
Alt	%0	0.30	0.29				Alt	%50	0.28b
	%25	0.31	0.21						
	%50	0.34	0.25						
Eğitim x Yıl	0.32	0.25							
Anaç x Yıl	0.35	0.25	Yıl Ana Etkisi	0.33A	0.26B				

YAT LSD_{0.05}: 0.01; AAT LSD_{0.05}: 0.01; SST LSD_{0.05}: 0.02

EAT=Eğitimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT=Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

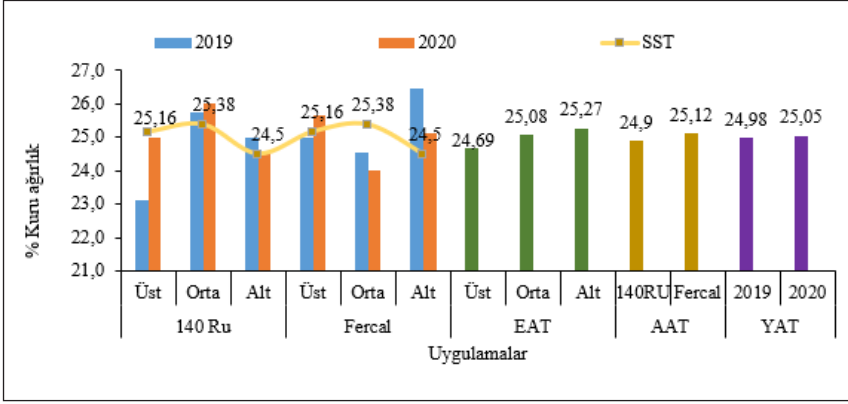
SST açısından incelendiğinde en büyük tane kuru ağırlığı değerini %0 S (0.31 g) uygulaması almış ve birinci önem grubunu oluşturmuştur. Bunu %25 S (0.30 g) izlemiş ve ikinci önem grubunda yer almıştır. En küçük tane kuru ağırlığı değeri %50 S (0.28 g) uygulamasında ölçülmüş ve bu uygulama son önem grubunu oluşturmuştur. AAT açısından en yüksek tane kuru ağırlığı 140Ru (0.30 g) anacından alınmış ve ilk önem grubunu oluşturmuş; Fercal (0.29 g) anacı da en düşük tane kuru ağırlığını değerini veren anaç olarak son önem grubunda yer almıştır. YAT açısından ilk önem grubunda 2019 yılının (0.33 g); son önem grubunda da 2020 yılının (0.26 g) olduğu belirlenmiştir.

Bahar ve ark. (2017), %50 salkım seyreltme ile Sangiovese/110R ve Bahar ve Kurt (2015) Syrah/110R aşı kombinasyonuna sahip bağlarda %66 salkım seyreltme ile yüksek tane kuru ağırlığı değerini almışlar, bu çalışmada ise %0 S uygulaması en yüksek tane kuru ağırlığı değerini veren uygulama olduğundan çalışma sonuçlarının çeliştiği, ancak bunun farklı çeşit/anaç, bağın konumu ve farklı toprak ya-

pısından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Azsöz (2020) araştırmasında (Michele Palieri/110R) salkım seyreltmenin kontrole nazaran tane kuru ağırlığını artırdığı bulgusu ile de benzer nedenden çeliştiği belirlenmiştir.

3.6. % Kuru Ağırlık

Yüzde kuru ağırlık açısından farklı anaç, eğimdeki konum ve salkım seyreltme uygulamaları, bunların interaksiyonları ve yıl ana etkisinin istatistiki olarak $p < 0.05$ seviyesinde önemli etkiye bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin % kuru ağırlığa etkisi

Ö.D. (Önemli Değil)

EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT=A-naç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

Figure 3. Cluster thinning applications effects on berry % dry weight in sloping vineyard in Cabernet Franc/ Fercal and Cabernet Franc/140Ru grapevines

N.S. (Non Significant)

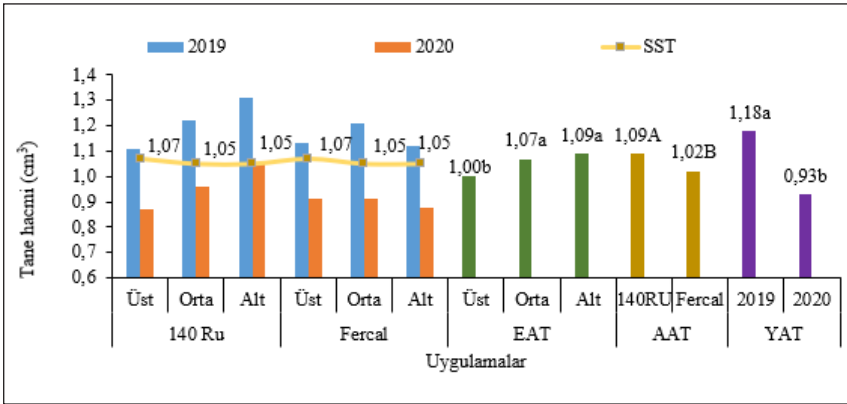
Eğimdeki Konum Ana Etkisi için Üst uygulamasının (25.33) rakamsal olarak yüksek ve Alt (24.83) uygulamasının düşük değeri aldığı ortaya konmuştur. AAT bakımından büyük değer 140Ru (25.18), küçük değer Fercal (24.92) anacından alınmıştır. YAT açısından 2020 (25.05) yılının % kuru ağırlık değeri, 2019 (24.98) yılından biraz daha yüksek olmuştur.

Bahar ve ark. (2017), %50 salkım seyreltme ile Sangiovese çeşidinde 41 m rakımda ve Bahar ve Kurt (2015) Syrah çeşidinde 150-200 m rakımda %66 salkım seyreltme ile en yüksek % kuru ağırlık değerine erişmişler; bu çalışmada ise yapılan salkım seyreltme uygulamaları arasında % kuru ağırlık değeri bakımından istatis-

tiki olarak bir fark bulunmamıştır. Bu durumun çeşit ve rakım farkından kaynaklandığı söylenebilir. Araştırma bulgularıyla benzer şekilde Azsöz (2020), salkım seyreltmenin % kuru ağırlık üzerine bir etkisi olmadığını belirtmiştir.

3.7. Tane Hacmi (cm³)

Tane hacmi üzerine farklı anaç, eğimdeki konum ve salkım seyreltme uygulamalarının değişimleri Yıl Ana Etkisi (YAT), Eğimdeki Konum Ana Etkisi (EAT) ve Anaç Ana Etkisi (AAT) açısından $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir (Şekil 4).



Şekil 4. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin tane hacmine etkisi

YAT LSD0.05: _{0,05}; AAT LSD0.05: _{0,05}; EAT LSD0.05: 0.06

EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT=Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

Figure 4. Cluster thinning applications effects on berry volume in sloping vineyard in Cabernet Franc/ Fercal and Cabernet Franc/140Ru grapevines

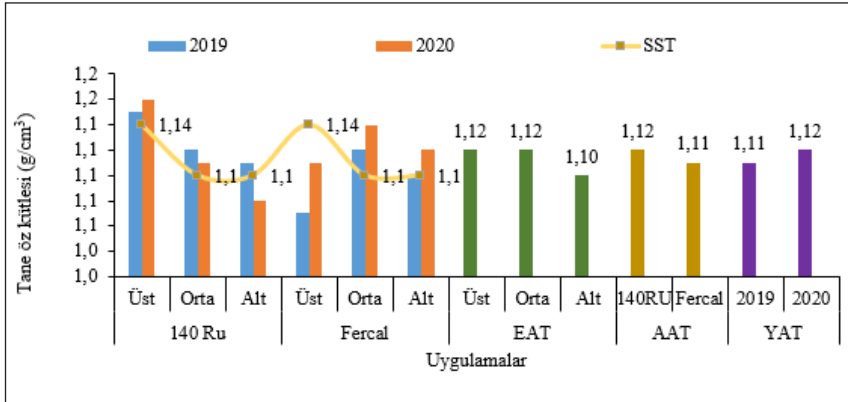
EAT tane hacmi açısından önemlidir. Birinci önem grubunda Alt (1.09 cm³) ve Orta (1.07 cm³) uygulamalarının, ikinci önem grubunda ise Üst (1.00 cm³) uygulamasının olduğu kaydedilmiştir. AAT incelendiğinde 140Ru (1.09 cm³) anacının en yüksek tane hacmi değerine sahip ve ilk önem grubunda yer aldığı; Fercal (1.02 cm³) anacının ise en düşük tane hacmi değerini alarak son önem grubunda yer aldığı gözlenmiştir. Tane hacmi bakımından YAT verileri sonucunda 2019 (1.18 cm³) yılı birinci önem grubunda; 2020 (0.93 cm³) yılı ise ikinci önem grubunda yer almıştır.

Yaptıkları çalışmada Bahar ve ark. (2017), %50 oranında salkım seyreltmenin Sangiovese çeşidinde en yüksek tane hacmi değeri verdiğini belirledikleri bulgu-

sunun, bu çalışmada tane hacmi değerlerinin istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı sonucu ile çeliştiği görülmüştür. Aradaki fark çeşit kökenli olabilir. Öte yandan araştırma sonuçları Bahar ve Kurt (2015) ve Azsöz (2020) ile benzerdir, her iki araştırma sonucunda da salkım seyrelmenin tane hacmini istatistiki olarak de-ğiştirmedeği belirlenmiştir. İklimsel değerler incelendiğinde de 2020 yılında 2019 yılından daha az yağış düştüğünden; salkım hacminin azalmasına neden olduğu düşünülmüştür.

3.8. Tane Özkütlesi (g cm^{-3})

Tane özkütlesi üzerine yapılan uygulamalar, interaksyonları ile Yıl Ana Etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 5). Tane özkütlesine Eğimdeki Konum Ana Etkisi istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte, Üst (1.13 g cm^{-3}), Orta (1.12 g cm^{-3}) ve Alt (1.10 g cm^{-3}) şeklinde sıralanmıştır. Anaç Ana Etkisi bakımından ise 140Ru (1.12 g cm^{-3}) ve Fercal (1.12 g cm^{-3}) anaçlarının tane özkütlesine etkilerinin aynı olduğu görülmüştür. Yıl Ana Etkisi incelendiğinde 2020 yılı (1.12 g cm^{-3}) ve 2019 yılının (1.11 g cm^{-3}) neredeyse aynı değeri aldığı belirlenmiştir.



Şekil 5. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin tane özkütlesine etkisi

Ö.D. (Önemli Değil)

EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT= Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

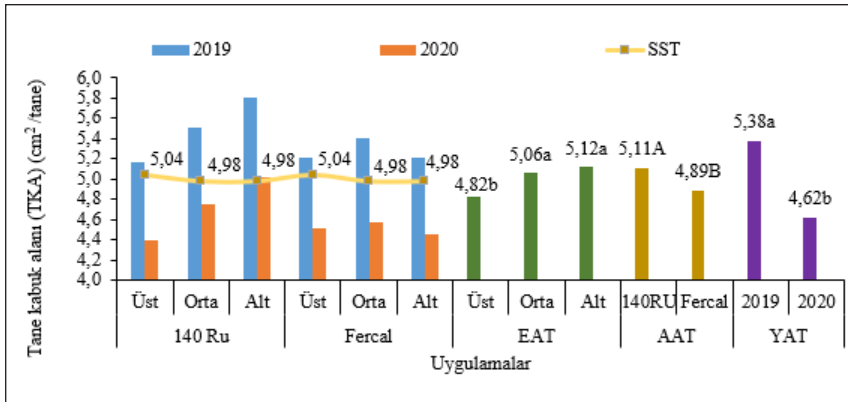
Figure 5. Cluster thinning applications effects on berry density in sloping vineyard in Cabernet Franc/ Fercal and Cabernet Franc/140Ru grapevines

N.S. (Non Significant)

Bahar ve ark. (2017)'nin %50 salkım seyreltmenin ve Bahar ve Kurt (2015)'in %66 salkım seyreltmenin tane özkütlesini düşürdüğünü bulgusu ile araştırmada salkım seyreltme uygulamaları arasında fark bulunmadığı sonucu aynı yönde değildir. Bunun çeşit farkı kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca Az-söz (2020)'nin bulgusuyla paralel bir sonuca erişilmiştir. Salkım seyreltme tane özkütlesini istatistiki olarak önemli düzeyde etkilememiştir.

3.9. Tane Kabuk Alanı (TKA) ($\text{cm}^2 \text{ tane}^{-1}$)

Tane kabuk alanı üzerine YAT, EAT ve AAT'nin istatistiki açıdan $p < 0.05$ seviyesinde önemli olduğu kaydedilmiştir (Şekil 6). Eğim Ana Etkisi bakımından tane kabuk alanı verileri incelendiğinde en yüksek değerlerin Alt ($5.12 \text{ cm}^2 \text{ tane}^{-1}$) ve Orta ($5.06 \text{ cm}^2 \text{ tane}^{-1}$) konumlarında olduğu ve bu konumların birinci önem grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Üst uygulamasının ise $4.82 \text{ cm}^2 \text{ tane}^{-1}$ değeri ile ikinci önem grubunda olduğu gözlenmiştir. AAT açısından birinci önem grubunda 140Ru ($5.11 \text{ cm}^2 \text{ tane}^{-1}$) anacı, son önem grubunda Fercal ($4.89 \text{ cm}^2 \text{ tane}^{-1}$) anacı olduğu görülmüştür. YAT'ne göre de 2019 ($5.38 \text{ cm}^2 \text{ tane}^{-1}$) yılının birinci önem grubunda, 2020 ($4.62 \text{ cm}^2 \text{ tane}^{-1}$) yılının ise son önem grubunda yer aldığı saptanmıştır.



Şekil 6. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin tane kabuk alanına etkisi

YAT $\text{LSD}_{0.05}$: 0.16; AAT $\text{LSD}_{0.05}$: 0.16; EAT $\text{LSD}_{0.05}$: 0.20

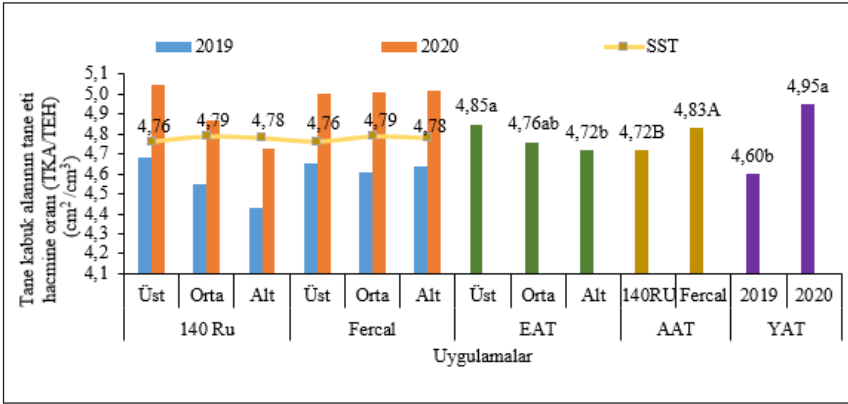
EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT=Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

Figure 6. Cluster thinning applications effects on berry skin area in sloping vineyard in Cabernet Franc/ Fercal and Cabernet Franc/140Ru grapevines

Bu araştırma sonucunda Bahar ve ark. (2017)'nin %50 salkım seyreltmenin TKA düşürdüğü ile Bahar ve Kurt (2015) ile Azsöz (2020) salkım seyreltme kontrole nazaran TKA'nı artırdığı bulgusu ile benzerlik elde edilememiştir. Bu her iki farkın denemede kullanılan anaç/çesit farklılığından ve farklı terroir özelliklerinden kaynaklanmış olabileceği öngörülmüştür.

3.10. Tane Kabuk Alanının Tane Eti Hacmine Oranı (TKA/TEH) ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-3}$)

Tane kabuk alanının tane eti hacmine oranına YAT, EAT ve AAT'nin $p < 0.05$ seviyesinde önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Eğimli bağda bulunan Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru omcalarında salkım seyreltmenin tane kabuk alanı / tane eti hacmi oranına etkisi

Yıl Ana Etkisi $\text{LSD}_{0.05} = 0.07$; AET $\text{LSD}_{0.05} = 0.07$; EAT $\text{LSD}_{0.05} = 0.09$

EAT=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SST=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AAT Anaç Ana Etkisi, YAT=Yıl Ana Etkisi

Figure 7. Cluster thinning applications effect on berry skin area/berry flesh volume ratio in sloping vineyard in Cabernet Franc/ Fercal and Cabernet Franc/140Ru grapevines

EAT bakımından birinci önem grubunu Üst ($4.85 \text{ cm}^2 \text{cm}^{-3}$), ikinci önem grubunu Orta ($4.76 \text{ cm}^2 \text{cm}^{-3}$) ve üçüncü önem grubunu ise Alt ($4.72 \text{ cm}^2 \text{cm}^{-3}$) konumu oluşturmuştur. AAT açısından Fercal anaçı ($4.83 \text{ cm}^2 \text{cm}^{-3}$) en yüksek değeri almış ve ilk önem grubunu, 140Ru ise ($4.72 \text{ cm}^2 \text{cm}^{-3}$) en düşük değeri olarak son önem grubunu oluşturmuştur. YAT açısından ise birinci önem grubunda $4.95 \text{ cm}^2 \text{cm}^{-3}$ değeri ile 2020 yılı ve son önem grubunda ise $4.60 \text{ cm}^2 \text{cm}^{-3}$ değeri ile 2019 yılının olduğu belirlenmiştir.

Azsöz (2020), araştırmasında Michele Palieri üzüm çeşidinde salkım seyreltmenin tane kabuk alanının tane eti hacmine oranına istatistiki olarak önemli etki de bulunduğunu belirtmiştir. Bu araştırma sonucunda belirtilen etki elde edilememiş, araştırıcının bulgusuyla çeliştiği belirlenmiştir. Bu farkın anaç/çeşit, eğitimdeki konum ve yıllar farkından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

4. SONUÇ

Tane özellikleri anaç açısından incelendiğinde Fercal anacının (tane eni, tane boyu, % kuru ağırlık ve tane kabuk alanı/tane hacmi) 140Ru anacına göre büyük değerler aldığı görülmüştür. 140Ru anacının şaraplık üzüm çeşitlerinde istenen şekilde daha küçük tanelere sahip olduğu söylenebilir (tane kabuk alanı göz ardı edilirse). Eğitimdeki konum açısından ise Alt konumunun tane özkütlesi ve tane kabuk alanı/tane hacmi haricinde diğer bütün kriterlerde en yüksek değeri verdiği diğer uygulamalara göre ideale en uzak tane özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Yıl açısından da şaraplık Cabernet Franc çeşidinde istenilen tane özelliklerine ulaşmada 2020 yılının etkili olduğu görülmüştür. İncelenen iki yılda da bağdan ortalama 700-800 kg da⁻¹ arasında verim alındığından salkım seyreltme yapılmamasının (%0 S) daha uygun olacağı saptanmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: İK (%30), EB (%40), BK (%30)

Veri Toplanması: İK (%5), EB (%15), BK (%80)

Veri Analizi: İK (%5), EB (%45), BK (%50)

Makalenin Yazımı: İK (%60), EB (%15), BK (%25)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: İK (%60), EB (%30), BK (%10)

KAYNAKLAR

- Akural, M., 2016. Alphonse Lavallée üzüm çeşidinde yaprak alma, salkım seyreltme ve tepe alma uygulamalarının üzüm verim ve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s, Aydın.
- Alem, H., Rigou, P., Schneider, R., Ojeda, H., Torregrosa, L., 2019. Impact of agronomic practices on grape aroma composition: a review. *J. Sci. Food Agric.*, 99: 975-985. doi:10.1002/jsfa.9327
- Azsöz, S., 2020. Michele Palieri üzüm çeşidinde farklı zamanlarda yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının üzüm gelişim, kalite ve verimi ile ertesi yılın göz verimliliğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 319s, Tekirdağ.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Boz, Y., 2010. Tekirdağ ili Şarköy ilçesinin terroir açısından değerlendirmesi. Şarköy Değerleri Sempozyumu 14 Ekim 2010, Bildiriler Kitabı: 156-177.
- Bahar, E., Carbonneau, A., Korkutal, İ., 2011. The effect of extreme water stress on leaf drying limits and possibilities of recovering in three grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Afr. J. Agric. Res.*, 6(5): 1151-1160.
- Bahar, E., Kurt, C., 2015. Farklı toprak işleme ve yaprak alanı/ürün miktarlarının Syrah üzüm çeşidinin fizyolojisi, morfolojisi ve üzüm bileşimi üzerine etkileri: I. Yaprak su potansiyelleri, sürgün, salkım, tane özellikleri ve verim üzerine etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A 27* (Türkiye 8. Bağıcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı): 296-315.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Kabataş, İ.E., 2017. Sangiovese üzüm çeşidinde farklı yaprak su potansiyelleri (ψ_{yaprak}) ve salkım seyreltme uygulamalarının salkım ve tane özellikleri üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(2): 138-149.
- Barbagallo, M.G., Guidoni, S., Hunter, J.J., 2011. Berry size and qualitative characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 32(1): 129-136.
- Blaschek, M., Roudier, P., Poggio, M., Hedley, C.B., 2019. Prediction of soil available water-holding capacity from visible near-infrared reflectance spectra. *Scientific Report*, 9: 12833. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49226-6>
- Bondada, B., Shutthanandan, J., 2012. Understanding differential responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaf and fruit to water stress and recovery following re-watering. *Amer. J. Plant Sci.*, 3(9): 1232-1240. doi:10.4236/ajps.2012.39149
- Carbonneau, A., 1998. Aspects Qualitatifs. In: Tiercelin, JR (Ed.), *Traite d'irrigation*. Tec & Doc. Lavosier Ed., 258-276. 1011 p. Paris.
- Chen, W.K., He, F., Wang, Y.X., Liu, X., Duan, C.Q., Wang, J., 2018. Influences of berry size on fruit composition and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grapes. *South Afr. J. Enol. Vitic.*, 39(1): 67-76.
- Dai, Z.W., Ollat, N., Gomès, E., Decroocq, S., Tandonnet, J.P., Bordenave, L., Pieri, P., Hilbert, G., Kappel, C., Van Leeuwen, C., Vivin, P., Delrot, S., 2011. Ecophysiological, genetic, and molecular causes of variation in grape berry weight and composition: A review. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 62(4): 413-425.
- de Palma, L., Novello, V., Tarricone, L., Frabboni, L., Lopriore, G., Soletti, F., 2007. Qualità del prodotto e protezione agronomica dell'ambiente edafico in un sistema vitivinicolo dell'Italia meridionale. *Quaderni di Scienze Viticole ed Enologiche*, 29: 83-111.
- Flexas, J., Medrano, H., 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: Stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*, 89: 183-189.
- Gambetta, G.A., Herrera, J.C., Dayer, S., Feng, Q., Hochberg, U., Castellarin, S.D., 2020. The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance. *J. Exp. Bot.* 71(16): 4658-4676.
- Guidoni, S., Ferrandino, A., Novello, V., 2008. Effects of seasonal and agronomical practices on skin anthocyanin profile of Nebbiolo grapes. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 59(1): 22-29.
- Huglin, P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. in: *Proc. Symposium Internationale Sur L'ecologie De La Vigne*. pp. 89- 98, Ministère De L'Agriculture Et De L'Industrie Alimentaire, Constança.
- Jasse, A., Berry, A., Aleixandre-Tudo, J.L., Poblote-Echeverria, C., 2021. Intra-block spatial and temporal variability of plant water status and its effect on grape and wine parameters. *Agric. Water Management* 246: 106696. doi:10.1016/j.agwat.2020.106696
- Kennedy, U., Learmonth, R., Hassal, T., 2009. Effects on grape and wine quality of bunch thinning of Merlot under Queensland conditions. Queensland Wine Industry Association, 18 May 2009, Project Number: RT 06/05-2. Australia.

- King, P.D., Smart, R.E., McClellan, D.J., 2015. Timing of crop removal has limited effect on merlot grape and wine composition. *Agricultural Sciences*, 6 (4): 456-465. doi:10.4236/as.2015.64045
- Korkutal, İ, Kaymaz, Ö., 2016. Viognier (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde farklı sıra yönleri ve salkım seyreltme uygulamalarının kalite veri verim üzerine etkileri. *Bahçe*, 45(Özel Sayı): 599-606.
- Korkutal, I., Bahar, E., Carboneau, A., 2019. Effects of early water stress on grapevine (*Vitis vinifera* L.) growing in cv. Syrah. *Applied Ecology and Env. Res.*, 17(1): 463-472. doi:10.15666/aeer/1701_463472
- Kök, D., 2011. Influences of pre-and post-veraison cluster thinning treatments on grape composition variables and monoterpene levels of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc. *J Food Agric. Environ.*, 9(1): 22-26.
- Mawdsley, P.F.W., Peterson, J.C.D., Casassa, L.F., 2019. Multi-year study of the effects of cluster thinning on vine performance, fruit and wine composition of Pinot noir (clone 115) in California's Edna Valley AVA (USA). *Scientia Horticulturae*, 256: 108631. doi:10.1016/j.scienta.2019.108631
- Nadal, M., 2010. Phenolic maturity in red grapes. In: Delrot, S., Medrano, H., Or, E., Bavaresco, L., Grando, S. (eds) *Methodologies and results in grapevine research*. Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-90-481-9283-0_28
- OIV, 2009. 2nd Edition of the OIV Descriptor List for Grape Varieties and *Vitis* Species. 178p.
- TMM, 2020. Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü 2019 ve 2020 yılı iklim verileri kayıtları.
- Uzun, M., 2019. Farklı su stresi seviyelerinin organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Cabernet-Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde tane heterojenitesi ve bileşimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 166s, Tekirdağ.
- Ünlüsoy, S., 2019. Merlot üzüm çeşidinde farklı toprak işleme ve salkım seyreltme uygulamalarının tane heterojenitesi ve bileşimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 125s, Tekirdağ.
- Van Leeuwen, C., Goutouly, J.P., Costa-Ferreira, A.M., Azaïas, C., Marguerit, E., Roby, J. P., Chone, X., Germain, C., Homayouni, S., Gaudillere, J.P., 2006. Intra-block variations of vine water status in time and space. VIth International Terroir Congress, pp. 64-69, IVES (Bordeaux, Montpellier, France).
- Xi, X., Zha, Q., He, Y., Tian, Y., Jiang, A., 2020. Infuence of cluster thinning and girdling on aroma composition in 'Jumeigui' table grape. *Scientific Reports*, 10: 6877. doi:10.1038/s41598-020-63826-7



The Effects of Some Environmental Factors on Colostrum Quality in Anatolian Buffaloes

Anadolu Mandalarında Kolostrum Kalitesi Üzerine Bazı Çevresel Faktörlerin Etkileri

Ertuğrul KUL¹, Aziz ŞAHİN², Samet Hasan ABACI³

¹Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Kırşehir
• ertugrul.kul@ahievran.edu.tr • ORCID > 0000-0003-4961-5607

²Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Kırşehir
• aziz.sahin@ahievran.edu.tr • ORCID > 0000-0003-0454-3830

³Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Samsun
• shabaci37@gmail.com • ORCID > 0000-0002-1341-4056

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 18 Nisan / April 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 26 Haziran / June 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 655-622

Atıf/Cite as: Kul, E., Şahin, A., Abacı, H.S. "The Effects of Some Environmental Factors on Colostrum Quality in Anatolian Buffaloes" Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 655-622.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ertuğrul KUL

THE EFFECTS OF SOME ENVIRONMENTAL FACTORS ON COLOSTRUM QUALITY IN ANATOLIAN BUFFALOES

ABSTRACT:

The aim of this study was to determine colostrum quality (specific gravity) and some environmental factors in Anatolian buffaloes reared under similar farm conditions in Amasya province, Turkey. Calving age (from 3 to 6, 7 to 10≤), calving year (2019 and 2020), calving season (winter, spring and summer) and sex of calf were considered as fixed factors on colostrum quality. A total of 44 colostrum samples of Anatolian buffaloes constituted the research material. Colostrum samples were taken from the first colostrum within 2 h after calving at buckets after hand milking and immediately stored at -20°C until analyzed. The colostrum quality was determined using a colostrometer and the colostrum quality was classified as poor quality (red: <1035 g/ml), intermediate quality (yellow: 1035-1045 g/ml) and good quality (green: >1045 g/ml). The mean concentration of IgG in colostrum was affected by calving season ($P<0.05$). Effects of calving age, calving year and sex of calf on colostrum quality were not significant ($P>0.05$). The colostrum quality of the total samples was determined in good class (IgG: 1050 ± 1.88 g/ml). In this study, the ratios of good, intermediate and poor quality colostrum were determined as 56.8%, 25.0% and 18.2%, respectively. The results showed that Anatolian buffaloes had good quality colostrum, and more studies with a greater sample size are needed to investigate the factors affecting colostrum quality.

Keywords: Anatolian Buffalo, Buffalo Farming, Colostrum Quality, Environmental Factors.



ANADOLU MANDALARINDA KOLOSTRUM KALİTESİ ÜZERİNE BAZI ÇEVRESEL FAKTÖRLERİN ETKİLERİ

ÖZ:

Bu çalışmanın amacı, Amasya ilinde benzer çiftlik koşullarında yetiştirilen Anadolu mandalarında kolostrum kalitesi (özgül ağırlık) ve bazı çevresel faktörlerin belirlenmesidir. Buzağılama yaşı (3-6, 7-10≤), buzağılama yılı (2019 ve 2020), buzağılama mevsimi (kış, ilkbahar ve yaz) ve buzağının cinsiyeti kolostrum kalitesi üzerinde sabit faktörler olarak dikkate alındı. Anadolu mandalarından toplam 44 kolostrum örneği araştırma materyalini oluşturmuştur. Kolostrum örnekleri elle sağımdan sonra kovalarda buzağılamadan 2 saat sonra ilk kolostrumdan alındı ve analiz edilene kadar hemen -20 °C'de saklandı. Kolostrum kalitesi bir kolostrometre kullanılarak belirlendi. Kolostrum kalitesi kötü kalite (kırmızı): <1035 g/

ml), orta kalite (sarı: 1035-1045 g/ml) ve iyi kalite (yeşil: >1045 g/ml) olarak sınıflandırıldı. Kolostrumdaki ortalama IgG konsantrasyonu malaklama mevsiminden etkilenmiştir ($P<0.05$). Malaklama yaşı, malaklama yılı ve malak cinsiyetinin kolostrum kalitesine etkisi önemli değildir ($P>0.05$). Toplam örneklerin kolostrum kalitesi iyi sınıfta (IgG: 1050 ± 1.88 g/ml) belirlendi. Bu çalışmada iyi, orta ve düşük kaliteli kolostrum oranları sırasıyla %56.8, %25.0 ve %18.2 olarak belirlendi. Sonuçlar Anadolu mandalarının kaliteli kolostruma sahip olduğunu göstermiş olup, kolostrum kalitesini etkileyen faktörlerin araştırılması için daha büyük örneklem büyüklüğüne sahip daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Mandası, Manda Yetiştiriciliği, Kolostrum Kalitesi, Çevresel Faktörler.



1. INTRODUCTION

Newborn calves need their mother's colostrum because they are born without protective immunoglobulins to protect it against disease (El-Fattah et al., 2012). Maternal colostrum provides them with essential nutrients and bioactive compounds to sustain life. In this respect, a rapid test needs to monitor their immune status. Because calves have relatively limited time before their intestines close. There was a tendency for more susceptible to infectious diseases and higher morbidity and mortality rates, as well as diarrhea and respiratory disease in calves with a failure of passive immunity transfer (Giammarco et al., 2021). Therefore, colostrum for passive immunity transfer is essential for the calf's health and survival during the neonatal period (El-Fattah et al., 2012). Feeding good quality colostrum to newborn calves is essential to ensure their birth weight and production traits.

Colostrum, known as first milk, is a form of milk produced by the mammary after birth and it is thick and yellowish-white fluid. Colostrum, called Liquid Gold (Dang et al., 2009; El-Fattah et al., 2012) is more nutritious and digestible than normal milk. It contains very large amounts of more protein (lactalbumins, lactoglobulins and immunoglobulins), fat, vitamins (A, E, D, B), minerals and lower lactose concentration (Kuralkar and Kuralkar, 2010). Colostrum is relatively rich in immunoglobulins (IgA, IgG, IgM), growth factors (prostaglandins), hormones (insulin, prolactin, thyroid hormones, cortisol), peptides (lactoferrin, transferrin), enzymes, cytokines, acute phase proteins (C1- glycoprotein), nucleotides, polyamines and cell elements than mature bovine milk (Kuralkar and Kuralkar, 2010; El-Fattah et al., 2012). IgG, IgA, and IgM account for approximately 86%, 8%, and 6% of the total immunoglobulin (Ig) (Souza et al., 2020). IgG, which consists of IgG₁, IgG₂, IgG₃, and IgG₄ (Wąsowska and Puppel, 2018) is main responsible for passive immunity in the first several months of life of calves (Souza et al., 2020) and IgG₁ makes up for 80% to 90% of the total Ig (Godden et al., 2019).

After birth, as soon as possible and high-quality colostrum is most important to the calf's health and well-being. The adverse consequences of inadequate absorption of IgG by the neonatal calf such as reducing long-term potential growth and productivity, and increased risk of disease and death are well documented (Chaudhary et al., 2017). Feeding poor quality colostrum with a low Ig concentration leads to high mortality and morbidity rates in calves (Usha et al., 2020). For these reasons, early determination of colostrum quality for increased immunity is fundamental for good neonatal management at the farm. Calves suck colostrum within 2 to 3 h after birth, and absorption of Ig declines rapidly after 12 h with a mean gut closure time of 24 h after birth (Lombardi et al., 2001). Therefore, high-quality colostrum within the first 24 h of life is essential in order to develop the calf's health and performance (Giammarco et al., 2021).

There are various factors affecting the colostrum composition and its quality such as parity, maternal age, season, breed, nutritional status and colostrum handling factors (El-Fattah et al., 2012). Although much research have been conducted on the factors associated with colostrum quality in cows, information relating to the colostrum quality of buffaloes is limited. The objectives of this study were to determine the colostrum quality and reveal some environmental factors affecting colostrum quality in Anatolian buffaloes.

2. MATERIAL AND METHODS

The study material consisted of 44 colostrum samples taken from Anatolian buffaloes raised under similar conditions in small-scale farms within the scope of the National Anatolian Buffalo Development Program carried out by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies in Amasya.

Buffalo husbandry is carried out by small-scale family enterprises and use traditional husbandry methods in Amasya province. Buffaloes raised on these farms were kept in tied-stall barns. Animals were fed twice daily in equal proportions after milking. The buffaloes that graze on the pastures for eight months of the year are taken to the pasture in the morning and the barn in the evening. Buffaloes are taken from the pasture to the barn in November.

Buffalo colostrum samples were taken up to two hours after calving. Colostrum samples were taken in a sterile bottle of approximately 250. Samples were stored at -20°C until further analysis in the deep freeze. Frozen colostrum samples were firstly thawed in a hot water bath at 37°C and also heated at $20\text{-}22^{\circ}\text{C}$ in water bath. Colostrum quality was measured by its specific gravity using a colostrum densimeter (Kruuse colostrometer, Langeskov, Denmark) by determining the relationship between the amount of immunoglobulin and specific gravity. The colostrum qual-

ity was determined using a colostrometer and the colostrum quality was classified as poor quality (red: <1035 g/ml), intermediate quality (yellow: 1035-1045 g/ml) and good quality (green: >1045 g/ml).

Calving age (from 3 to 6, 7 to 10≤) calving year (2019 and 2020), calving season (winter, spring and summer) and sex of calf (male and female) were used as fixed factors. The following mathematical models on colostrum quality were applied:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + Y_j + S_k + C_l + e_{ijklm}$$

Where, Y_{ijklm} = the observations, μ : overall mean, A_i Effect of i^{th} calving age, Y_j = Effect of j^{th} calving year, S_k = Effect of k^{th} calving season, C_l = Effect of l^{th} sex of calf, e_{ijklm} = Random error.

The results were presented as mean \pm SEM (standard error of the mean). All data were analyzed using SPSS Version 17.0. Statistical analysis was performed by general linear model's procedure followed by the Duncan test.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of IgG in buffalo colostrum are shown in Table 1. The concentration of IgG in buffalo colostrum was 1050 ± 1.88 g/ml and it was found as good quality. In this study, 56.8% of colostrum samples with >1045 g/ml were good quality colostrum and the highest. Also, colostrum with 1035-1045 g/ml as being of intermediate quality colostrum was 25.0%. However, 18.2% of colostrum samples were of poor quality (Table 1) and therefore colostrum with a value below 1035 g/ml should not be used for buffalo calves.

Table 1. Frequency for colostrum quality

Quality	n	Frequency (%)
Poor	8	18.2
Intermediate	11	25.0
Good	25	56.8
Mean	44	100.0

Poor: IgG<1035 g/ml, Intermediate: IgG=1035-1045 g/ml, Good: IgG>1045 g/ml

Das and Behera (2015) the colostrum quality was classified as good quality (>50 mg/ml), moderate quality (20-50 mg/ml) and poor quality (<20 mg/ml).

Similar results were published by Arain et al. (2008) for IgG in buffalo colostrum. Similarly, Dang et al. (2009) and Giammarco et al. (2021) reported that the mean IgG in buffalo colostrum was determined as 54.0 mg/ml and 64.9 mg/ml, respectively. Zhang et al. (2001) reported that IgG level in colostrum was found to be high (67.2 mg/ml). Differently, El-Fattah (2012) reported that moderate quality colostrum in buffaloes (36 mg/ml).

As shown in Figure 1, the calving year on IgG was not significant ($P>0.05$). The concentration of IgG was the highest at 1052 ± 2.39 g/ml in the 2019 year, followed by the 2020 year with values of 1048 ± 3.01 g/ml, respectively, however, differences were not significant ($P>0.05$).

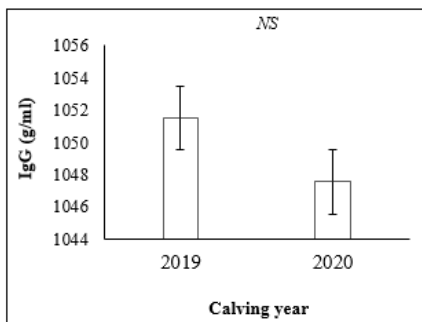


Figure 1. Effect of calving year on IgG
NS: Not significant ($P>0.05$)
Calving year: 2019 (n=28), 2020 (n=16)

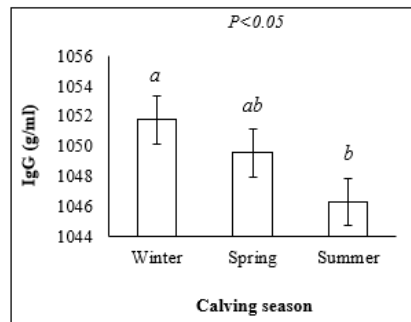


Figure 2. Effect of calving season on IgG
^{a,b}: Different letters on the same line indicate statistically significant differences ($P<0.05$)
Calving season: winter (n=21), spring (n=16), summer (n=7)

Calving season had significant effect on IgG (Figure 2). The concentrations of IgG increased in the winter season (1052 ± 2.74 g/ml) and decreased in the summer season (1046 ± 5.34 g/ml), however, there were no significant differences in the spring season (1050 ± 2.98 g/ml). This may be due to deficient immune status of calves in summer compared to other seasons. Similarly, Zarei et al. (2017) reported that the highest colostrum IgG concentration in Holstein colostrum was determined during the winter months. The results of present study were in different with those of Agrawal et al. (2015). However, this finding disagrees with the report of Yaylak et al. (2017), who observed that calving season had no effects on major components of Holstein colostrum. This might be related to differences in their secretion patterns in different seasons. Because colostrum IgG concentration depends on the action of the immune cells in the udder. Summer season is the stressful conditions including temperature and humid (Zarei et al., 2017). Stress leads to decreasing IgG in summer season.

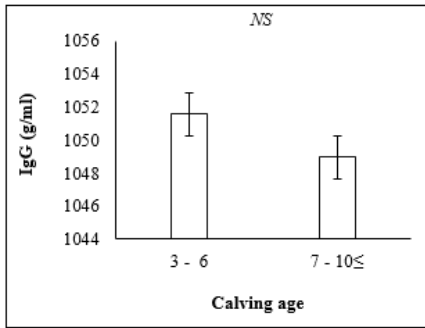


Figure 3. Effect of calving age on IgG
NS: Not significant ($P>0.05$)
Calving age: 3-6 (n=28), 7-10≤ (n=16)

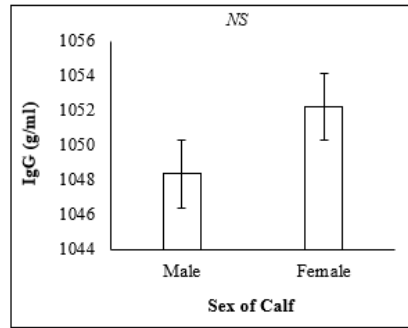


Figure 4. Effect of sex of calf on IgG
NS: Not significant ($P>0.05$)
Sex of Calf: Male (n=24), Female (n=20)

In this study, it was found that there was no significant difference between the samples with respect to their IgG with increasing parity, but there was a trend of lower IgG concentration with increasing parity (Figure 3). These results are consistent with the findings reported by Agrawal et al. (2015) though the significant effects of the dam's parity on colostrum IgG levels in cows were observed other studies (Tyler et al., 1999; Gulliksen et al., 2008; Kehoe et al., 2011). Similar results were reported by Yaylak et al. (2017) and Zarei et al. (2017) who found no significant differences among parities for IgG in Holstein cows' colostrum. However, the findings of Kehoe et al. (2011) did not confirm the results of the present study and they determined that the effect of parity on mean IgG concentration in colostrum was significant ($P<0.001$). Researchers reported that older cows produce colostrum with higher amounts of IgG due to their exposure to high level antigens during their life (Zarei et al., 2017). Based on the results of the literature, however, contrary to our findings and support the idea maintained by previous researchers that the colostrum of primiparous cows should not be discarded. In parallel with these findings, Maunsell (2014) stressed that some heifers produce very good quality colostrum and producers should not automatically discard heifer colostrum but should test and keep high quality colostrum from a cow of any parity.

There was no significant difference in the sex of the calf (Figure 4). IgG was higher in the calf's female sex (1052 ± 2.89 g/ml) than in a male (1048 ± 2.45 g/ml). However, these values decreased non-significantly. Similarly, Kaygısız and Köse (2007) and Cabral et al. (2016) reported that the effect of the sex of calf on colostrum quality in Holstein cows was not significant.

4. CONCLUSION

In this study, IgG in colostrum was significantly affected by calving season ($P<0.05$). Effects of calving age, calving year and sex of calf on colostrum quality were not significant ($P>0.05$). The colostrum quality of the investigated animals was evaluated in good quality class. Therefore, higher quality colostrum had been obtained in the winter season, extra colostrum samples those collected in the winter might be stored to serve Anatolian buffalo calves born in the other seasons as a booster. The results showed that Anatolian buffaloes had good quality colostrum and more studies with a greater sample size are needed to investigate the factors affecting colostrum quality.

Acknowledgements

This research was supported financially by Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies. We would like to thank Amasya Water Buffalo Breeders' Association for valuable technical assistance.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

Author Contribution Rates

Design of Study: EK (50 %), AŞ (25 %), SHA (25 %)

Data Acquisition: EK (75 %), AŞ (10 %), SHA (15 %)

Data Analysis: EK (40 %), AŞ (20 %), SHA (40 %)

Writing up: EK (75 %), AŞ (10 %), SHA (15 %)

Submission and Revision: EK (80 %), AŞ (5 %), SHA (15 %)

REFERENCES

- Agrawal, S., 2015. Characterization and SNP mining in FCGRT gene affecting IgG concentration in buffaloes, M.V.Sc. thesis. ICAR-Indian Veterinary Research Institute, Bareilly, U.P.
- Arain, H.H., Khaskheli, M., Arain, M.A., Soomro, A.H., Nizamani, A.H., 2008. Heat stability and quality characteristics of postpartum buffalo milk. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(2): 303-307.
- Cabral, R.G., Chapman, C.E., Aragona, K.M., Clark, E., Lunak, M., Erickson, P.S., 2016. Predicting colostrum quality from performance in the previous lactation and environmental changes. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 4048-4055.

- Chaudhary, R., Kumar, S., Agrawal, S., Kumar, A., Sahoo, N., Chauhan, A., 2017. Effect of Non-genetic factors on the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of Murrah buffaloes. *International Journal of Livestock Research*, 7(4): 188-194.
- Dang, A.K., Kapila, S., Purohit, M., Singh, C., 2009. Changes in colostrum of Murrah buffaloes after calving. *Tropical Animal Health and Production*, 41(7): 1213-1217.
- Das, L.K., Behera, S., 2015. Colostrum: A wonder nutrition for newborn calves of cattle and buffaloes. *Indian Farmer*, 2(3): 165-170.
- El-Fattah, A., Alaa, M., Abd Rabo, F.H., EL-Dieb, S.M., El-Kashef, H. A., 2012. Changes in composition of colostrum of Egyptian buffaloes and Holstein cows. *BMC Veterinary Research*, 8(19): 1-7.
- Giammarco, M., Chincarini, M., Fusaro, I., Manetta, A. C., Contri, A., Gloria, A., Vignola, G., 2021. Evaluation of Brix Refractometry to Estimate Immunoglobulin G Content in Buffalo Colostrum and Neonatal Calf Serum. *Animals*, 11(9): 2616.
- Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A.R., 2019. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 35(3): 535-556.
- Gulliksen, S.M., Lie, K.I., Solverod, L., O Osteras, S., 2008. Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91(2):704-712.
- Kaygisiz, A., Köse, M., 2007. The quality of colostrum and its effects on calves growth characteristics in Holstein Cattle. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(04): 321-325.
- Kehoe, S.I., Heinrichs, A.J., Moody, M.L., Jones, C.M., Long, M.R., 2011. Comparison of immunoglobulin G concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrum. *Professional Animal Science*, 27: 176-180.
- Kuralkar, P., Kuralkar, S.V., 2010. Nutritional and Immunological Importance of Colostrum for the newborn. *Veterinary World*, 3(1): 46-47.
- Lombardi, P., Avallone, L., Pagnini, U., D'angelo, D., Bogin, E., 2001. Evaluation of buffalo colostrum quality by estimation of enzyme activity levels. *Journal of Food Protection*, 64(8): 1265-1267.
- Maunsell, F., 2014. Cow Factors That Influence Colostrum Quality. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 26: 113-121.
- Souza, D.C.D., Da Silva, D.G., Fonseca, L.C.C., de Castro Fiori, L., Monteiro, B.M., Bernardes, O., Viana, R.B., Fagliari, J.J., 2020. Passive Immunity Transfer in Water Buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Frontiers in Veterinary Science*, 7(247): 1-8.
- Tyler, J.W., Steevens, B.J., Hostetler, D.E., Holle, J.M., Denbigh, Jr. J.L., 1999. Colostral immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. *American Journal of Veterinary Research*, 60(9): 1136-1139.
- Usha, S., Mohanty, T.K., Patbandha, T.K., 2020. Determination of immunoglobulin G (IgG) concentration and health status of Karan Fries new born calves in different seasons. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(5): 824-827.
- Wąsowska, E., Puppel, K., 2018. Changes in the content of immunostimulating components of colostrum obtained from dairy cows at different levels of production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(13): 5062-5068.
- Yaylak, E., Yavuz, M., Özkaya, S., 2017. The effects of calving season and parity on colostrum quality of Holstein cows. *Indian Journal of Animal Research*, 51(3): 594-598.
- Zarei, S., Ghorbani, G.R., Khorvash, M., Martin, O.B., Mahdavi, A.H., Riasi, A., 2017. The impact of season, parity, and volume of colostrum on Holstein dairy cows colostrum composition. *Agricultural Sciences* 8(7): 572-581.
- Zhang, H.P., Guo, J., Li-min, L., 2001. Determination of Ig G in bovine colostrum. *China Dairy Industry*, 29(2): 22-24.



Determination of the Important Insect Fauna of Forensic Entomology in Kayseri Province

Kayseri İlinin Adli Açından Önemli Böcek Faunasının
Belirlenmesi

Ali DURMAZ¹

¹Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, İstanbul
• alidurmaz1981@gmail.com • ORCID > 0000-0002-0568-0450

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 09 Kasım/ November 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 27 Nisan/ April 2022

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 3 | Sayfa / Pages: 663-690

Atıf/Cite as: Durmaz, A. "Determination of the Important Insect Fauna of Forensic Entomology in Kayseri Province"
Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(3), October 2022: 663-690.

Yazar Notu / Author Note: This study is a part of the first author's master's thesis, which was accepted at Ondokuz Mayıs University on 09.07.2020 and supported by the Scientific Research Project of Ondokuz Mayıs University PYO.SBF.1904.18.008

DETERMINATION OF THE IMPORTANT INSECT FAUNA OF FORENSIC ENTOMOLOGY IN KAYSERİ PROVINCE

ABSTRACT:

The aim of this thesis is the determinations of insects' species of forensic importance in Kayseri province. The experimental part of our study was carried out between September 2018 – May 2019; during the periods of winter, spring, autumn seasons in four different regions. In this study, fresh cow liver and chicken muscle were used as the experimental materials. The traps which allow the insects to enter easily but which prevent exit were used to collect insect species. As a result, 21 species were identified at four different study areas. *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae), *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae), *Muscina stabulans* (Fallen, 1817) (Diptera: Muscidae), *Musca autumnalis* (De Geer, 1776) (Diptera: Muscidae), were identified in fall season at all study areas. *C. vicina* was identified in winter season. *C. vicina*, *Thricops sp.* (Rondani, 1856) (Diptera: Muscidae), *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761) (Diptera: Fanniade), *L. sericata*, *Dermestes frischii* (Kugelann, 1792) (Coleoptera: Dermestidae), were identified in spring season at all study areas. *C. vicina* was seen from September to the end of May at all study areas. *L. sericata* was seen from September to the end of November and April to end of May at all study areas. Therefore, *C. vicina* and *L. sericata* can be used as an indicator species for determining the Postmortem Interval in Kayseri.

Keywords: Forensic Entomology, Insect, Kayseri, Seasonal Variation.



KAYSERİ İLİNİN ADLI AÇIDAN ÖNEMLİ BÖCEK FAUNASININ BELİRLENMESİ

ÖZ:

Bu çalışmanın amacı; Kayseri ilinde adli açıdan önemli böcek faunasının belirlenmesidir. Çalışmanın deneysel kısmı; Eylül 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında; kış, ilkbahar, sonbahar mevsimleri sürecinde dört farklı bölgede gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, taze büyükbaş hayvan ciğeri ve tavuk eti deney materyali olarak kullanılmıştır. Böcek örneklerini toplamak için böceklerin kolayca girmesine izin veren ama çıkışına engel olan tuzak kullanılmıştır. Sonuç olarak 4 çalışma alanında toplam 21 tür tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde; *Calliphora vicina*, (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae), *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae), *Muscina stabulans* (Fallen, 1817) (Diptera: Muscidae) *Musca autumnalis* (De Geer, 1776) (Diptera: Muscidae), türleri tüm çalışma alanlarında görülmüştür.

Kış mevsiminde; sadece *C. vicina* türü tüm çalışma alanlarında görülmüştür. İlkbahar mevsiminde; *C. vicina*, *Thricops sp.* (Rondani, 1856) (Diptera: Muscidae), *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761) (Diptera: Fanniade), *L. sericata*, *Dermestes frischii* (Kugelann, 1792) (Coleoptera: Dermestidae), tüm çalışma alanlarında görülmüştür. *C. vicina* Eylül ayından Mayıs ayı sonuna kadar tüm çalışma alanlarında görülmüştür. *L. sericata* Eylül ayından Kasım ayı sonuna, Nisan ayından Mayıs ayı sonuna kadar tüm çalışma alanlarında görülmüştür. Bu yüzden *C. vicina* ve *L. sericata* Kayseri'de ölümden sonra geçen zamanın tespitinde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Adli Entomoloji, Böcek, Kayseri, Mevsimsel Varyasyon.



1. INTRODUCTION

Insects are found in many places except deep seas and high mountains (Demirsoy, 2006). They constitute the largest class of Metazoa (multicellular) with approximately two million species and have lived for approximately 350 million years (Triplehorn & Johnson, 2005). They adapt very well to changing environmental conditions and are found in almost all habitats (Triplehorn & Johnson, 2005). They are cold-blooded creatures, unable to regulate their body temperature (Triplehorn & Johnson, 2005; Gennard, 2007) and have a highly developed olfactory organ. they do (Eberhardt & Elliot, 2008). Egg-larval stages-pupae development stages require ambient temperature and there is a linear relationship between the hatching times and growth rates of the larvae and the ambient temperature (Gennard, 2007). The linearity of the relationship between temperature and growth changes as the difference between the ambient temperature and the optimum growth temperature of the insect increases or as the species approaches the lowest and highest growth thresholds (Nabity et al., 2006).

The different and unique environments in which insect species live, the fact that they come to the corpse very soon after death (Carvalho et al., 2000), their feeding from the corpse and their development, diversity, and the variation of their frequency according to environmental factors provide spatial and temporal information (Varatharajan, 2000). Many studies conducted in recent years have shown that time of death determinations based on entomological evidence (insect) are precise and reliable (Gomes & Zuben, 2006). Therefore, entomological findings; These are important data that support other branches of science in illuminating forensic events and are used alone when medical parameters cannot be used (Açık-göz, 2010).

Knowing the order in which insects arrive on the corpse and their developmental stages, besides answering the questions of when, where and how death occurs,

smuggling, poisoning (Sumodan, 2002), traffic and plane crashes, sexual abuse (Benecke, 1998), inheritance cases in enforcement courts (Kökdener, 2016) helps to illuminate many cases such as elderly and child neglect (Slone et al, 2005).

Insects should be examined in detail from the biological and ecological aspects and their distribution should be determined (Byrd & Castner, 2001). Members of the order Diptera are used to estimate the time of death of cases that have passed shortly after death, while members of the order Coleoptera are used to estimate the time of death of cases that have passed a long time (Smith, 1986).

Table 1. Some insect families and genera important in estimating time of death (Amendt et al., 2004b)

ORDER	IMPORTANT GENUS
¹ COLEOPTERA/BELEGATES	
² Cleridae (Colored beetles)	Necrobia
² Dermestidae (dry mealybugs)	Attagenus, Dermestes
² Histeridae (Beetles)	Hister, Saprinus
² Silphidae (corpse beetles)	Necrodes, Nicrophorus, Silpha
² Staphylinidae (Short-winged)	Aleochara, Creophilus
² Nitidulidae (Beetles)	Nitidula
¹ DIPTERA/FLY	
² Calliphoridae (Carrion flies)	Calliphora, Chrysomya, Cochliomyia, Lucilia, Phormia
² Fanniidae (Sewer flies)	Fannia
² Heleomyzidae (Sun flies)	Heleomyza, Neoleria
² Drosophilidae (Fruit flies)	Drosophila
² Muscidae (House flies)	Hydrotaea, Musca, Muscina, Ophyra
² Phoridae (Humpback flies)	Conicera, Megaselia
² Piophilidae (Cheese flies)	Piophila, Stearibia
² Sarcophagidae (Meat flies)	Liopygia, Sarcophaga

1.1 Purpose and Importance of Forensic Entomology

One of the first questions that comes to mind in cases of suspicious death is when the person died, and one of the creatures that can best answer this question is insects (Hall & Hundington, 2010). Measurement of body temperature in the first 72 hours after death, algor mortis (decrease in body temperature), livor mortis (dead bruise) and rigor mortis (dead stiffness) analyzes (Amendt et al, 2004b), measurement of potassium amount in eye fluid by biochemical methods (Knight &

Nokes, 2002), the time of death can be determined by looking at the signs of skin and nail pallor (Bass, 2001). However, in cases where a longer period of time has passed since death, these medical parameters cannot be used properly (Anderson, 2005; Ames & Turner, 2003). Insects are almost the only evidence used to determine the time after death from the initial stage to the advanced stage of decay (Anderson, 2005; Slone et al, 2005). Therefore, it is one of the most sensitive methods used in the calculation of the postmortem time from the first day of death (Madea et al, 2002; Goff, 2001).

1.2. Calculation of Time of Death Using Insect Data

Two basic methods are used in postmortem estimations using insects (Ames & Turner, 2003). The first of these methods is to calculate ADD (Accumulated degree days) or ADH (Accumulated degree hours) based on the oldest insect development data found on the corpse, and the other method is to use the insect succession on the corpse.

For each stage (Egg-1.larva-2.larva-3.larva-Pupa-Adult) that the insect egg goes through until the adult individual is formed, the heat requirements required for the ADD (Accumulated degree-days) or developmental stages are measured in hours. ADH (Accumulated degree hour) calculations are made. It is the calculation of the insect's egg laying time retrospectively by using the length value of the longest larva in the corpse and the temperature values at the time the corpse was found (Tüzün & Yüksel, 2007).

The second method, the succession method; It is based on knowing the fresh stage, swelling stage, active decay stage, advanced decay stage, dry residue-skeletonization (Tüzün & Yüksel, 2007) stages, which are the stages of decay of the corpse, and the knowledge of which type of insect came in which stage (Schoenly & Reid, 1987).

Knowing the time of the arrival of the insect on the corpse in a particular region, then when a forensic case is encountered, the postmortem time can be estimated by detecting the fauna on the corpse (Goff & Flynn, 1991). However, the vegetation, habitat and climatic characteristics of the regions are different and these differences have an effect on the species (Anderson, 2001). Therefore, succession data of that region should be known in post-mortem estimations.

Many researchers in their studies in different regions have shown that species belonging to the Diptera order (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae) come in the early stages of decay (Fresh stage and Swelling stage), and that in the last stages of decay (Active decay, Advanced decay, Dry residue-Skeletonization) species belonging to the order Coleoptera. (Staphylinidae, Silphidae, Cleridae, Histeridae, Dermestidae, Scarabaeidae and Nitidulidae) species have been observed to come.

1.3. Succession and Order

Depending on the different decomposition stages of the corpse, different insect species reaching the corpse at each stage is called “insect succession” or “faunal succession”. Jerry Payne, a PhD student in North Carolina, pioneered the concept of succession (Goff, 2001). Payne (1965) developed the approach model “The changes made by the organisms on the corpse attract the other organism group to the corpse. Therefore, the time spent by each organism group on the corpse can be determined. Based on this information, the order of arrival of the corpse is determined by determining the activities of the insects in the decomposed corpse”. (Goff, 2001).

Different odors are emitted in the corpse as a result of biological, physical and chemical changes, and while these odors are attractive for some species, they are less attractive for others (Varatharajan, 2000). E.g; Sarcophagidae (meat flies) are the first family to come and colonize the corpse, and again the Calliphoridae (carrion flies) family prefer the fresh stage of decay (Erzinçlioglu, 1996). Each insect's environment is different (Açıkğöz et al., 2002), and it has a unique growth rate (Wolff et al., 2001). Humidity, temperature, and the presence of ammonia-rich tissue affect the laying of insects. Female flies lay their eggs in the oral cavity of the corpse, in the eyeball, in the vaginal area if it is sexually abused and an open corpse, in the anus area, in open wounds, moist areas and places that do not see direct sunlight if it has died as a result of injury.

Smith (1986) grouped the insects that come to the corpse into 4 categories according to their feeding preferences and ecological roles (Amendt et al, 2004a; Zehner et al, 2004).

Necrophage Species: They feed on corpses and are the first to colonize (Zehner et al., 2004). It includes orders such as Diptera (Calliphoridae, Sarcophagidae,) and Coleoptera (Staphylinidae, Dermestidae, Histeridae) that are used in post-mortem time determination (Merritt et al., 2000).

Predator / Parasitic Species: They do not feed directly from the corpse. They feed on the larvae and pupae of other insects and arthropods. *Chrysomya sp.*(Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae), Histeridae and Staphilinidae fall into this group (Merritt et al., 2000; Wolff et al., 2001).

Omnivorous Species: They feed on both the corpse and the larvae on the corpse, as well as other species. (Merritt et al, 2000) Dermestidae, Tineidae, Hymenoptera fall into this group (Amendt et al, 2004b; Zehner et al, 2004).

Incidental Species: They do not feed on the corpse. They come to the corpse as they seek suitable shelter as an extension of their environment. Includes other

species such as Collembola, Araneae, Diplopoda (Amendt et al, 2004b; Aggarwal, 2005; Merritt et al, 2000).

1.4. The Main Factors Affecting The Succession Order

Factors such as geographical distribution, season, humidity, precipitation, sun and temperature are the most important (Voss et al, 2009; Wolff et al, 2001). Whether the corpse is completely submerged in water or burned, buried or in a closed area are factors affecting insect succession (Archer et al., 2003).

Anderson, 2001, in his study in Hawaii, saw that insect colonization started earlier in the burning corpse, much more flies lay eggs, and in corpses wrapped in blankets, fly colonization was delayed by 2.5 days (Hall, 2001).

1.5. Geographic Distribution

Habitat, soil type, meteorological values and vegetation are different in each geographic region. Therefore, one of the important factors affecting insect succession is the geographical region where the corpse is found, and each geographical region has different species (Anderson, 2010).

Although Calliphoridae (carrion flies) and Sarcophagidae (meat flies) were the first colonists to arrive on the body, differences were found between species. For example, in studies conducted in many regions, the first colonists were *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830) (Diptera:Calliphoridae), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera:Calliphoridae) and *Chrysomya rufifacies* (Macquart, 1842) (Diptera:Calliphoridae) species from the Calliphoridae family, while *Bercaea haemorrhoidalis* (Fallen, 1817), *Parasarcophaga ruficornis*, *Sarcophaga occidua* (Fabricius, 1794) and *Helicoba morionella* species from the Sarcophagidae family were also the first colonist species (Gearly, 1986). In the study in the US state, the first colonist species were *Lucilia coeruleiviridis* (Macquart, 1855) (Diptera:Calliphoridae) and *Phormia regina* (Meigen, 1826)(Diptera:Calliphoridae) species from the Calliphoridae family (Reed, 1958), In Turkey, the first colonists to come to the corpse are *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) (Diptera:Calliphoridae), *C.vicina*, *L. sericata* and *C. albiceps* species belonging to the Calliphoridae family (Şabanoğlu & Sert, 2010).

1.6. Seasonal Factors

Seasons are the main factor affecting the flora, species and temperature of the regions. While *C. vicina* and *C. vomitoria* species are more common in winter, *L. sericata* and *C. albiceps*, which are in the same family, are more common in summer (Haskell & Williams, 1990). In studies conducted in Maryland (US state), *C. vicina*, *Calliphora livida* (DG Hall, 1948) (Diptera:Calliphoridae), *Lucilla illustris* (Meigen, 1826) (Diptera:Calliphoridae) were found only in autumn; *L. sericata* was

seen only in summer (Introna et al., 1991). Studies conducted in Finland showed that Sarcophagidae (meat flies) vary according to seasons and regions (Nuorteva, 1959).

1.7. Temperature and humidity/Sunlight

One of the most important meteorological factors affecting succession is temperature, humidity and direct sunlight (Smith, 1986; Haskell & Williams, 1990). The temperature of a corpse exposed to sunlight increases rapidly and the corpse's decomposition accelerates. The rapidly decomposing corpse rapidly loses its biomass (Hall, 2001). Temperature and humidity affect the presence of the insect on the corpse as well as the laying and hatching of the egg (Anderson & Cervenka, 2002).

Shean et al (1993) found that sunlight accelerates decay and insect succession occurs faster (Shean et al., 1993). Turner & Howard (1992), in their study, measured the temperature of the corpse at intervals, found that the amount of larvae and larval movements on the corpse increased the temperature of the corpse, and the temperature of the corpse was 20-26 °C higher than the temperature of the environment and soil (Turner & Howard, 1992).

Table 2. Lower growth threshold temperature values of insect species in forensic sciences (Marchenko, 2001).

Species Name	Lower Growth Threshold Temperature (°C)
Boettcherisca Septentrionalis	7.8
Calliphora Vicina	2.0
Calliphora Vomitoria	3.0
Chrysomya Albiceps	10.2
Muscina Assimilis	7.9
Muscina Stabulans	7.2
Lucilia Sericata	9.0
Phormia Regina	11.4
Piophilina Foveolata	6.4
Protophormia Terraenovae	7.8

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Fieldwork

Our study was carried out in 4 regions between September 2018 and May 2019. The first of the study areas is the Republic of Turkey State Railways guest-

house land in the city center. Its coordinates are latitude $38^{\circ}43'50.48''\text{N}$ longitude $35^{\circ}28'46.08''\text{E}$. The second of the study areas is Erkilet roadside land.

Its coordinates are latitude $38^{\circ}45'35.92''\text{N}$ longitude $35^{\circ}27'55.64''\text{E}$. The third of the study areas is the land of the 7th Regional Directorate of Meteorology. Its coordinates are latitude $38^{\circ}41'21.69''\text{N}$ longitude $35^{\circ}29'58.08''\text{E}$. The fourth of the study areas is the roadside cemetery land leading to Erciyes Mountain. Its coordinates are latitude $38^{\circ}37'41.44''\text{N}$ longitude $35^{\circ}30'46.77''\text{E}$.

While selecting the study areas, factors such as the vegetation of the regions, their geographical location and altitude were taken into account. Among the study areas, the Republic of Turkey State Railways (T.C.D.D.) guesthouse land is in the city center and was chosen to determine the difference in insect species between the rural area and the city center. Among the study areas, the Erkilet region was chosen because it is in a transit transition position to the Malatya-Sivas and Ankara-Istanbul inter-city road routes, and the T.C.D.D. It is 20 km from the land of the Meteorology Department, 30 km from the land of the 7th Regional Directorate of Meteorology, and 46 km from the Erciyes cemetery. The land of the 7th Regional Directorate of Meteorology was chosen because it is close to the midpoint of the 2 regional plots (Erciyes cemetery-T.C.D.D. land). Among the study areas, the Erciyes cemetery land is 26 km away from the city center and 46 km away from the Erkilet region, which is the farthest region.

The traps are 1500 ml clear plastic water bottle with 150 g of chicken meat or bovine liver in the inner bottom. In order to allow the insect to enter the traps, the mouth of the bottle was cut off and placed in an upside-down way, nested in the bottom part, and hung on trees at different directions and heights, 75 m away from each other. The study areas were visited systematically every 3 days and the insects coming to the traps placed in 4 regions were collected with the help of forceps and taken into sterile 50 ml falcon tubes, and the temperature-humidity values, land location and date were written. While new traps were left in place of the traps that were taken, the temperature-humidity values of that day, land location, date, and which medium was in the trap were written on the label.

On the other hand, the insect larvae in the traps were taken into glass jars, and bovine livers were placed in them so that they could continue to feed, and the temperature-humidity values, the land from which they were taken, the date were written on the glass jars. In order for the larvae to continue their life cycle, a hole was made in the middle of the lid part of the jars, and a piece of gauze was placed on the upper part and the lid was closed. Larvae that came to the last feeding stage were taken from glass jars to rearing pots. Sawdust was placed inside the rearing pots to enable the larvae taken into the pupa stage to pass into the pupa stage, a hole was made in the middle of the cover part, and a piece of tulle was placed on

the upper part of the cover so that the adult insects that completed the pupa stage could continue their life cycles, and the temperature-humidity values, the land from which they were taken, were written on the rearing pots. Larva-prepupa-pupa-adult developmental stages were monitored and graded every 2 days. Care has been taken that the traps do not harm the environment and are not spoiled by humans and animals. A total of 8 traps, 2 for each region, were left in 4 regions every 3 days. Due to the low insect population in the winter season, field work was carried out once a week. Some of the meteorology data is taken from the address <https://weather.com/tr-TR/kayseri/bugun/1/TUKY0286:1>; TU from the 7th Regional Directorate of Meteorology. The terrain photos were taken with the PowerShot SX150 14.1 megapixels Canon digital camera.

Located in the city center, T.C.D.D. in the vegetation of his land; *Pinus nigra* (black pine) is present, weeds and shrubs are dominant. In the vegetation of the Erkilet land; There are *Pinus nigra* (J.F.Arnold & Reise Mazriazell Steyererm. 1785) (Pinales:Pinaceae), *Salix alba* (Malpighiales:Salicaceae), *Populus alba* (Malpighiales:Salicaceae), weeds and shrubs are dominant. In the vegetation of the 7th Regional Directorate of Meteorology; There are *P. nigra*, *S. alba*, *P. alba*, *Malus domestica* (Rosales:Rosaceae), *Prunus armeniaca* (Rosales:Rosaceae), *Vitis* (vineyards), weeds and shrubs are dominant. In the vegetation of the cemetery land of the Erciyes region; there are *P. nigra*, *S. alba*, *P. alba*, weeds and shrubs.

2.1.1. Laboratory Study

Adult insects collected from the traps and insects that have completed their development were brought to the laboratory after they were killed in the killing containers. The samples were examined in Ondokuz Mayıs University Science Faculty Research and Development Laboratory. Leica MZ 12.5 brand stereo microscope was used for the identification of the samples, a special insect stand was used to position the samples under the microscope and the identification of the species was made with the determination keys (Whitworth, 2006; Carvalho & Mello-Patiu, 2008; Méndez et al., 2008; Shazia. et al, 2006; Gregor et al, 2002; Hava, 2004; Almeida & Mise, 2009; Bajerlein, 2009).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Insect Species Seen in the Autumn Season

When we evaluate the four regions in terms of the Autumn season; *C. vicina*, *L. sericata*, *C. albiceps*, *M. stabulans*, *M. autumnalis* are the species seen in all fields (Table 3., Table 4., Table 5., Table 6.) Species belonging to the Sarcophagidae family were seen in the other 3 fields except the Erciyes cemetery. The fact that the Erciyes cemetery land is at a high altitude and the temperature values are lower than

other areas may be among the reasons why we did not encounter Sarcophagidae in the Erciyes cemetery. *Sarcophaga sp.* (Meigen, 1826) (Diptera:Sarcophagidae) Erkilet and T.C.D.D. on their land; *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Descoidy, 1830) (Diptera:Sarcophagidae) T.C.D.D. and 7th Regional Directorate of Meteorology; *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758) (Diptera:Calliphoridae), Erciyes cemetery, T.C.D.D. and 7th Regional Directorate of Meteorology; on the other hand, *C. vomitoria* was seen only in November on the territory of the 7th Regional Directorate of Meteorology. In *C. vomitoria*, it is a species that likes and can live at low temperatures like *C. vicina*. In all fields, only *C. vicina* and *L. sericata* species were seen in October and November. *C. albiceps*, *M. autumnalis*, *M. stabulans* were seen in all fields only in the first week of September.

When the species seen in the autumn season are evaluated in terms of medium; *M. autumnalis* in chicken meat, *L. caesar* in bovine liver in Erciyes cemetery land; In the Erkilet field, *M. autumnalis*, in chicken meat, *Sarcophaga sp.* in bovine liver; T.C.D.D. *M. autumnalis* in chicken meat, *L. caesar*, species belonging to Sarcophagidae family in bovine liver; In the 7th Regional Directorate of Meteorology, *L. caesar*, *M. autumnalis*, *C. vomitoria* were observed in chicken meat, but not in cattle liver.

When we look at the numerical distribution of the species seen in the study areas; While 6 species are seen in Erciyes cemetery and Erkilet lands, T.C.D.D. and 8 species were observed in the lands of the 7th Regional Directorate of Meteorology (Table 3., Table 4., Table 5., Table 6.). The % distribution of the species in the autumn season is given in Table 7. The most common species in all fields are *C. vicina* (76.82%) and *L. sericata* (21.27%).

Table 3. Insect species seen in Erciyes cemetery land

Months	Autumn		Food							
	Order	Family	species	species numbers	percent %	Order	Family	species	species numbers	percent %
September	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	214	84.25	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	366	91.73
			<i>Lucilia sericata</i>	30	11.81			<i>Lucilia sericata</i>	12	3.01
			<i>Chrysomya albiceps</i>	2	0.79			<i>Chrysomya albiceps</i>	12	3.01
			<i>Musca autumnalis</i>	3	1.18			<i>Lucilia caesar</i>	8	2.01
			<i>Muscina stabulans</i>	5	1.97			<i>Muscina stabulans</i>	1	0.25
			Total number of samples	254	100			Total number of samples	399	100
October	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	143	80.34	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	366	83.75
			<i>Lucilia sericata</i>	35	19.66			<i>Lucilia sericata</i>	71	16.25
			Total number of samples	178	100			<i>Toplam örnek sayısı</i>	437	100
November	Calliphoridae	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	94	85.45	Calliphoridae	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	71	98.61
			<i>Lucilia sericata</i>	16	14.55			<i>Lucilia sericata</i>	1	1.39
			Total number of samples	110	100			Total number of samples	72	100

Table 4. Insect species seen in Erkilet land

Months	Autumn		Food							
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver				
			species	species numbers	percent %	Order	Family	species numbers	species	percent %
September	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	68	48.57	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	56	56
			Lucilia sericata	33	23.57			Lucilia sericata	10	10
			Chrysomya albiceps	22	15.71			Chrysomya albiceps	1	1
		Muscidae	Musca autumnalis	3	2.14		Muscidae	Muscina stabulans	5	5
			Muscina stabulans	14	10		Sarcophagidae	Sarcophaga sp.	28	28
Total number of samples	140	100	Total number of samples	100	100					
October	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	95	53.37	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	145	66.51
			Lucilia sericata	83	46.63			Lucilia sericata	73	33.49
			Total number of samples	178	100			Total number of samples	218	100
November	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	165	88.71	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	152	84.92
			Lucilia sericata	21	11.29			Lucilia sericata	27	15.08
Total number of samples			186	100	Total number of samples			179	100	

Table 5. T.C.D.D. insect species in the field

Months	Autumn		Food							
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver				
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species numbers	Percent %	
September	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	35	41.18	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	36	48.65
			Lucilia sericata	2	2.35			Lucilia sericata	2	2.7
			Chrysomya albiceps	32	37.65			Lucilia caesar	1	1.35
		Muscidae	Musca autumnalis	10	11.76		Chrysomya albiceps	23	31.08	
			Muscina stabulans	6	7.06		Muscidae	Muscina stabulans	6	8.11
Total number of samples	85	100	Sarcophagidae	Sarcophaga sp.	1	1.35				
October	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	73	65.77	Diptera	Calliphoridae	Sarcophaga argyrostoma	5	6.76
			Lucilia sericata	38	34.23			Total number of samples	74	100
			Total number of samples	111	100			Calliphora vicina	164	62.36
November	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	130	94.89	Diptera	Calliphoridae	Lucilia sericata	99	37.64
			Lucilia sericata	7	5.11			Total number of samples	263	100
			Total number of samples	137	100			Calliphora vicina	154	88
Total number of samples			137	100	Total number of samples			175	100	

Table 6. Insect species seen on the land of the 7th Regional Directorate of Meteoroloji

Months	Autumn		Food								
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver					
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %	
September	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	81	43.09	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	119	39.02	
			Lucilia sericata	75	39.89			Lucilia sericata	142	46.56	
			Chrysomya albiceps	13	6.91			Chrysomya albiceps	32	10.19	
			Lucilia caesar	5	2.66			Muscidae	Muscina stabulans	10	3.28
		Muscidae	Muscina stabulans	10	5.32	Sarcophagidae	Sarcophaga argyrostoma	2	0.66		
			Musca autumnalis	2	1.06						
		Sarcophagidae	Sarcophaga argyrostoma	2	1.06						
		Total number of samples	188	100			Total number of samples	305	100		
October	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	125	78.62	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	105	80.77	
			Lucilia sericata	34	21.38			Lucilia sericata	25	19.23	
			Total number of samples	159	100			Total number of samples	130	100	
November	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	84	94.38	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	167	88.83	
			Lucilia sericata	4	4.49			Lucilia sericata	21	11.17	
			Calliphora vomitoria	1	1.12						
			Total number of samples	89	100			Total number of samples	188	100	

Table 7. Insect species seen in 4 regions in autumn

Order	Family	Species	species numbers	Percent %	
Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	3178	76,82	
		Lucilia sericata	880	21.27	
		Chrysomya albiceps	32	0.77	
		Lucilia caesar	9	0.22	
		Calliphora vomitoria	1	0.02	
	Muscidae	Musca autumnalis	8	0.19	
		Muscina stabulans	15	0.36	
		Sarcophagidae	Sarcophaga argyrostoma	4	0.10
			Sarcophaga sp.	10	0.24
			Total number of samples	4137	100

3.2. Average Temperature/Humidity Values of Autumn Season

In September, the average temperature is 19.2 °C and the humidity is 41.3% on average; In October, the average temperature is 13.2°C and the humidity is 62.8% on average; In November, the average temperature was 6.8°C and the humidity was 69.6% on average (Figure 1.).

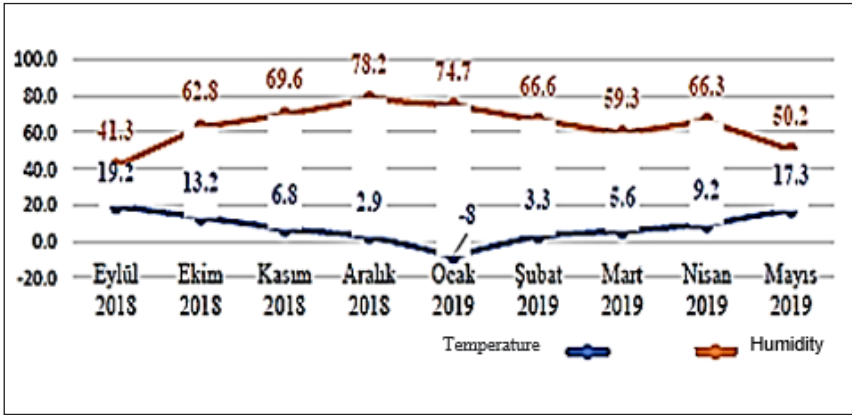


Figure 1. September 2018-May 2019 Average Temperature and Humidity Values

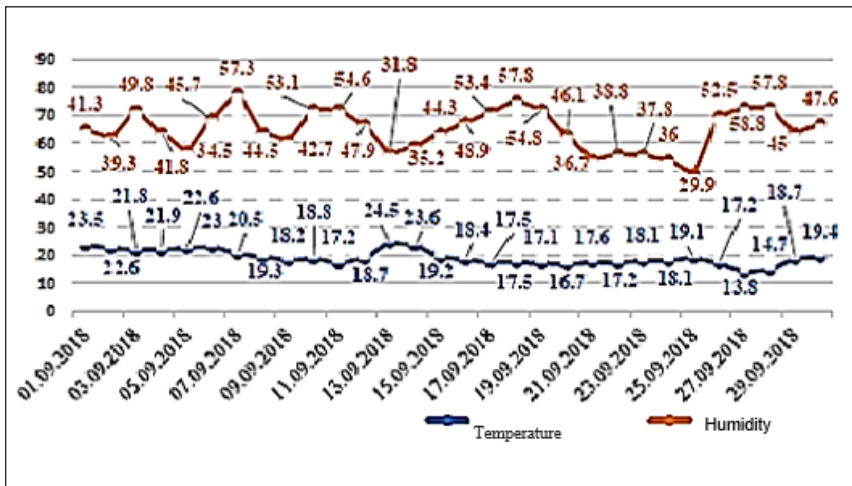


Figure 2. Temperature and Humidity Values of September

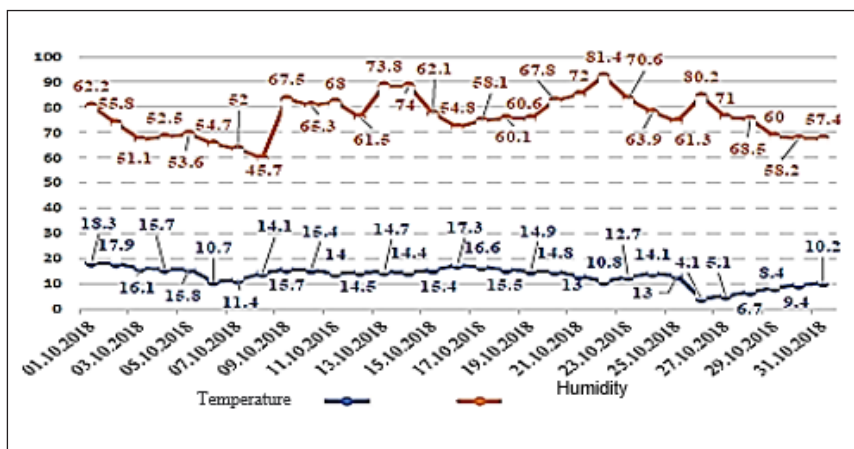


Figure 3. Temperature and Humidity Values of October

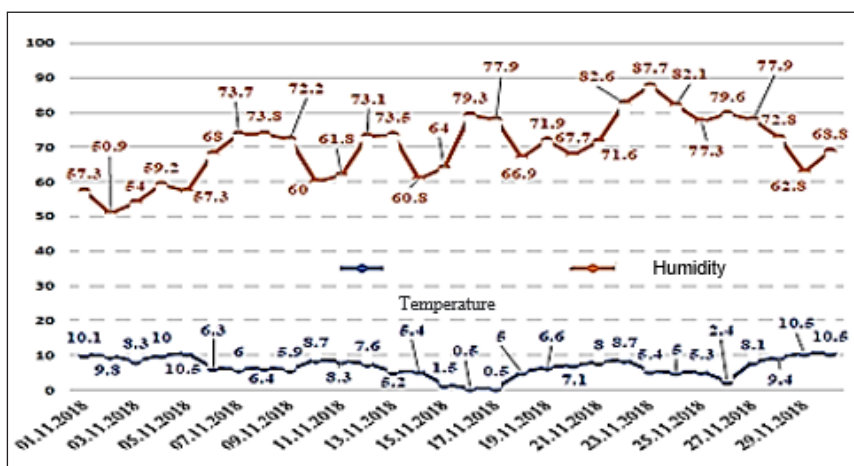


Figure 4. Temperature and Humidity Values of November

3.3. Insect Species in Winter

When we evaluate the four regions in terms of the winter season; only *C. vicina* was seen in all fields. *C. vicina* is a species that can live in different habitats and low temperatures. The highest number in December during the winter season in all terrains; 25 in the Erciyes cemetery; On the Erkilet land 29, T.C.D.D. *C. vicina* has been seen, 40 of which are in the field of the 7th Regional Directorate of Meteorology and 33 in the territory of the 7th Regional Directorate of Meteorology. While the least number of species was seen in the Erciyes cemetery land (chicken meat

15, bovine liver 15, *C. vicina*) among the study areas (Table 8), the highest number of species was T.C.D.D. (26 chicken meat, 28 cattle liver species, *C. vicina*) in the field (Table 9).

When evaluated in terms of *C. Vicina* medium seen in winter season, 17 in chicken meat and 26 in bovine liver in Erkiilet land (Table 10.); On the land of the 7th Regional Directorate of Meteorology, 22 in chicken meat and 25 in bovine liver were observed (Table 11.). The % distribution of the species in the winter season is given in Table 12. The most common species in all fields are *C. vicina* (100%).

Table 8. Insect species seen in the Erciyes cemetery land

Months	Winter		Food							
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver				
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %
December			Calliphora vicina	12	100			Calliphora vicina	13	100
January	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	2	100	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	1	100
February			Calliphora vicina	1	100			Calliphora vicina	1	100
			Total number of samples	15	100			Total number of samples	15	100

Table 9. T.C.D.D. insect species in the field

Months	Winter		Food							
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver				
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %
December			Calliphora vicina	18	100			Calliphora vicina	22	100
January	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	6	100	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	5	100
February			Calliphora vicina	2	100			Calliphora vicina	1	100
			Total number of samples	26	100			Total number of samples	28	100

Table 10. Insect species seen in Erkiilet land

Months	Winter		Food							
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver				
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %
December			Calliphora vicina	11	100			Calliphora vicina	18	100
January	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	5	100	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	6	100
February			Calliphora vicina	1	100			Calliphora vicina	2	100
			Total number of samples	17	100			Total number of samples	26	100

Table 11. Insect species seen on the land of the 7th Regional Directorate of Meteorology

Months	Winter		Food							
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver				
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %
December			Calliphora vicina	17	100			Calliphora vicina	16	100
January	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	4	100			Calliphora vicina	6	100
February			Calliphora vicina	1	100	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	3	100
			Total number of samples	22	100			Total number of samples	25	100

Table 12. Insect species seen in 4 regions in winter

Order	Family	species	species numbers	Percent %
Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	174	100
		Total number of samples	174	100

3.4. Average Temperature/Humidity Values of Winter Season

In December, the average temperature is 2.9°C and the humidity is 78.2% on average; In January, the average temperature is -8°C and the humidity is 74.7% on average; In February, the average temperature was 3.3°C and the humidity was 66.6% on average (Figure 1.).

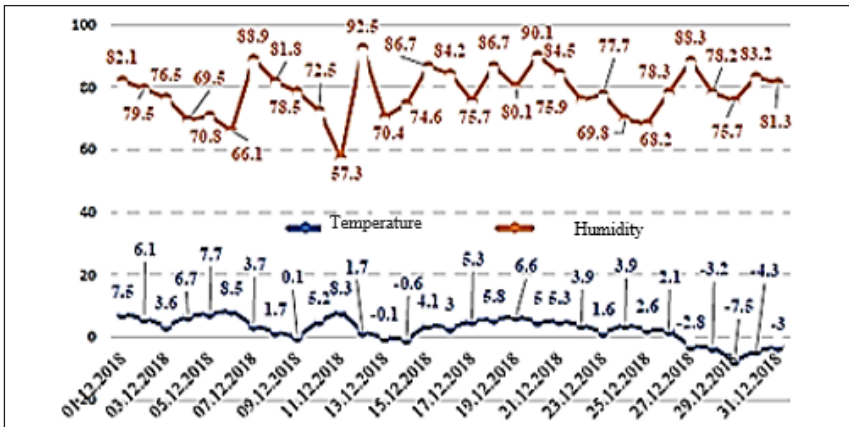


Figure 5. Daily temperature and humidity values of December

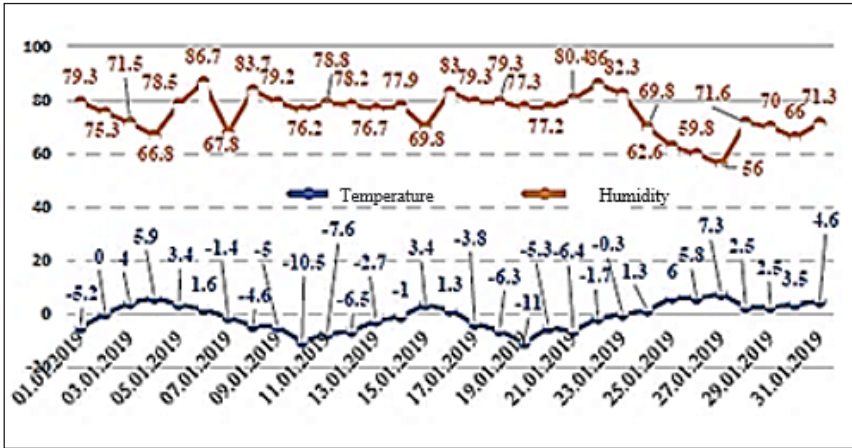


Figure 6. Daily temperature and humidity values of January

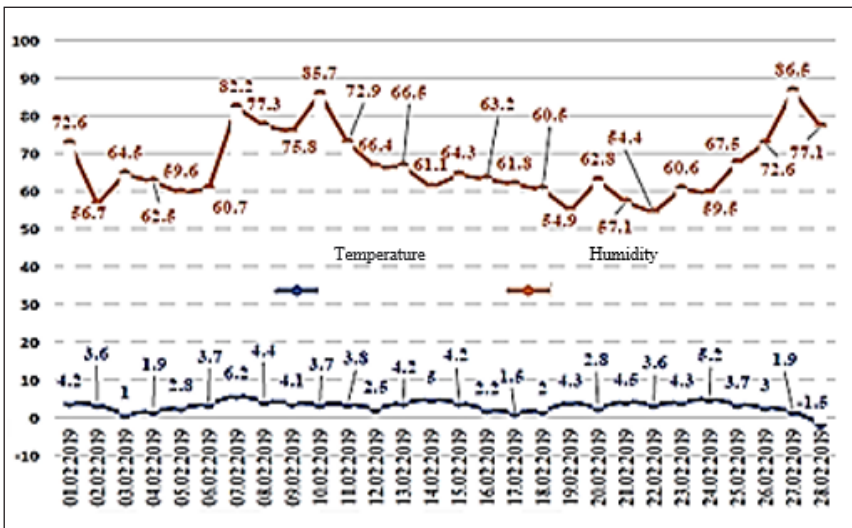


Figure 7. Daily temperature and humidity values of February

3.5. Insect Species Seen in the Spring Season

When we evaluate the four regions in terms of the spring season; *C. vicina*, *Thricops sp.*, *F. canicularis*, *L. sericata*, *D. frischii* were seen in all fields (Table 13., Table 14., Table 15., Table 16.). *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae), Erciyes cemetery and 7th Regional Directorate of Meteorology (Table 13., Table 16.), *S. argyrostoma* only in Erciyes cemetery land (Table 13.), *Fannia sp.*

Erciyes cemetery and 7th Regional Directorate of Meteorology (Table 13., Table 16.), *M. autumnalis*, and *M. stabulans* were seen only in Erciyes cemetery (Table 13.). *Dermestes undulatus* (Brahm, 1790) (Coleoptera:Dermestidae), *Margarinotus brunneus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera:Histeridae) Erciyes cemetery and T.C.D.D. (Table 13., Table 15.), *Saprinus subnitescens* (Bickhardt, 1909) (Coleoptera:Histeridae) Erciyes cemetery, Erkilet and Meteorology 7th Regional Directorate lands (Table 13., Table 14., Table 16.) *Saprinus vermiculatus* (Erichson, 1834) (Coleoptera:Histeridae) Erciyes cemetery and 7th Regional Directorate of Meteorology (Table 13., Table 16.), *Saprinus caerulescens* (Hoffmann, 1803) (Coleoptera:Histeridae) was observed in the Erciyes cemetery and Erkilet lands (Table 13., Table 14.). *Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera:Stafilinidae) was not seen only in the land of the 7th Regional Directorate of Meteorology, but also in all other lands (Table 13., Table 14., Table 15.).

When the species seen in the spring season are evaluated in terms of medium; 14 species in chicken meat, 11 species in bovine liver, 6 species in chicken meat, 7 species in bovine liver in Erciyes cemetery land, T.C.D.D. 7 species in chicken meat, 6 species in bovine liver, 8 species in chicken meat and 6 species in cattle liver in the 7th Regional Directorate of Meteorology. In the Erciyes cemetery, *M. stabulans*, *M. autumnalis*, *S. argyrostoma*, *M. domestica*, *C. maxillosus* were observed in chicken meat, *Saprinus vermiculatus* and *D. undulatus* were only observed in cattle liver. In Erkilet land, *C. maxillosus* in chicken meat, *S. caerulescens*, *S. subnitescens* in bovine liver; T.C.D.D. *M. brunneus* and *C. maxillosus* in chicken meat, *D. undulatus* in bovine liver; *Fannia sp.*, *S. subnitescens* was observed in chicken meat, *S. vermiculatus* was only observed in cattle liver in the 7th Regional Directorate of Meteorology.

In the spring season, while there were the least number of species in March, the highest number of species was observed in May with the increase in air temperature. Species belonging to the order Coleoptera started to be seen only in April and May, when the air temperature increased in the spring season, and was seen only in May in all fields, *Dermestes frischii* was seen only in the Erciyes cemetery land in April. *C.vicina* seen in the spring season increased in parallel with the air temperature.

When we look at the numerical distribution of the species seen in the study areas; 8 species were seen in Erkilet land, 16 species in Erciyes cemetery land, 8 species in T.C.D.D. and 9 species in 7th Regional Directorate of Meteorology (Table 13., Table 14., Table 15., Table 16.). The % distribution of the species in the spring season is given in Table 17. The most common species in all fields are *C. vicina* (74.51%), *L. sericata* (11.48%) and *F. canicularis* (11.43%).

Table 13. Insect species seen in the Erciyes cemetery land

Months	Spring					Food						
	Order	Family	Chicken meat			Order	Family	Bovine liver				
			species	species numbers	Percent %			species	species numbers	Percent %		
March		Calliphoridae	Calliphora vicina	163	97.02	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	181	90.96		
		Fanniidae	Fannia canicularis	5	2.98		Fanniidae	Fannia canicularis	18	9.04		
		Total number of samples			168		100	Total number of samples			199	100
		Calliphoridae	Calliphora	551	89.74	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	847	85.82		
			Lucilia sericata	58	9.45			Lucilia sericata	135	13.68		
			Fannia sp.	3	0.49		Fanniidae	Fannia canicularis	2	0.2		
April		Fanniidae	Fannia canicularis	2	0.32	Coleoptera	Dermestidae	Dermestes frischi	3	0.3		
		Total number of samples			614		100	Total number of samples			987	100
		Calliphoridae	Calliphora vicina	665	81.6		Calliphoridae	Calliphora vicina	513	73.81		
May			Lucilia sericata	115	14.11	Diptera		Lucilia sericata	144	20.72		
		Muscidae	Musca domestica	1	0.12		Muscidae	Thricops sp.	3	0.43		
			Thricops sp.	1	0.12		Fanniidae	Fannia canicularis	1	0.14		
		Fanniidae	Fannia canicularis	1	0.12		Fanniidae	Fannia sp.	2	0.29		
			Fannia sp.	5	0.61		Dermestidae	Dermestes frischi	17	2.45		
		Muscidae	Muscina stabulans	2	0.25		Dermestidae	Dermestes undulatus	2	0.29		
			Musca autumnalis	3	0.37			Margarinotus brunneus	4	0.58		
		Sarcophagidae	Sarcophaga argyrostoma	1	0.12			Saprimus subnitescens	4	0.58		
		Dermestidae	Dermestes frischi	14	1.72			Saprimus caerulescens	3	0.43		
		Staphylinidae	Creophilus maxillosus	1	0.12		Coleoptera	Histeridae	Saprimus caerulescens	3	0.43	
			Margarinotus brunneus	4	0.49				Saprimus vermiculatus	2	0.29	
			Saprimus subnitescens	1	0.12							
	Histeridae	Saprimus caerulescens	1	0.12								
		Saprimus vermiculatus	1	0.12								
		Total number of samples			815	100	Total number of samples			695	100	

Table 14. Insect species seen in Erkilet land

Months	Spring					Food							
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver							
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %			
March	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	65	100	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	58	98.31			
			Fanniidae	Fannia canicularis	1		1.69						
April	Diptera	Calliphoridae	Total number of samples			65	100	Calliphoridae	Total number of samples			59	100
			Calliphora vicina	170	91.4	Calliphoridae	Calliphora vicina		54	65.06			
		Lucilia sericata	13	6.99	Fanniidae		Lucilia sericata	19	22.89				
		Fanniidae	Fannia canicularis	3		1.62	Fanniidae	Fannia canicularis	10	12.04			
		Total number of samples			186	100	Total number of samples			83	100		
May	Coleoptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	126	75.9	Coleoptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	135	68.88			
			Lucilia sericata	32	19.27			Fanniidae	Fannia canicularis	39	19.9		
		Fanniidae	Fannia canicularis	1	0.6		Muscidae		Thricops sp.	1	0.51		
		Muscidae	Thricops sp.	2	1.2			Dermestidae	Dermestes frischii	5	2.55		
		Dermestidae	Dermestes frischii	4	2.41		Histeridae		Sagrimus caeruleus	1	0.51		
		Staphylinidae	Creophilus maxillosus	1	0.6			Sagrimus subnitescens	2	1.02			
		Total number of samples			166		100	Total number of samples			196	100	

Table 15. T.C.D.D. insect species in the field

Months	Spring					Food										
	Order	Family	Chicken meat			Bovine liver										
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %						
March	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	30	100	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	37	100						
			Total number of samples					30	100	Total number of samples			37	100		
April	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	86	86.87	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	318	77.75						
			Lucilia sericata	6	6.06			Fanniidae	Lucilia sericata	84	20.54					
		Fanniidae	Fannia canicularis	7	7.07		Fanniidae		Fannia canicularis	7	1.71					
		Total number of samples			99			100	Total number of samples			409	100			
May	Coleoptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	103	70.55	Coleoptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	130	52						
			Lucilia sericata	12	8.22			Fanniidae	Fannia canicularis	32	12.8					
		Fanniidae	Fannia canicularis	26	17.81		Muscidae		Thricops sp.	6	2.4					
		Muscidae	Thricops sp.	1	0.68			Dermestidae	Dermestes frischii	2	0.8					
		Dermestidae	Dermestes frischii	2	1.37		Dermestidae		Dermestes undulatus	2	0.8					
		Staphylinidae	Creophilus maxillosus	1	0.68			Total number of samples			146	100	Total number of samples			250
		Histeridae	Margarinotus brunneus	1	0.68											

Table 16. Insect species seen on the land of the 7th Regional Directorate of Meteorology

Months	Spring		Food								
	Order	Family	Chicken meat		Bovine liver						
			species	species numbers	Percent %	Order	Family	species	species numbers	Percent %	
March		Calliphoridae	Calliphora vicina	17	89.47		Calliphoridae	Calliphora vicina	48	100	
		Fanniidae	Fannia canicularis	2	10.52						
			Total number of samples	19	100				Total number of samples	48	100
April	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	135	88.82	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	216	92.7	
			Lucilia sericata	11	7.24			Calliphoridae	Lucilia sericata	16	6.87
		Fanniidae	Fannia canicularis	3	1.97		Fanniidae	Fannia canicularis	1	0.43	
			Fannia sp.	3	1.97						
			Total number of samples	152	100				Total number of samples	233	100
May	Coleoptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	296	65.77	Coleoptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	102	69.87	
			Lucilia sericata	37	8.22			Calliphoridae	Lucilia sericata	20	13.7
		Fanniidae	Fannia canicularis	95	21.11		Fanniidae	Fannia canicularis	18	12.33	
			Fannia sp.	10	2.22		Dermestidae	Dermestes frischii	5	3.42	
		Muscidae	Musca domestica	1	0.2			Histeridae	Saprinus vermiculatus	1	0.68
			Thricops sp.	6	1.33						
			Dermestidae	Dermestes frischii	4		0.88				
	Histeridae	Saprinus subnitescens	1	0.2							
		Total number of samples	450	100			Total number of samples	146	100		

Table 17. Insect species seen in 4 regions in the spring season

Order	Family	species	species numbers	Percent %
Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina	2933	74.51
		Lucilia sericata	452	11.48
	Fanniidae	Fannia canicularis	450	11.43
		Fannia sp.	15	0.38
	Muscidae	Thricops sp.	20	0.5
		Musca domestica	2	0.05
	Sarcophagidae	Sarcophaga argyrostoma	1	0.02
	Muscidae	Muscina stabulans	2	0.05
		Musca autumnalis	3	0.07
	Coleoptera	Dermestidae	Dermestes frischii	34
Dermestes undulatus			2	0.05
Histeridae		Margarinotus brunneus	8	0.2
		Saprinus vermiculatus	4	0.1
		Saprinus caeruleus	4	0.1
		Saprinus subnitescens	5	0.12
Staphylinidae		Creophilus maxillosus	1	0.02
	Total number of samples	3936	100	

3.6. Average Temperature/Humidity Values of Spring Season

In March, the average temperature is 5.6°C and the humidity is 59.3% on average; In April, the average temperature is 9.2°C and the humidity is 66.3% on average; In May, the average temperature was 17.3°C and the humidity was 50.2% on average (Figure 1.).

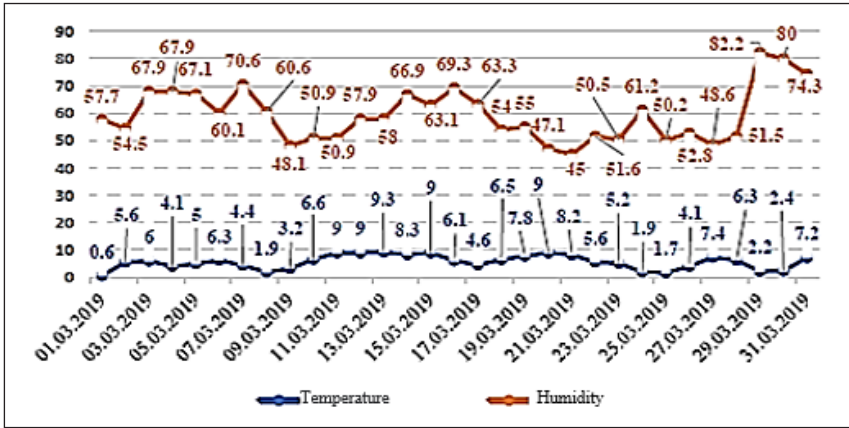


Figure 8. Daily temperature and humidity values of March

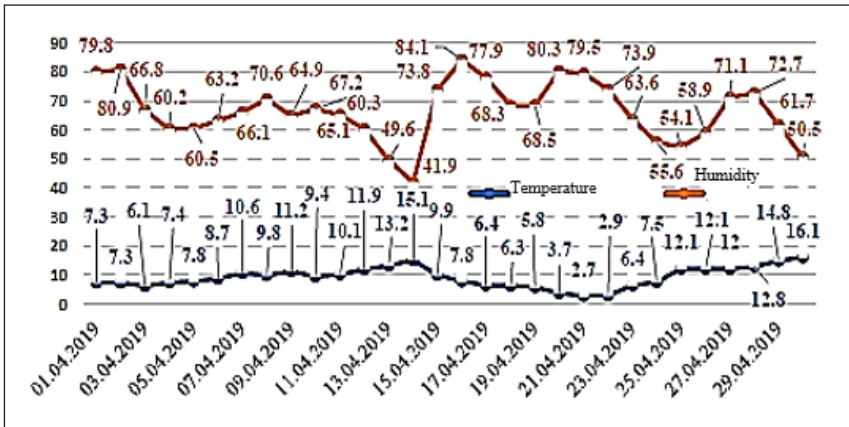


Figure 9. Daily temperature and humidity values of April

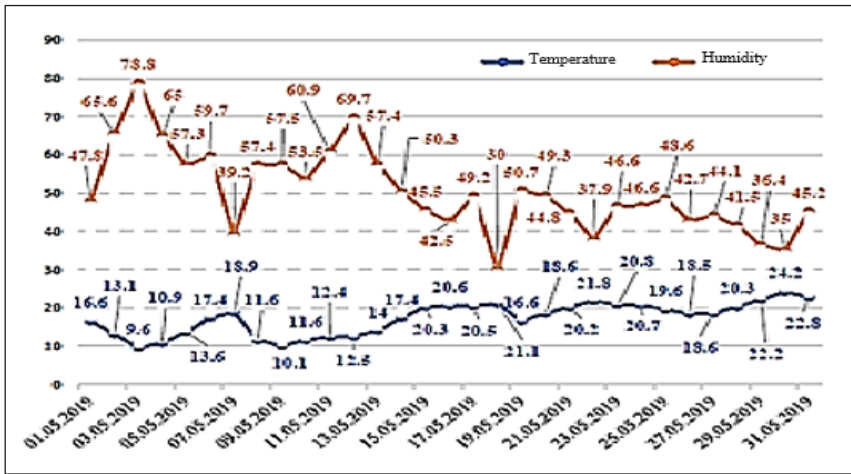


Figure 10. Daily temperature and humidity values of May

When our study is evaluated in terms of incoming species and land; it was observed that the least number of species (Single species, *C. vicina*) was in the winter season (December., January., February), and the highest number of species (16 species) was in the spring. (March., April., May.) (Table 18). The land with the highest number of species is the Erciyes cemetery land. When evaluated in terms of the food used in the traps, although it changes according to the season and the terrain, almost similar numbers of species were caught.

Table 18. Distribution of insect species seen in the study areas by months

Months	Order	Family	species	Order	Family	species
September	Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>
			<i>Lucilia sericata</i>			<i>Lucilia sericata</i>
			<i>Lucilia caesar</i>			<i>Lucilia caesar</i>
			<i>Sarcophaga sp.</i>			<i>Sarcophaga sp.</i>
		Sarcophagidae	<i>Sarcophaga argyrostoma</i>			<i>Sarcophaga argyrostoma</i>
			Muscidae			<i>Muscina stabulans</i>
October	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>
			<i>Lucilia sericata</i>			<i>Lucilia sericata</i>
November	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>
			<i>Lucilia sericata</i>			<i>Lucilia sericata</i>
		Muscidae	<i>Calliphora vomitoria</i>			Muscidae
December			<i>Muscina stabulans</i>			<i>Muscina stabulans</i>
January	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>
February						

March	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina			
		Fanniidae	Fannia canicularis			
April	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina			
			Lucilia sericata			
		Fanniidae	Fannia canicularis Fannia sp.			
	Coleoptera	Dermestidae	Dermestes frischii			
May	Diptera	Calliphoridae	Calliphora vicina			
			Lucilia sericata			
		Fanniidae	Fannia canicularis Fannia sp.	Coleoptera	Histeridae	Saprinus vermiculatus Saprinus subnitescens Saprinus caeruleus Margarinotus brunneus
		Muscidae	Musca autumnalis Muscina stabulans Musca domestica Thricops sp.		Dermestidae	Dermestes frischii Dermestes undulatus
		Sarcophagidae	Sarcophaga argyrostoma		Staphylinidae	Creophilus maxillosus

4. CONCLUSION

The fact that *C. vicina* can be seen in all lands from September to the end of May, it can be caught in the traps in a very short time and can live in different geographical areas can be used to determine the time of death in Kayseri in Autumn, Winter and Spring seasons.

L. sericata can be seen in all fields from September to the end of November, from April to the end of May, not seen in December-January-February and March, and can be used to determine the time of death in Kayseri in Autumn and Spring seasons.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval

Author Contribution Rates

Design of Study: AD(%100)

Data Acquisition: AD(%100)

Data Analysis: AD(%100)

Writing up: AD(%100)

Submission and Revision: AD(%100)

REFERENCES

- Açıkgöz, H. N., Hancı, H., & Çetin, G. 2002. How can we benefit from insects in forensic events, *Journal of Ankara University Faculty of Law*, C.51: 117-125.
- Açıkgöz, H. N. 2010. Forensic Entomology. *Turkish Journal of Parasitology*, C.34(3): 216-221.
- Aggarwal, A. D. 2005. Estimating the Post-Mortem Interval with the Help of Entomological Evidence, *Anil Aggarwal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology's*, 185 pp.
- Almeida, L. M., & Mise, K. M. 2009. Diagnosis and Key of The Main Families and Species Of South American Coleoptera of Forensic Importance, *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(2): 227-244.
- Amendt, J., Klotzbach, H., Benecke, M., Krettek, R., & Zehner, R. 2004a. Forensic Entomology, *Rechtsmedizin*, 14(2): 127-140.
- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. 2004b. Forensic entomology, *Naturwissenschaften*, 91: 51-65.
- Ames, C., & Turner, B. 2003. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation, *Medical and Veterinary Entomology*, 17: 178-186.
- Anderson, G. S. 2001. Insect succession on carrion and its relationship to determine time of death in Forensic Entomology. (eds. Byrd, J. & Castner, J.) New York: CRC Press, 750 pp.
- Anderson, G. S., & Cervenka, V. J. 2002. Insects Associated with the Body: their Uses and Analyzes. *Advances in Forensic Taphonomy: Method, Theory, and Archaeological Perspectives*, (eds: Haglund, W. D., Sorg, M. H.), CRC Press, 173-200.
- Anderson, G. S. 2005. Forensic Entomology. An introduction to scientific an investigative techniques, 2nd Edition. James, S.H and Nordby, J.J. (eds.), CRC Press, Boca Raton, Florida, 135-164.
- Anderson, G. S. 2010. Factors that influence insect succession on carrion. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.), 2nd Edition, CRC Press, 201-250.
- Archer, M. S., & Elgar, M. A. 2003. Yearly activity patterns in Southern Victoria (Australia) of seasonally active carrion insects, *Forensic Science International*, 132(3): 173-176.
- Arnaldos, M.I., Romera, E., Presa, J.J., Luna, A., & Garcia, M.D. (2004). Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *International Journal Legal Medicine*, 118: 197-205.
- Bajerlein, D. 2009. Coprofilous Hysterid Beetle Community (Coleoptera: Histeridae) of Westem Poland, *Police Journal of Entomologist*, 78: 201-207.
- Bass, W. M. 2001. Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations, Preface. In J. H. Byrd and J. L. Castner (eds.), CRC Press, Boca Raton, 705 pp.
- Benecke, M. 1998. Six Forensic Entomology Cases: Description and Commentary, *Journal of Forensic Science*, 43(4): 797-805.
- Benecke, M. 2001a. A brief history of forensic entomology, *Forensic Science International*, 120: 2-14.
- Bonacci, T., Vercillo, V., Brandmayr, P., Fonti, A., Tersaruolo, C., & Brandmayr, T. Z. (2009). A case of *Calliphora vicina* Robineau- Desvoidy, 1830 (Diptera, Calliphoridae) breeding in a human corpse in Calabria (southern Italy), *Legal Medicine*, 11: 30-32.
- Byrd, J. H., & Castner, J. L. 2001. *Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigation*. New York: CRC Press. 418 pp.
- Carvalho, L. M. L., Thyssen, P. J., Linhares, A. X., & Palhares, F. A. B. (2000). A checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil, *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 95(1): 135-138.
- Carvalho, C. J. B., & Mello-Patiu, C. A. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America, *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3): 390-406.
- Catts, E. P., & Goff, M. L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review Entomology*. 37: 253-272.
- Centeno, N., Maldonado, M. & Oliva, A. 2002. Seasonal Patterns of Arthropods on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province, Argentina. *Forensic Science International*, 126(1): 63-70.
- Demirsoy, A. 2006. Basic Rules of Life, Invertebrates/Insects, *Entomology 9th Edition*, Volume 2, Part 2, Ankara, Meksan A.Ş. 960 pp.
- Deonier, C. C. 1940 Carcass temperatures and their relation to winter blowfly populations and activity in the southwest, *Journal of Economic Entomology*. 33: 166-170.
- Early, M., & Goff, M. L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. *Entomology Journal*. 23: 520-531.

- Eberhard, T. L., & Elliot, D. A. 2008. A preliminary investigation of insect colonisation and succession on remains in New Zealand, *Forensic Science International*, 176(2-3): 217-223.
- Erzincliglu, Y. Z. 1996. *Blowflies: Naturalists' Handbook*, Richmond Publishing, Slough, UK. 71 pp.
- Gennard, D. 2007. *Forensic Entomology: an introduction*, John Wiley & Sons Ltd., UK. 241 pp.
- Goff, M.L., & Flynn, M.M. 1991. Determination on Postmortem Interval by Arthropod Succession: A Case Study from the Hawaiian Island, *Journal of Forensic Sciences*, 36: 607-614.
- Goff, M. L. 2001. *A fly for the prosecution: How Insect Evidence Helps Solve Crime*. Cambridge: Harvard University Press. 240 pp.
- Gomes, L., & Zuben, J. 2006. Forensic entomology and main challenges, in Brazil. 35(1): 1-11.
- Greenberg, B., & Pavolny, D. 1971. *Flies and Disease*, Princeton University, Princeton. New Jersey, USA. 1: 57.
- Gregor, F., Rozkosny, R., Bartak, M., & Vanhara, J. 2002. The Muscidae (Diptera) of Central Europe. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologia*, 107: 1-280.
- Hall, R. D., & Huntington, T. E. 2010. Perception and Status of Forensic Entomology. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, 2nd Edition, CRC Press, 1-16.
- Hall, R.D. (2001). Perceptions and status of forensic entomology. *Forensic Entomology, The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton, 1-15.
- Haskell, N. H., & Williams, R. E. 1990. Collection of Entomological Evidence at the Death Scene. *Entomology and Death: A Procedural Guide*, (eds: Catts, E. P., Haskell N. H.), Joyce's Print Shop. 437 pp.
- Hava, J. 2004 World keys to the genera and subgenera of dermestidae (Coleoptera) with descriptions, nomenclature and distributional Records Acta Musei Nationalis Pragae, Series, Natural History, 60(3-4): 149-164.
- Introna, F. J., Suman, T. W. & Smialek, J. E. 1991. Sarcosaprophagous fly activity in Maryland. *J. Forensic Science*, 36: 238-243.
- Kökdener, M. 2012. "Determination of the Seasons of the Fly Species Used in Forensic Entomology in Samsun", PhD Thesis, Istanbul University, Institute of Forensic Medicine, Department of Science, Istanbul. 114 pp.
- Kökdener, M. 2016. Use of Forensic Entomological Evidence in Determining the Time of Death. *Gumushane University Journal of Health Sciences Institute*, C.5(3): 105-106.
- Knight, B., & Nokes, L. 2002. Temperature Based Methods I. In the estimation of the time Death in the Early Postmortem Period, Arnold, London, 3-42.
- Madea, B., Krompecher, T., Knight, B., & Nokes, L. 2002. Muscle and Tissue Changes After Death, In the Estimation of the Time Death in the Early Postmortem Period, London, 134-208.
- Marchenko, M.I. 2001. Medicolegal Relevance of Cadaver Entomofauna for the Determination of the Time Since Death, *Forensic Science International*, 120: 89-109.
- Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S., & Szmila, K. 2010. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Pattern and rate of decomposition, *Forensic Science International*, 194: 85-93.
- Me'ndeza, J., Mello-Patiub, C. A., & Pape, T. 2008. New flesh flies (Sarcophagidae) from coastal mangroves of Panama with taxonomic notes and keys, *Journal of Natural History*, 42(3-4): 249-257.
- Merritt, R. W., Higgins, M. J., & Wallace, J. R. 2000. Entomology, *Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine: Encyclopedia of Forensic Sciences*. 700-706.
- Nabity, P.D., Higley, L.G., & Heng-Moss, T.M., 2006. Effects of Temperature on Development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and Use of Developmental Data in Determining Time Intervals in Forensic Entomology, *Journal of Medical Entomology*, 43(6): 1276-1286.
- Nelson, E. L. 1999. Estimation of short-term postmortem interval utilizing core body temperature: a new algorithm. *Forensic Science International*, 109: 31-38.
- Nuorteva, P. 1959. Studies on the significance of flies in the transmission of poliomyelitis. The composition of the blow fly fauna and the activity of the flies in relation to the weather during the epidemic season of poliomyelitis in south Finland, *Ann Entomology Fenn.*, 25: 137-162.
- Payne, J. A. 1965. A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology, Forensic Entomology*, 46: 529-602.
- Reed, H. B. 1958. Study of dog carcass communities in Tennessee with special reference to the insects, *American Midland Naturalist*, 59(1): 213-245.
- Schoenly, K., & Reid, W. 1987. Dynamics of Heterotrophic Succession in Carion Arthropod Assemblages: Discrete Series or a Continuum of Change, *Oecologia*, 73: 192-202.

- Shazia, M. T., Suhail, A., & Yousuf, M. J. 2006. Systematics and Population of Sarcophagid Flies in Faisalabad (Pakistan), *International Journal of Agriculture Biology*, 8(6): 810-812.
- Sharanowski, B. J., Walker, E. G., & Anderson, G. S. 2008. Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons *Forensic Science International*, 179: 219-240.
- Shean, B. S., Messinger, L., & Papworth, M. 1993. Observations of differential decomposition on sun exposed shaded pig carrion in coastal Washington State, *Journal of Forensic Science*, 38: 938-949.
- Smith, K. G. V. 1986. *A Manual of Forensic Entomology*, British Museum of Natural History, Cornell University Press, London. 288 pp.
- Slone, D., Gruner, S., & Allen, J. 2005. Assessing Error in PMI Prediction Using A Forensic Entomological. <http://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/211760.pdf>. Erişim Tarihi: 26.05.2020.
- Sumodan, P.K. 2002. *Insect detectives*, 7(8): 51-58.
- Sabanoglu, B., & Sert, O. 2010. Determination of Calliphoridae (Diptera) fauna and seasonal distribution on carrion in Ankara Province, *Journal of Forensic Science*. Doi:10.1111/1.1556-4029.2010.01366.
- Triplehorn, C.A., & Johnson, N.F. 2005. *Study of Triplehorn, C. A., Norman F. J., Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th Edition*, Brooks/Cole: Cengage Learning. 864 pp.
- Turner, B., & Howard, T. 1992. Metabolic heat generation in dipteran larval aggregations: a consideration for forensic entomology, *Medical and Veterinary Entomology*, 6: 179-181.
- Tuzun, A., & Yuksel, S. 2007. Forensic Entomology in the Detection of Postmortem Interval, *Turkiye Klinikleri*, 4: 23-32.
- Varatharajan, R. 2000. Role of entomology in forensic science, 8(5): 544-546.
- Voss, S. C., Spafford, H., & Dadour, I. R. 2009. Annual and seasonal patterns of insect succession on decomposing remains at two locations in Western Australia, *Forensic Science International*, 193: 26-36.
- Whitworth, T. 2006. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico, *Proceedings of the Entomologic Society of Washington* 108(3): 689-725.
- Wolff, M., Uribe, A., & Ortiz, A. 2001. A Preliminary Study of Forensic Entomology, *Forensic Science International, Colombia*, 120: 53-59.
- Zehner, R., & Amendt, J. 2004. Genetic identification of forensically important flesh flies (Diptera: Sarcophagidae), *International Journal Legal Medicine*, 118: 245-247.