

ISSN: 2146 - 4693
e-ISSN: 2458 - 9330

DÜFED

Dicle Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>

Cilt [Volume] **13**
Sayı [Issue] **2**
Aralık [December] **2024**

Dicle University Journal of the Institute of Natural and Applied Sciences



DÜFED

DİCLE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

DICLE UNIVERSITY JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

CİLT / VOLUME 13 SAYI / ISSUE 2 30 ARALIK / DECEMBER 2024

ISSN: 2146 - 4693

e-ISSN: 2458 - 9330

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>

DİZİNLER / INDEXING, ABSTRACTING AND ENLISTING

Google Scholar, CABI: CAB Abstracts and Global Health, CAS: Chemical Abstracts Service, ROAD: Directory of Open Access Scholarly Resources, Index Copernicus International, Citefactor: Academic Scientific Journals, BASE: Bielefeld Academic Search Engine, OpenAIRE, IJIFACTOR, ASOS, Paperity: Open Science Aggregated, I2OR: International Institute of Organized Research, SJIF: Scientific Journal Impact Factor, ASI: Advanced Sciences Index, DRJI: Directory of Research Journal Indexing, SOBIAD, ACARINDEX: Akademik Araştırmalar Index, SIS: Scientific Indexing Services, Crossref, Harman Türkiye Akademik Arşivi, AccessOn, Dimensions, Wizdom, OUCI: The Open Ukrainian Citation Index, WorldCat, Scilit, ASCI: Asian Science Citation Index

**Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ceylan Enstitüler Binası
21280 - DİYARBAKIR**

Tel: +90 412 241 10 00 Dahili: 8450

e-postalar: fbedergi@dicle.edu.tr / dufed@dicle.edu.tr

DİCLE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
DİCLE UNIVERSITY JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

CİLT / VOLUME 13 SAYI / ISSUE 2 30 ARALIK / DECEMBER 2024

ISSN: 2146 - 4693
e-ISSN: 2458 - 9330

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.
Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
nesdalkilic@gmail.com / neslidal@dicle.edu.tr

Baş Editör / Editor-in-Chief

Prof. Dr. Ayhan BEKLEYEN
Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
ayhan.bekleyen@gmail.com / bekleyen@dicle.edu.tr

Baş Editör Yardımcıları / Co-Editors-in-Chief

Dr. Öğr. Üyesi Mesut HÜSEYİNOĞLU
Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
mesuth@dicle.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ACAR
Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
hacar@dicle.edu.tr

Basım Yeri / Printing

Dicle Üniversitesi Basımevi, Diyarbakır

Türkçe Dil Editörü / Turkish Language Editor

Dr. Feyza BULUT

Dicle Üniversitesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, feyzaislamoglu@gmail.com

İngilizce Dil Editörleri / English Language Editors

Doç. Dr. Murat BİNGÜL

Dicle Üniversitesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, muratbingul1983@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi F. Figen BİNBAY

Dicle Üniversitesi, Fizik Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, figenbinbay@hotmail.com

Mizanpaj Editörleri / Page-Setting Editors

Araş. Gör. Sevcan ASLAN KILIÇ

Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye, sevcan.aslan@dicle.edu.tr

Araş. Gör. Ruşen ERGÜN

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, rusen.ergun@dicle.edu.tr

Yayın Sekreterliği / Secretary

Araş. Gör. Sevcan ASLAN KILIÇ

Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye, arcsevcan@gmail.com

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Jamal M. KHATIB

Beyrut Arap Üniversitesi, İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü, Beyrut, Lübnan, j.khatib@bau.edu.lb

Prof. Dr. Nicoleta GILLICH

Babeş-Bolyai Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Bölümü, Resita, Romanya, nicoleta.gillich@ubbcluj.ro

Prof. Dr. Akın BAYSAL

Dicle Üniversitesi, Kimya Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, akinb@dicle.edu.tr

Dr. Sevinj N. OSMANOVA

Khazar Üniversitesi, Kimya ve Kimya Mühendisliği Bölümü, Bakü, Azerbaycan, sevinj.osmanova@khazar.org

Prof. Dr. Yeliz PEKBAY

Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, yeliz.pekbay@ege.edu.tr

Prof. Dr. Özlem TONÇER

Dicle Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, toncer@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Muzaffer DENLİ

Dicle Üniversitesi, Zootekni Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, denlim@dicle.edu.tr

Doç. Dr. Gülnare KANBAROVA

Nahçıvan Devlet Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Nahçıvan, Azerbaycan, gulnare_qenberova65@yahoo.com

Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY

Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye, mrulusoy@cu.edu.tr

Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, topkzf@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Kadir TURAN

Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, kturan@dicle.edu.tr

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. İsmail Naci CANGÜL

Uludağ Üniversitesi, Matematik Bölümü, Bursa, Türkiye, cangul@uludag.edu.tr

Prof. Dr. Aysu AKTAŞ

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, Türkiye, aysuakalin@gazi.edu.tr

Prof. Dr. Ufuk Teoman AKSOY

Fırat Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye, taksoy@firat.edu.tr

Prof. Dr. Abbas GÜNGÖRDÜ

İnönü Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Malatya, Türkiye, abbas.gungordu@inonu.edu.tr

Prof. Dr. Yeliz PEKBEY

Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, yeliz.pekbey@ege.edu.tr

Prof. Dr. Naki ÇOLAK

Hitit Üniversitesi, Kimya Bölümü, Çorum, Türkiye, nakicolak@hitit.edu.tr

Prof. Dr. Hikmet GEÇKİL

İnönü Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Malatya, Türkiye, hikmet.geckil@inonu.edu.tr

Prof. Dr. Kamil KARUT

Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye, karuti@cu.edu.tr

Prof. Dr. Şengül KARAMAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, sengulk@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, neslidal@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Erol KILIÇKAP

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, ekilickap@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Sadık Özgür DEĞERTEKİN

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, sozgur@dicle.edu.tr

Alan Editörleri / Field Editors

Prof. Dr. Süreyya NAMLI

Dicle Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, snamli@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Hülya KARADEDE AKIN

Dicle Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, hkdede@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Nurettin PİRİNÇÇİOĞLU

Dicle Üniversitesi, Fizik Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, npirinc@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Akın BAYSAL

Dicle Üniversitesi, Kimya Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, akinb@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Fırat AYDIN

Dicle Üniversitesi, Kimya Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, faydin@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Ersin KILINÇ

Dicle Üniversitesi, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, kilincersin@gmail.com

Prof. Dr. Bilal ŞEKER

Batman Üniversitesi, Matematik Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, bilal.seker@batman.edu.tr

Doç. Dr. Saadet Öykü YURTTAŞ

Dicle Üniversitesi, Matematik Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, oykuyurttas@gmail.com

Doç. Dr. Seçil YALAZ

Dicle Üniversitesi, İstatistik Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, syalaz@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Bilal GÜMÜŞ

Dicle Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, bilgumus@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Fevzi ÖNEN

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, fonen@dicle.edu.tr

Doç. Dr. Mehmet Emin ÖNCÜ

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, oncume@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Mustafa AYHAN

Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, mayhan@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Özgür AKKOYUN

Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, oakkoyun@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Figen BALO

Fırat Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye, figenbalo@gmail.com

Prof. Dr. Atilla Gencer DEVECİOĞLU

Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, atillad@dicle.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Gurbet ÖRÇEN

Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, gurbetorcen@dicle.edu.tr

Doç. Dr. Mehmet NERGİZ

Dicle Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, mnergiz@dicle.edu.tr

Doç. Dr. Abdülkadir ALBAYRAK

Dicle Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, kadir.albayrak@dicle.edu.tr

Doç. Dr. C. Tuncay AKIN

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, ctakin@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Onur ERMAN

Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Adana, Türkiye, oerman@cu.edu.tr

Doç. Dr. Şefika ERGİN

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, sefika@dicle.edu.tr

Doç. Dr. Canan KOÇ

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, canan.koca@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Gültekin ÖZDEMİR

Dicle Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, gozdemir@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY

Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye, mrulusoy@cu.edu.tr

Prof. Dr. Selime ÖLMEZ BAYHAN

Dicle Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, solmezbayhan@gmail.com

Prof. Dr. Kamil KARUT

Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye, karuti@cu.edu.tr

Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER

Dicle Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, tbicer@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Özlem TONÇER

Dicle Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, toncer@dicle.edu.tr

Prof. Dr. Muzaffer DENLİ

Dicle Üniversitesi, Zootekni Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, mdenli@dicle.edu.tr

Doç. Dr. Abdurrahman KARA

Dicle Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, abdurrahman.kara@dicle.edu.tr

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Determination of Beneficial Insect and Mite Species in the Vineyard Areas of Hazro District (Diyarbakır)**
Hazro İlçesi (Diyarbakır) Bağ Alanlarındaki Faydalı Böcek ve Akar Türlerinin Belirlenmesi
Ramazan SERMEN, Mehmet KAPLAN..... 145
- Sulu ve Yağışa Dayalı Koşullar Altında Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim Özelliklerinin Araştırılması**
Investigation of Yield Characteristics of Durum Wheat Varieties under Irrigated and Rainfed Conditions
Muhammet ÖNER, Cuma AKINCI..... 153
- Modern Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerinin Muş İli Koşullarında Bazı Tarımsal Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi**
Evaluation of Modern Chickpea (Cicer arietinum L.) Varieties in Terms of Some Agricultural Characteristics under the Muş Province Conditions
Mehmet KARAMAN..... 165
- İkinci Dereceden Bir Transfer Fonksiyonu Kullanılarak Elektrikli Araç Bataryalarının Modellenmesi**
Modelling of Electric Vehicle Batteries Using a Second-order Transfer Function
Mohammed MOHAMMED, Hasan BAYINDIR..... 177
- Diyarbakır Ekolojik Şartlarında Farklı Organik İçerikli Gübreler ile Yetiştirilen Keten (Linum usitatissimum L.) Çeşitlerinin Bazı Besin Bileşenlerinin Belirlenmesi**
Determination of Some Nutritional Components of Flax (Linum usitatissimum L.) Varieties Grown with Different Organic Fertilizers in Diyarbakır Ecological Conditions
Şilan ÇİÇEK BAYRAM, Sema BAŞBAĞ, Nazlı AYBAR YALINKILIÇ..... 197
- Diyarbakır İli Dicle İlçesinin Nar Alanlarında Bulunan Zararlılar ve Doğal Düşmanların Belirlenmesi**
Determination of Pests and Natural Enemies in the Pomegranate Orchards of Dicle District of Diyarbakır Province, Türkiye
Mehmet BALIKÇI, Erol BAYHAN..... 211

Bulanık Küme ve Bulanık Sayı: Uygulamalarla Aritmetik İşlemler

Fuzzy Set and Fuzzy Number: Arithmetic Operations with Applications

Ammar HOMAIDA, Mustafa Hilmi PEKALP, Meral EBEGİL..... 223



Araştırma Makalesi / Research Article

Determination of Beneficial Insect and Mite Species in the Vineyard Areas of Hazro District (Diyarbakır)

Hazro İlçesi (Diyarbakır) Bağ Alanlarındaki Faydalı Böcek ve Akar Türlerinin Belirlenmesi

Ramazan SERMEN ¹, Mehmet KAPLAN ^{2,*}

¹ Diyarbakır Plant Protection Research Institute, 21110, Diyarbakır, Türkiye

² Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 56100, Siirt, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1423133>

MAKALE BİLGİSİ

ARTICLE INFO

Article History

Received, 20 January 2024

Revised, 26 March 2024

Accepted, 26 March 2024

Available Online, 01 October 2024

Keywords

Hazro, Vineyard, Beneficial insect and mite species

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 20 Ocak 2024

Revize, 26 Mart 2024

Kabul, 26 Mart 2024

Online Yayınlama, 01 Ekim 2024

Anahtar Kelimeler

Hazro, Bağ, Faydalı böcek ve akar türleri

ABSTRACT

There are many insect and mite species from different order and families that cause damage to vineyards. Therefore, it is important to use biotechnical methods as well as biological and chemical control in a certain combination in the fight against harmful species in order to preserve the natural balance between living things in the ecosystem. In this way, it will be possible to protect and support the beneficial insect and mite fauna in the fight and control of harmful insects. For this purpose, the study was carried out weekly in two vineyards of 10 decars each between 2021-2022 years to check beneficial insect and mite species in the vine yard areas in Hürriyet and Yazgı neighborhoods of Hazro District of Diyarbakır Province. In this study, prey species were collected using the sweep net, Japanese umbrella, as well as the visual inspection method. The study yielded findings on *Coccinella septempunctata* (Linnaeus), which belongs to the Coccinellidae (Coleoptera) family, as well as *Hyperaspis quadrimaculata* (Redtenbacher), *Hippodamia variegata* (Goeze), and *Chrysoperla carnea* (Stephens), all of which belong to the Chrysopidae (Neuroptera) and *Macaroeris nidicolens* (Walckenaer, and Th), belonging to the Salticidae (Araneae) family. A total of 6 predator species, including *Xysticus* sp. belonging to the (Araneae) family, needs to be clarified.

ÖZ

Bağlarda zarar yapan farklı takım ve familyadan çok sayıda böcek ve akar türü vardır. Geleneksel tarım üretiminde zararlı türlerin olumsuz etkilerinden korunmaya yönelik yapılan önemli aktivitelerden biriside bitki koruma uygulamalarıdır. Dolayısıyla ekosistemde canlılar arasında

***Corresponding Author**

E-mail Addresses: sermen0706@hotmail.com (Ramazan SERMEN), mehmetkaplan1971@hotmail.com

(Mehmet KAPLAN)

var olan doğal dengenin korunması amacıyla zararlı türlerle mücadelede biyoteknik yöntemleri yanı sıra biyolojik ve kimyasal mücadeleyi belirli bir kombinasyon içinde kullanmak önemlidir. Bu şekilde zararlı böceklerin mücadelesinde ve kontrol altında tutulmasında faydalı böcek ve akar faunasının korunması ve desteklenmesi mümkün olacaktır. Bu amaç doğrultusunda, çalışma Diyarbakır İli, Hazro İlçesi, Hürriyet ve Yazgı mahallelerindeki, bağ alanlarındaki faydalı böcek ve akar türleri saptamak için, 2021-2022 yıllarında, her biri 10'ar dekar olan 2 bağda, haftalık olarak yürütülmüştür. Çalışmada, gözle kontrol yönteminin yanı sıra, darbe yöntemiyle atrap ve japon şemsiyesi kullanılarak, predatör türler, toplanmıştır. Çalışma sonucunda Coccinellidae (Coleoptera) familyasına ait *Coccinella septempunctata* (Linnaeus), *Hyperaspis quadrimaculata* (Redtenbacher), *Hippodamia variegata* (Goeze), Chrysopidae (Neuroptera) familyasına ait *Chrysoperla carnea* (Stephens), Salticidae (Araneae) familyasına ait *Macaroeris nidicolens* (Walckenaer, ve Thomisidae (Araneae) familyasına ait *Xysticus* sp. olmak üzere toplam 6 adet predatör tür belirlenmiştir.

1. INTRODUCTION

Grapes, one of the earliest domesticated fruit species, are a significant source of nutrition for humans, offering fresh, dried, and various other uses. They are also one of the most widely cultivated plants globally due to their adaptability to a range of climates and soils and the ease of their propagation methods [1].

According to the World Food and Agriculture Organization (FAO), as of 2020, viticulture was conducted on approximately 6.9 million hectares of land worldwide. Spain led the way, accounting for 13.4% of the global production area, followed by China, France, Italy, and Türkiye. In 2020, global fresh grape production increased by 1.34% compared to the previous year, reaching a total of 78 million tons. China was the leading producer, with a production of 14.8 million tons, followed by Italy with 8.2 million tons and Türkiye with 6.8 million tons. In 2020, grape production in Türkiye was estimated at 4.2 million hectares [2].

Southeastern Anatolia contributes significantly to Turkey's overall production, accounting for 17.97% of the total output. Diyarbakır, one of the key provinces in the region, is a major player in viticulture, as indicated by Karataş et al. (2015). According to TUIK's 2021 data, Diyarbakır cultivates grapes on a grand total of 171,675 decares, with a grape production quantity of 100,727 tons and an average yield of 630 kg per decare [3].

In the Hazro district of Diyarbakır, 3,400 decares are dedicated to grape cultivation, resulting in a harvest of 3,060 tons. Although the Mazruni variety is common in the area, 11 local grape varieties are also grown. The popular local Mazruni variety, which is widely cultivated in Diyarbakır and enjoyed in the region, is among these varieties. Locally, grapes are traditionally used to make molasses, fruit pulp, and walnut sausages [4].

Unfortunately, several diseases and pest species pose a significant threat to grape production in Turkey. These pests can damage the buds, flowers, stems, matures, roots, stems, and leaves of vines. Additionally, chemical control methods employed to combat these harmful species can have detrimental effects on human health and the environment. Therefore, it is crucial to develop sustainable and effective strategies to manage these pests and protect grape crops.

2. MATERIAL AND METHOD

The subject matter of this study encompasses vineyard plots spanning 10 decares in the Yazgı and Hürriyet neighborhoods of the Hazro district in Diyarbakır province. These areas were deemed suitable for the study's aims. Furthermore, the study employed a range of equipment, including Japanese umbrellas, traps, killing bottles, mouth aspirators, petri dishes, eppendorf tubes, paper bags, and culture containers (70%), as well as alcohol and other laboratory materials.

2.1. Visual Inspection Method

During the vegetation period in both vineyards, buds, flowers, leaves, shoots, stems and clusters were visually inspected from 4 different directions of randomly selected vines, according to the phenological periods of the plant, and the beneficial individuals found there were collected with the help forceps or a mouth aspirator. Those in the adult stage were killed in the killing bottle, and those in the pre-adult stage were taken together with the plant parts they were found in and cultured in the laboratory, allowing them to transition to the adult stage. Adult individuals obtained as a result of the culturing process were classified and prepared for diagnosis.

2.2. Sampling by Pulse Method

To collect specimens of predator and parasitoid species, beneficial individuals were struck into the Japanese umbrella using a stick with a rubber tube attached to its end. This was done by hitting one branch from four different directions in the vineyards, which were randomly selected and counted using a specific method. Two strikes were made in total. In addition, in both vineyards, a suitable number of traps was shaken to catch the species on the weeds. Among the individuals who fell into a Japanese umbrella and were caught with a trap, the smaller ones were collected with a mouth aspirator, and the larger ones were collected with forceps and a brush and transferred to killing bottles. After they were killed in the vials, they were placed in Petri dishes with the necessary label information and brought to the laboratory.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Predation types determined in the vineyard trial areas in the Hürriyet and Yazgı neighborhoods in Hazro District from 2021-2022 to are reported in Table 1.

Table 1. Beneficial species determined in Hürriyet and Yazgı vineyard areas in 2021-2022 years

ORDER	FAMILY	SPECIES
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus)
		<i>Hyperaspis quadrimaculata</i> (Redt.)
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze)
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)
Araneae	Salticidae	<i>Macaroeris nidicolens</i> (Walckenaer)
	Thomisidae	<i>Xysticus</i> sp.

According to the data presented in Table 1, a total of six beneficial species were detected in the trial areas. Specifically, three of these species belonged to the Coccinellidae family within the Coleoptera order, while one species belonged to the Chrysopidae family within the Neuroptera order, and another belonged to the Salticidae family within the Araneae order, with one species belonging to the Thomisidae family in the same order. These species are generally known to be predators. In a similar study, they conducted a study of 32 vineyards in the villages or towns of Erzincan Central district in 1997 and 1998. In these studies, the important beneficial insect species *Nabis punctatus* (L.), *Coccinella septempunctata* (L.), *C. quatuordecimpustulata* (L.), *Scymus apetzi* (Mulsant), *Psyllobora vigintidupunctata* (L.), and *Chrysoperla carnea* (Stephens) were determined in the vineyard areas. [5]. A study conducted in vineyards established in Hatay province between 2005 and 2009 reported a total of 10 useful species, six of which were from the Coleoptera, three from the Hymenoptera, and one from the Neuroptera order [6]. However, Özgen and Karsavuran [7] found one plant belonging to the Chrysopidae (Neuroptera) family, one plant belonging to the Thomisidae (Araneae) family, 1 plant belonging to the Erythraeidae (Acarina) family, one plant belonging to the Salticidae (Acarina) family, in the vineyard areas of Diyarbakır, Mardin and Elazığ provinces between 2006 and 2007. They were identified a total of 19 predator species, including two species belonging to the Araneae family and 14 species belonging to the Coccinellidae (Coleoptera) family. Additionally, Kaplan et al. [8] in a study conducted in the olive groves of Mardin Province, found Araneidae (4), Clubionidae (1), Dictynidae (1), Gnaphosidae (1), Eutichuridae (1), Linyphiidae (2), Prodidomidae (1), They reported that they identified 26 spider species belonging to the families Philodromidae (1), Salticidae (7), Theridiidae (3), and Thomisidae (4).

Species belonging to the Coccinellidae family were identified at the two locations where the study was conducted. Most species in the family Coccinellidae are predators. Larvae and adults have

been widely used in biological control in recent years because they feed on insects such as aphids, thrips, spider mites, and spider mites [9, 10, 11], each of which feeds on more than 30 harmful species, particularly aphids [12].

In vineyard regions where surveys were carried out, the adults and larvae of Chrysopidae family member *C. carnea* were frequently detected. Previous research has indicated that the adults of *C. carnea* primarily feed on nectar and pollen, while their larvae are predators of thrips, aphids, and small caterpillars [13]. According to reports, the larvae of *C. carnea* are also preyed upon by sweet potato and greenhouse whiteflies, spiders, leafhoppers, and a variety of harmful butterfly caterpillars, each of which has a development cycle of 2-3 weeks and can eliminate 200 or more pests or harmful eggs per week [14]. Kaya and Öncüer [15] and Yoldaş [16] have both documented that *C. carnea* is a polyphagous species, and its larvae consume thrips, aphids, crustaceans, lepidopter eggs and larvae, psyllids, larvae of the Chrysomelidae family, certain mite species, and whiteflies.

In the vineyard regions of the Hazro district, where the study was undertaken, one spider species belonging to the Salticidae family, as well as one each from the Araneae and Thomisidae families, were identified. Spiders are carnivorous and predatory groups that play a significant role in ecosystems by maintaining natural balance by feeding on harmful insects in the areas where they are found [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24]. According to the study conducted to determine the spider fauna and density in the vineyard areas of Mardin province, 24 spider species belonging to 10 families of the Araneae (Arachnida) order were identified [25]. Furthermore, the study aimed to determine the harmful and beneficial insect species and the population changes of some important species in three different grape varieties (Perlette, Hönüsü, and Red Globe) in the vineyard area of the Siirt University Kezer campus resulted in the identification of one species belonging to the order Neuroptera and five predator species, four of which belong to the order Coleoptera [26].

4. CONCLUSION

This research aimed to identify predator species in the vineyard areas of Hürriyet and Yazgı neighborhoods in the Hazro district of Diyarbakır Province, where the Mazruni grape variety is prevalent. The research findings will help reduce pest damage and minimize production losses for local producers. Additionally, the study aims to raise awareness about environmental protection in agricultural enterprises and to highlight the responsibilities of these businesses. Furthermore, the results of this study will be beneficial to organic grape producers in the region and will contribute to fostering environmental awareness in the local community.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors that there are no conflicts of interest.

DECLARATION OF ETHICAL CODE

In this study, the authors assume that they comply with all the rules within the scope of the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" and that they have not carried out any of the actions under the title of "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics" of the relevant directive.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Ramazan SERMEN: Literature search, collection, compilation, and preparation of samples for diagnosis and article writing. Mehmet KAPLAN: Planning and management of the study, compilation, and article writing.

REFERENCES

- [1] Anonymous, *T. R. Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Vegetable Production*. (2020). Accessed March 11, 2022.[Online]. Available at:<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM>.
- [2] Anonymous, *T. R. Ministry of Agriculture and Forestry, Directorate of Agricultural Economics and Policy Development Institute*. (2021a). Accessed March 11, 2022.[Online]. Available at: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- [3] Anonymous, *Turkish Statistical Institute* (2022). Accessed October 3, 2022.[Online]. Available at: <https://www.tuik.gov.tr/>
- [4] Anonymous, *T. R. Ministry of Agriculture and Forestry, Directorate of Agricultural Economics and Policy Development Institute*. (2021b). Accessed March 11, 2022. [Online]. Available at: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- [5] M. Mustu and M. A. Altınok, "Insect fauna found on vine plant in vineyards of Cappadocia region," *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 28 no. 7, pp. 5421-5429, 2019.
- [6] Y. Şekerden Çağlar, "Pests in the vineyard areas of Hatay province, their distribution, parasitoids and predators and determination of the population development of the Grapevine Moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae)," Ph.D. dissertation, Institute of Science and Technology, Çukurova University, Adana, Türkiye, 2009.
- [7] I. Özgen and Y. Karsavuran, "Predators and parasitoids and distribution areas of Cicadellids found in the vineyard areas of Diyarbakır, Elazığ and Mardin provinces," *Turkish Journal of Biological Control*, vol. 1, no. 2, pp. 129-138, 2010.

- [8] M. Kaplan, T. Danışman, I. Alaserhat, and I. Özgen, "Determination of spider (Araneae) species in olive groves of Mardin province," *Turkish Entomology Bulletin*, vol. 7, no. 2, pp. 167-172, 2017.
- [9] H. D. Eşer and M. Kabalak, "Faunistic and Zoogeographic Studies on the Family Coccinellidae (Coleoptera) of Ankara province (Turkey)," *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, vol. 50 no. 4, pp. 415-432, 2022.
- [10] A. Demirsoy, *Basic Rules of Life–Entomology (Invertebrates-Insects)*. Ankara: Meteksan Publications, 1990.
- [11] I. A. Kansu, *General Entomology*. Ankara: Ankara University Faculty of Agriculture Publications, 2000.
- [12] F. Öncüer, *Parasite and predator catalog of plant harmful insects in Turkey*. Izmir: Ege University Faculty of Agriculture Press, 1991.
- [13] W. W. Murdoch, J. Chesson and P. L. Chesson, "Biological control in theory and practice," *The American Naturalist*, vol. 125, no. 3, pp. 344-366, 1985.
- [14] W. Cranshaw and G. Lacewings, *Beneficial insects and other arthropods*, ABD: Colorado State University Cooperative Extension Press, 2003.
- [15] U. Kaya and C. Oncüer, "A Research on the effect of two different nutrients on the biology of *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae) produced in the laboratory," *Turkish Journal of Entomology*, vol. 12, no. 3, pp. 151-159, 1988.
- [16] Z. Yoldaş, "Research on the biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) Feeding on Two Different Prey," *Turkey 3rd Biological Control Congress Proceedings*, 25-28 January 1994, pp. 375-380, Izmir.
- [17] A. L. Turnbull, "Ecology of the true spiders (Araneomorphae)," *Annual Review of Entomology*, vol. 18, pp. 305-348, 1973.
- [18] M. Nyffeler, D. A. Dean and W.L. Sterling, "Prey records of the web-building spiders *Dictyna segregata* (Dictynidae), *Theridion australe* (Theridiidae), *Tidarren haemorrhoidale* (Theridiidae) and *Frontinella pyramitela* (Linyphiidae) in a cotton agro-ecosystem," *The South Western Naturalist*, vol. 33, no. 2, pp. 215-218, 1988.
- [19] A. Bayram, "Spiders in agricultural ecosystems," *Ecology Environment Journal*, vol. 8, no. 32, pp. 3-6, 1999.
- [20] F. Samu, "Can field-scale habitat diversification enhance the biocontrol potential of spiders," *Pest Management Science*, vol. 59, no. 4, pp. 437-442, 2003.
- [21] S. Ghavami, M. Taghizadeh., G. Amin and Z. Karimian, "Spider (Order: Araneae) fauna of cotton fields in Iran," *Journal of Applied Biological Sciences*, vol. 1, no. 2, pp. 7-11, 2007.
- [22] N. Oztürk, M. R. Ulusoy, L. Erkiş, and S. Olmez Bayhan, "Pests and predatory species detected in apricot orchards in Malatya province," *Plant Protection Bulletin*, vol.44, 2006.
- [23] S. Olmez Bayhan and E. Bayhan, "Survey of predator species of aphids in Batman Diyarbakir and Mardin provinces of Turkey," *Research on Crops*, vol. 13, no. 2, pp. 628-633, 2012.
- [24] S. Olmez Bayhan, E. Bayhan and I. Ozdemir I, "Predator species determined on Aphid Hemiptera: Aphididae in Şanlıurfa and Adıyaman provinces of Turkey," *Agriculture and Forestry*, vol. 61, no. 1, 2015.
- [25] M. Kaplan, E. Bayhan, "Determination of spider (Araneae) species in the vineyard areas of Mardin Province," *Turkish Entomology Bulletin*, vol. 6, no. 3, pp. 255-259, 2016.

- [26] S. Çakmak, “Harmful and beneficial insect species and population changes of some important species in different grape varieties grown in Siirt province,” M.S. thesis, Dept. of Plant Protection, Dicle University, Diyarbakır, Türkiye, 2019.

Copyright © 2024 Sermen and Kaplan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).



Araştırma Makalesi / Research Article

Sulu ve Yağışa Dayalı Koşullar Altında Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim Özelliklerinin Araştırılması

Investigation of Yield Characteristics of Durum Wheat Varieties under Irrigated and Rainfed Conditions

Muhammet ÖNER ^{1,*}, Cuma AKINCI ²

¹ Dicle Üniversitesi, Tarım MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1470512>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 18 Nisan 2024

Revize, 09 Mayıs 2024

Kabul, 10 Mayıs 2024

Online Yayınlama, 01 Ekim 2024

Anahtar Kelimeler

Makarnalık buğday, Verim,
Kuraklık stresi, Kalite, Çevresel
faktörler

ARTICLE INFO

Article History

Received, 18 April 2024

Revised, 09 May 2024

Accepted, 10 May 2024

Available Online, 01 October 2024

Keywords

Wheat, Yield, Drought stress,
Quality, Environmental factors

ÖZ

Artan dünya nüfusunun beslenmesinde kritik bir yeri olan buğday küresel iklim değişikliğinin beraberinde getirdiği kuraklık ile karşı karşıyadır. Bu araştırmada, makarnalık buğday çeşitlerinin (Diyarbakır-81, Edessa, Ganem, Artuklu, Hasanbey ve Selçuklu-97) bazı verim öğeleri ve kalite özelliklerinin kuraklığa karşı performansı araştırılmıştır. Çalışma, 2021-2022 yılı kışlık olarak Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri deneme alanında yağışa dayalı ve sulu koşullarda yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Blokları Deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada m²'de başak sayısı, başakta tane sayısı, başak uzunluğu, başakta tohum ağırlığı, başakta başakçık sayısı, tane verimi, 1000 tane ağırlığı, metrekarede başak sayısı protein oranı, sarı pigment değeri ile hektolitreye ağırlığı incelenmiştir. Araştırmada incelenen özellikler bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Ganem çeşidi kuru şartlarda 65.53 kgda⁻¹ ile en yüksek, Diyarbakır-81 çeşidi ise 33.77 kgda⁻¹ ile en düşük tane verimini göstermiştir. Sulu şartlarda ise Selçuklu-97 ve Diyarbakır-81 çeşitleri (sırasıyla; 444.30 ve 437.16 kgda⁻¹) en yüksek, Edessa (327.15 kgda⁻¹) en düşük sonuçları vermiştir. Protein oranı kuru şartlarda % 12.57, sulu şartlarda ise % 15,47 olarak bulunmuştur. Hektolitreye ağırlığı kuru koşullarda yeterince tohum elde edilemediğinden tespit edilememiştir. Sulu koşullarda ise ortalama 82.34 kg/hl olarak belirlenmiştir.

ABSTRACT

Wheat has a critical place in feeding the increasing world population. However, wheat is facing drought brought about by global climate change. In this research, the performance of some yield, yield and quality parameters of durum varieties (Diyarbakır-81, Edessa, Ganem, Artuklu, Hasanbey and Selçuklu-97) against drought were investigated. The

*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: muhammet.oner@dicle.edu.tr (Muhammet ÖNER), akinci@dicle.edu.tr (Cuma AKINCI)

research was conducted in the 2021/2022 season under rain-based and irrigated conditions in the Field Crops Application Area at Dicle University. The research was planned the randomized completed block design with four repetitions. It was investigated parameters such as the number of spikes per square meter, spike length, number of spikes per spike, number of grains per spike, seed weight per spike, seed yield, 1000seed weight, protein content, yellow pigment value and hectoliter weight. Significant differences were among the varieties in terms of examined characteristics. Ganem variety showed the highest grain yield with 65.53 kg/da under dry conditions, and Diyarbakır-81 variety showed the lowest grain yield with 33.77 kg/da. Under irrigated conditions, Selçuklu-97 and Diyarbakır-81 varieties (444.30 and 437.16 kg/da, respectively) gave the highest results, and Edessa (327.15 kg/da) gave the lowest results. The protein ratio was found to be 12.57% in dry conditions and 15.47% in irrigated conditions. Hectoliter weight could not be determined because not enough seeds could be obtained in dry conditions. In irrigated conditions, the average grain yield was determined as 82.34 kg/hl.

1. GİRİŞ

Bitki büyüme ve gelişmesini etkileyen abiyotik stresler, ortaya çıkmaya başlayan iklim değişikliklerinde ciddi kaygılar oluşturmaya başlamıştır. Günümüzde tarım dünya genelinde muazzam bir çevresel baskıyla karşı karşıyadır. Foley ve ark. [1], koruyucu toprak işleme, verim farkı stratejilerinin benimsenmesi, çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve sürdürülebilir bitki üretimi için büyük ölçüde etkili olabilecek bitki verimliliğinin artırılması dahil olmak üzere çeşitli yönetim seçenekleri önermektedir. Ancak tarımsal alanlarda en ciddi çevresel sorun global ısı stresinin artması olarak görülmektedir. Küresel iklim modellerine göre ortalama ortam sıcaklığının yirmi birinci yüzyılın sonlarına doğru 1°C ila 6°C artacağı yönündedir [2].

Gelişmekte olan dünyada buğdayın neredeyse %50'si sadece yağışa dayalı sistemler altında ekilmektedir [3]. Dünya nüfusunun temel besin ihtiyaçları arasında yer alan buğday, kuraklık stresinden oldukça etkilenen bir bitkidir. Nitekim buğday bitkisinin özellikle generatif gelişim döneminde suya gereksinimi fazla olup bu dönemde yaşanan su kesintisi tane verimine doğrudan etkide bulunmaktadır [4]. Buğdayda tane olum dönemindeki yüksek sıcaklık ve kuraklık stresi tane olumunu olumsuz yönde etkilemektedir. Kuraklığın, buğday üretiminin ve verimin yüzde 40'ını azalttığını, ayrıca bitki büyümesi, üretkenlik, pigment içeriği, yaprak yaşlanması, başakların verimliliği, su ilişkileri ve fotosentetik faaliyetler gibi yaşamsal olayları etkileyen güçlü bir etkisi vardır [5].

Artan insan nüfusu baskısı ile birlikte sıcaklık artışları, su kaynaklarında azalma yaşanacağı öngörülmektedir. Sürdürülebilir gıda üretimini sağlamak için sıcaklık ve kuraklık stresini daha iyi tolere edebilen buğday genotiplerine ihtiyaç vardır [6, 7, 8]. Gıda tahıllarına olan ihtiyacı karşılamak

için, çeşitli biyotik ve abiyotik strese dayanıklı, yüksek verimli genotipler oluşturulmalı ve iyi performans gösteren genotipler, çoğaltıcı yollar kullanılarak seçilmelidir.

Bu çalışmanın temel amacı, genotip-çevre yoluyla kurak bölgelerde sulu ve kuru sistemlerde en kararlı, yüksek verimli ve uygun genotipi bulmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Deneme, Diyarbakır'da Dicle Üniversitesi Tarla Bitkileri uygulama alanlarında 2021/2022 sezonunda yağışa dayalı ve sulu koşullar altında yürütülmüştür. Araştırmada, başaklanma dönemine göre 3 erkenci çeşit (Diyarbakır-81, Edessa ve Ganem) ve 3 geççi çeşit (Artuklu, Hasanbey ve Selçuklu-97) olmak üzere toplamda 6 adet makarnalık buğday çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Deneme yağışa dayalı ve sulu koşullarda olmak üzere, her bir uygulama kendi içinde erkenci ve geççi çeşitlerden oluşan 2 ayrı deneme şeklinde yürütülmüştür. Sulu koşullarda yetiştirilen bitkiler gelişme dönemi boyunca kuraklık stresine maruz kalmayacak şekilde yağmurlama sulama sistemiyle tarla kapasitesine ulaşılan kadar sulanmıştır. Ekim makinesi ile gerçekleştirilmiştir. Yağışa dayalı yetiştirilen bitkilere ise fazladan su verilmemiştir. Deneme Tesadüf Blokları Deneme desenine göre 4 tekerrürlü olacak şekilde, 2 sıra, 20 cm aralıklı ve parsel alanı $0.6m \times 3m = 1,8 m^2$ 'lik alanda gerçekleştirilmiştir. Tohum ekiminde metrekaareye 500 tohum hesabıyla, 07.12.2021 tarihinde yapılmıştır (1).

$$Dekara \text{ atılacak tohumluk miktarı } \left(\frac{kg}{da} \right) = \frac{\text{metrekarede istenen bitki sayısı} \times 1000 \text{ tane ağırlığı} \times 10}{\text{Safiyet} \times \text{Biyolojik değer}} \quad (1)$$

Gübreleme işlemi iki kez yapılmış olup ilk gübreleme taban gübresi olarak ekimde $6,00 \text{ kg da}^{-1}$ saf azot ve $6,00 \text{ kg da}^{-1}$ saf fosfor, ikinci gübreleme ise üst gübre olarak bitkilerin sapa kalkmada; 6 kg da^{-1} saf azot verilmiştir. Yabancı otlarla mücadelede, geniş yapraklı yabancı otlara karşı 2,40-D 2-Ethylhexylester+6,25g/l Florasulam etken maddeli herbisit kullanılmıştır. Hasat işlemi 26.06.2022 tarihinde parsel biçerdöveri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü alana ait toprak analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Çalışmanın yürütüldüğü alanın toprak analiz sonuçları

Toprak derinliği	pH	P ₂ O ₅ (%)	N (%)	Organik M.. (%)	Kireç (%)	EC (dS/m)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tar. Kap. (g/10 g)	Solma noktası (g/100 g)	Hacim (g/cm ³)	İnf. Hızı (mm/h)
0-30	7.7	0.42	0.040	1.67	7.8	0.48	10	24	66	35.5	25.5	1.19	8
30-60	7.9	--	--	1.67	7.8	0.37	12	22	66	35.2	25.3	1.25	
60-90	7.8	--	--	--	8.7	0.42	12	21	67	36.4	27.0	1.27	

Deneme alanı toprağının pH'si 7.7 olup, killi bünyeye sahip, organik madde (%1.67), azot (%0.040) ve fosfor (%0.42) bakımından oldukça fakir olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 2. Deneme alanına ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	UzunYıllar	2021	UzunYıllar	2021
Aralık	4.0	4.4	72.2	22.8
Ocak	1.8	2.6	70.6	45.4
Şubat	3.7	7.8	67.6	36.9
Mart	8.3	6.2	66.8	76.9
Nisan	13.8	17.9	69.1	5.0
Mayıs	19.3	19.4	44.3	97.8
Haziran	26.1	28.1	8.6	13.2
Ortalama-Toplam	11.0	12.3	399.2	298.0

Araştırmanın yürütüldüğü Diyarbakır ili iklim verilerine göre, yetiştirme sezonunda ortalama sıcaklık 12.30°C olup ve uzun yıllar sıcaklığına göre 1.30°C yükselmiştir. Ayrıca yetiştirme sezonuna ait 7 aylık yağış toplamının 298.0 mm olduğu ve uzun yıllara ait yere düşen toplam yağışa göre %25.35 azaldığı görülmektedir. İklim verilerine göre, yetiştirme sezonunun, uzun yıllar iklim verilerine göre sıcak ve kurak geçtiği görülmektedir (Tablo 2). Araştırmada başak sayısı, başakta tane sayısı, başak uzunluğu, başakta tohum ağırlığı, başakta başakçık sayısı, tane verimi, 1000 tane ağırlığı, metrekare başına başak sayısı, protein oranı, sarı pigment değeri (b) ile hektolitre ağırlığı incelenmiştir.

2.1 Verilerin Değerlendirilmesi

Verilere varyans analizi Tesadüf Bloklarında JMP Pro-13 istatistiksel paket programında yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkları bulmak için LSD (0.05) testine göre karşılaştırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Genotip-çevre yoluyla sulu ve kuru tarım sistemlerinde adaptasyonu iyi, verim ve kalite bakımından yüksek değerlere sahip genotiplerin araştırıldığı çalışmada özelliklere ait ortalama değerler Tablo 3'te verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre çeşitlere ait metrekare başına başak sayısı, başak uzunluğu, başak başına başakçık sayısı, başak başına tane sayısı ve ağırlığı, tohum verimi, 1000 tohum ağırlığı, protein içeriği, sarı renk pigment değeri ve hektolitre ağırlığı istatistiksel anlamda ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur.

Çalışmada metrekare başına başak sayısı ortalaması kuru koşullarda 253,4, sulu koşullarda 338,2 adet olarak belirlenmiştir. Kuru şartlarda Ganem çeşidi (342,50) en yüksek, Artuklu çeşidi ise (181,25) en düşük başak sayısı temsil etmiştir. Sulu koşullarda ise Diyarbakır-81 ve Selçuklu-97 çeşitleri (sırasıyla; 383,33 ve 372,50) en düşük sonuçları göstermiştir (Tablo 3). Farklı lokasyonlarda yapılan çalışmalarda metrekarede başak sayısının farklılık gösterebileceği ve bu özelliğin genotip-çevre interaksiyonunun etkisinde olduğu bilinmektedir[9].Yapılan çalışmalarda m² 'de başak sayısının 135-639 adet arasında değiştiğini bildirilmiştir [10, 11].

Başak uzunluğu ortalaması kuru koşullarda 5,92 cm, sulu koşullarda 6,15 cm bulunmuştur. Kuru şartlarda Artuklu çeşidi (6,15 cm) en yüksek, Hasanbey ve istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Ganem çeşitleri (sırasıyla; 4,90 ve 5,07 cm) en düşük sonuçları göstermiştir. Sulu şartlarda yine Artuklu çeşidi (7,18 cm) en yüksek, Hasanbey çeşidi (5,00 cm) en düşük sonuçları vermiştir. Başak uzunluğu çevresel özelliklerin etkisinde olan bir karekterdir [12]. Öner ve Kendal [13], başak uzunluğunu 5,6-8,8 cm, Mahdi [14], 5,12-14,84 cm, Çetiz [15] 5,7-7,5 cm olarak kaydetmişlerdir. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular mevcut araştırmalarla benzerlik göstermiştir.

Tablo 3.Kuru ve sulu koşullarda bazı buğday çeşitlerinin bitkisel özelliklerine ait ortalama değerler

Çeşit	Metrekarede başak sayısı		Başak Uzunluğu (cm)	
	Kuru	Sulu	Kuru	Sulu
Ganem	342,50 a	358,33 b	5,07 c	5,38 c
Selçuklu-97	210,83 b	372,50 a	5,32 bc	5,89 b
Edessa	236,66 c	293,33 d	5,85 ab	6,19 b
Hasanbey	242,50 c	330,00 c	4,90 c	5,00 c
Artuklu	181,25 e	291,75 d	6,15 a	7,18 a
Diyarbakır-81	306,66 b	383,33 a	5,94 b	6,73 a
Ort.	253,4	338,2	5,54	6,06
LSD_(0,05)	8,88**	11,67**	0,59**	0,51**
CV (%)	2,32	2,29	7,03	5,61
Çeşit	Başak başına başakçık sayısı (adet)		Başakta Tane Sayısı (adet)	
	Kuru	Sulu	Kuru	Sulu
Ganem	14,64 b	16,88 b	13,7 ab	34,59 b
Selçuklu-97	13,77 b	18,31 a	14,3 a	36,75 a
Edessa	16,20 a	18,98 a	14,67 a	27,23 d
Hasanbey	12,39 c	16,92 b	12,71 b	26,52 d
Artuklu	15,93 a	18,37 a	14,94 a	23,20 e
Diyarbakır-81	13,79 b	17,90 ab	5,1 c	30,73 c
Ort.	14,45	17,89	12,57	29,33
LSD_(0,05)	1,21**	1,1**	1,47**	2,08**
CV (%)	5,6	4,13	7,79	4,65
Çeşit	Başakta Tane Ağırlığı (g)		Tohum verimi (kg/da)	
	Kuru	Sulu	Kuru	Sulu
Ganem	0,48 c	1,56 b	65,53 a	335,90 d
Selçuklu-97	0,54 a	1,83 a	59,82 b	444,30 a
Edessa	0,49 bc	1,42 bc	54,82 c	327,15 d
Hasanbey	0,53 ab	1,21 d	47,82 d	380,47 c
Artuklu	0,53 ab	1,40 c	38,13 e	406,45 b
Diyarbakır-81	0,25 d	1,49 bc	33,77 f	437,16 a
Ort.	0,47	1,48	49,97	388,57
LSD_(0,05)	0,04**	1,4**	3,53**	11,39**
CV (%)	6,18	6,33	4,7	1,94
Çeşit	Bin Tane Ağırlığı (g)		Protein (%)	
	Kuru	Sulu	Kuru	Sulu
Ganem	35,63 b	40,25 d	18,77 c	14,12 b
Selçuklu-97	34,28 b	43,38 bc	20,24 b	14,78 ab
Edessa	26,13 d	45,04 ab	21,78 a	16,43 a
Hasanbey	34,40 b	41,89 cd	20,33 b	16,28 a
Artuklu	31,21 c	45,74 a	21,86 a	15,56 ab
Diyarbakır-81	39,75 a	43,71 abc	18,58 c	15,66 ab
Ort.	33,56	43,33	20,26	15,47

LSD _(0.05)	1,83**	2,06**	1,00**	2,1**
CV (%)	3,64	3,16	3,25	9,04
	Sarı renk pigment değeri (b)		Hektolitire (kg/hl)	
Ganem	26,90 a	25,07 b	-	84,40 a
Selçuklu-97	25,37 b	25,60 b	-	82,80 bc
Edessa	24,84 c	24,51 b	-	81,00 de
Hasanbey	25,85 b	27,74 a	-	82,15 cd
Artuklu	24,06 d	25,57 b	-	80,10 e
Diyarbakır-81	25,66 b	25,05 b	-	83,60 ab
Ort.	25,45	25,58	-	82,34
LSD _(0.05)	0,53**	1,7**	-	1,34**
CV (%)	1,37	4,41	-	1,09

*,0.05, **, 0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Genotiplerin başakta başakçık sayısı ortalaması kuru koşullarda 14.45, sulu koşullarda 17.89 adet olarak belirlenmiştir. Kuru şartlarda Edessa çeşidi (16.20) en yüksek, Hasanbey çeşidi ise (12.39) en düşük sonuçları vermiştir. Sulu şartlarda yine Edessa çeşidi (18.98) en yüksek, Ganem çeşidi (16.88) en düşük bulunmuştur (Tablo 3). Özateş ve Kendal [10] yerel popülasyonların başakçık sayısının yüksek varyasyon gösterdiğini, sulama ve yağışa bağlı bu özelliğin artabileceği ve başakçık sayısının 15,9-26,7 adet arasında değiştiğini bildirmiştir. Akıncı ve Yıldırım [16] başakçık sayısının 16-17,9 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Araştırmada başakta tane sayısı ortalaması kuru koşullarda 12.57, sulu koşullarda 29.33 adet olduğu belirlenmiştir. Kuru şartlarda Artuklu, Edessa ve Selçuklu-97 çeşitleri (sırasıyla; 14.94 , 14.67 ve 14.3) en yüksek, Artuklu çeşidi ise (23.20) en düşük tane sayısı değerlerini vermiştir. Sulu şartlarda ise Selçuklu-97 çeşidi (36.75) en yüksek, Hasanbey ve Edessa çeşitleri (sırasıyla; 26.52 ve 27.23) en düşük sonuçları göstermiştir (Tablo 3). Yapılan diğer çalışmalarda başakta tane sayısının genotiplere bağlı olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir [15,17, 10].

Başakta tane ağırlığı Kuru koşullarda deneme ortalaması 0.47 g, sulu koşullarda 1.48 g'dir. Kuru şartlarda Edessa çeşidi (0.54 g) en yüksek, Diyarbakır-81 çeşidi ise (0.25 g) en düşük başakta tane ağırlığı değerlerini vermiştir. Sulu şartlarda ise Selçuklu-97 çeşidi (1.83 g) en yüksek, Hasanbey (1.21 g) en düşük sonuçları göstermiştir (Tablo 3). Albayrak ve ark., [18] ortalama başakta tane ağırlığının 1.43 g olarak tespit etmişlerdir. Subaşı ve Ayrancı [19] ise kuraklık uygulamasının başakta tane ağırlığını etkilediğini ve sulu koşullarda ortalama tane ağırlığının 1.263 g, kuru koşullarda ise 0.973 g olduğunu ve kuru koşullarda sulu koşullara kıyasla ortalama başakta tane ağırlığının %23 azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmada kuru koşullara ait tane verimi deneme ortalaması 49.97 kgda⁻¹, sulu şartlarda 388.57 kgda⁻¹'dir. Kuru şartlarda Ganem çeşidi (65.53 kgda⁻¹) en yüksek, Diyarbakır-81 çeşidinde (33.77 kgda⁻¹) tane verimi en düşük değerlerini vermiştir. Sulu şartlarda ise Selçuklu-97 ve Diyarbakır-81 çeşitleri (sırasıyla; 444.30 ve 437.16 kgda⁻¹) en yüksek, Edessa (327.15 kgda⁻¹) en düşük sonuçları göstermiştir (Tablo 3). Abiyotik stres faktörü olan kuraklık stresi, buğday bitkisinde

tane veriminde önemli düzeyde tane kayıplarına neden olmaktadır. Buğdayda tane oluşumu sırasındaki yüksek sıcaklık ve kuraklık stresi tane gelişimini olumsuz etkilemektedir. Naneli ve ark., [20] buğdayda ortalama tane verimi ortalamasını 350.5 kg/da, Yorulmaz ve Akıncı [21] ise benzer lokasyonda 227.97 kg/da olarak tespit etmişlerdir. Buğdayda tane verimi genotipin genetik yapısıyla ilişkili olsa da, ekolojik koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir [22,23,8].

1000 tane ağırlığı kuru şartlarda deneme ortalaması 253,4 iken sulu şartlarda 43.33 g'dır. Kuru şartlarda Diyarbakır-81 çeşidinde (39.75 g) en yüksek, Edessa çeşidinde ise (26.13 g) en düşük 1000tohum ağırlığı değerlerini vermiştir. Sulu şartlarda ise Artuklu çeşidi (45.74 g) en yüksek, Ganem (40.25 g) en düşük sonuçları göstermiştir (Tablo 3). Buğdayda un miktarının saptanmasında önemli bir kriter olan bin tane ağırlığı kalite ve verimle ilişkilidir [24]. Bu parametre genetik ve çevre koşullarının etkisinde olup tane dolgunluğuna ve büyüklüğüne göre farklılık göstermektedir [25]. Aydoğan ve Soylu [26] yaptıkları araştırmada 1000 tohum ağırlığının 34.82-39.98 g, Küçük [27] sulu koşullarda bin tane ağırlığının arttığını (57.70 g) tespit etmiştir. Özsoy [28] kuru koşullarda bin tane ağırlığını en yüksek 41.5 g, sulu koşullarda ise 44.0 g olarak kaydetmiştir.

Araştırmamızda protein miktarı ortalama değerler kuru şartlarda % 20.26, sulu şartlarda ise % 15,47'dir. Kuru şartlarda Artuklu ve Edessa çeşitleri (sırasıyla; 21.86 ve 21.78) en yüksek, Ganem ve Diyarbakır-81 çeşitleri ise (sırasıyla; 18.77 ve 18.58) en düşük protein oranı değerlerini vermiştir. Sulu şartlarda ise Edessa ve Hasanbey çeşitleri (sırasıyla; 16.43 ve 16.28) en yüksek, Ganem çeşidi (14.12) en düşük sonuçları göstermiştir (Tablo 3). Buğdayda en önemli kalite özelliklerinden biri olan protein oranı, tane ve unun ekmeçilik değerinin yanı sıra ekmeğin pişme kalitesi ve somun hacmini de etkilediği bilinmektedir [24]. Buğdayda protein oranını genotipten genotipe farklılık gösterip çevreye bağlı olarak değişiklik gösterebilen bir özelliktir [25, 29]. Özsoy [28] protein oranının kuru koşullarda %12.3-16.2, sulu koşullarda %12.0-14.9 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Kuru şartlarda 250 ml'lik hektolitre kabını dolduracak kadar tohum elde edilememesi nedeniyle, hektolitre ölçümü alınamamıştır. Değerlendirme sadece sulu şartlarda yapılmış ve hektolitre ağırlığı deneme ortalaması 82.34 kg/hl olarak belirlenmiştir. Sulu şartlarda Ganem çeşidi (84.40) en yüksek, Artuklu (80.10) en düşük hektolitre değerlerini göstermiştir (Tablo 3). Hektolitre ağırlığının kurak koşullarda sulu koşullara kıyasla düşük sonuçlar verdiğine dair birçok çalışma mevcuttur [30, 31]. Öztürk [32], tane dolun döneminde su stresinin hektolitre ağırlığını azalttığını belirtmiştir. Ancak genotip farklılığının da hektolitre ağırlığı üzerinde etkili olduğu [33], ve yerel popülasyonların hektolitre ağırlığı bakımından düşük potansiyele sahip oldukları da bildirilmektedir [34]. Yine uzun taneli buğdayların küçük taneli, küçük tanelilerin büyük tanelilere, kalın kabuklu olanların ince kabuklu olanlarına, karın girintisi derin olanların yüzeysel olanlara ve yumuşak buğdayların sert buğdaylara göre daha az hektolitre ağırlığına sahip olduğu bilinmektedir [35]. Bunun yanı sıra düşük

nisbi nem, sıcaklık stresi ve yağış düzensizliği gibi faktörlerin de hektolitre ağırlığına olumsuz etkide bulunduğu, sulama ile birlikte ise bu ağırlıkta artış gözlemlendiği kaydedilmiştir [34].

Tanenin sarı renkli pigment (b) değeri istatistik analizde önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir. Kuru şartlarda deneme ortalaması 25.45, sulu şartlarda 25.58 dir. Kuru şartlarda Ganem çeşidi (26.90) en yüksek, Artuklu çeşidi ise (24.06) en düşük renk değerlerini vermiştir. Sulu şartlarda ise Hasanbey çeşidi (27,74) en yüksek, Edessa (24, 51) en düşük sonuçları göstermiştir (Tablo 3). Bu değerlere benzer çalışmalar yürüten [36]; [37]; [38]'in pigment değerleri ile benzerlik göstermektedir.

4. SONUÇ

Kurak ve sulu koşullarda gerçekleştirilen bu çalışmada çevresel faktörler buğdayın verim, verim öğeleri ve kalitesi üzerine istatistik olarak önemli düzeyde etkili bulunmuştur. Ganem çeşidinin özellikle tane veriminde kuru koşullarda en iyi sulu koşullarda ise Edessa çeşidinden sonra en düşük performansı göstermesi bu çeşidin kurak veya yağışa dayalı buğday yetiştiriciliğinde kullanılabilmesi göstermiştir. Edessa çeşidinin önemli kalite parametreleri arasında yer alan protein açısından hem kuru koşullarda hem de sulu koşullarda en yüksek değeri temsil etmesi bu çeşidin protein bakımından çevresel faktörlere adaptasyonun iyi olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir (Proje Numarası: ZİRAAT.23.002, 2023).

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada yer alan yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduklarını, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Muhammet Öner: Yazma-orijinal taslak hazırlama, veri toplama, verinin düzenlenmesi ve analizi ve görselleştirme. Cuma Akıncı: Kavramsallaştırma, yöntem, doğrulama, inceleme ve düzenleme, gözetim ve liderlik sorumluluğu.

KAYNAKLAR

- [1] J. A. Foley, N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Johnston, N. D. Mueller, C. O'Connell, D. K. Ray, P. C. West, C. Balzer, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, J. Hill, C. Monfreda, S. Polasky, J. Rockstrom, J. Sheehan, S. Siebert, D. Tilman and D. P. M. Zaks, "Solutions for a cultivated planet," *Nature*, vol. 478, no. 7369, pp. 337-342, 2011.
- [2] W. A. J. M. De Costa, "A review of the possible impacts of climate change on forests in the humid tropics," *J. Natl. Sci. Found. Sri.*, vol. 39, no.4, pp. 281-302, 2011.
- [3] P. K. Gupta, H. S. Balyan and V. Gahlaut, "QTL analysis for drought tolerance in wheat: present status and future possibilities," *Agronomy*, vol. 7, no. 1, pp. 5, 2017.
- [4] S. Mondal, R. P. Singh, J. Crossa, J. Huerta-Espino, I. Sharma, R. Chatrath, G. P. Singh, V. S. Sohu, G. S. Mavi, V. S. P. Sukuru, I. K. Kalappanavar, V. K. Mishra, M. Hussain, N. R. Gautam, J. Uddin, N. C. D. Barma, A. Hakim and A. K. Joshi, "Earliness in wheat: A key to adaptation under terminal and continual high temperature stress in South Asia," *Field Crops Research*, vol. 151, pp. 19-26, 2013.
- [5] S. Ghimire, M. R. Poudel, A. Aryal, P. Roka, R. Poudel, G. C. Ganesh, B. Timalisina, S. Sapkota, K. Neupane, K. Bhattarai, M. Pariyar, P. Gautam, S. Sharma, E. Chaudary and R. Bhandari, "Stability analysis of different wheat (*Triticumaestivum* L.) varieties using AMMI and GGE biplot under heat drought and irrigated environment," *Research Square*, Preprint (Version 1), pp. 2-21, 03 August 2023.
- [6] N. Zahra, A. Wahid, M. B. Hafeez, A. Ullah, K. H. Siddique and M. Farooq, "Grain development in wheat under combined heat and drought stress: Plant responses and management," *Environmental and Experimental Botany*, vol. 188, no. 104517, 2021.
- [7] S. İpekeşen, M. İ. Akyıldız, ve A. Alp, "Diyarbakır ili sulu koşullarında ileri kademe ekmeclik buğday hatlarının verim ve kalite özelliklerinin GGE biplot tekniği ile değerlendirilmesi," *DÜFED*, c. 12, sayı. 1, ss. 107-123, 2023.
- [8] L. Yorulmaz, C. Akıncı, Ö. Albayrak and M. Öner, "Effect of drought stress on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes," *J. Agron. Technol. Eng. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 866-872, 2023.
- [9] M. Akçura, F. Partigoç and Y. Kaya, "Evaluating of drought stress tolerance based on selection indices in Turkish bread wheatl and races," *The Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 21, no.4, pp. 700-709, 2011.
- [10] M. A. Özateş ve E. Kendal, "Diyarbakır ili sınırlarından toplanan bazı yerel makarnalık buğday popülasyonlarının incelenmesi," *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 12, sayı. 2, ss. 209-230, 2023.

- [11] F. Çığ ve M. Karaman, “Güneydoğu Anadolu orijinli yerel makarnalık buğday genotiplerinin bazı tarımsal karakterler bakımından değerlendirilmesi,” *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, c. 6, sayı. 1, ss. 10-19, 2019.
- [12] F. Sönmez ve M. Ülker, “Van yöresinde serin iklim tahıllarının durumu,” Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Van, 14-18 Eylül, 1998.
- [13] K. Öner ve E. Kendal, “Mardin ili sınırlarından toplanan yerel makarnalık buğday popülasyonlarının karakterizasyonu,” *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 11, sayı. 1, ss. 1, 2022.
- [14] A. Mahdi, “Bazı makarnalık buğday genotiplerinin Türkiye ve Irak şartlarında verim ve agronomik özelliklerinin belirlenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2017.
- [15] M. B. Çetiz, “Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin Mardin Kızıltepe koşullarında verim ve kalite parametreleri yönünden belirlenmesi,” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
- [16] C. Akıncı ve M. Yıldırım, “F6 Jenerasyonundaki bazı makarnalık buğday hatlarının verim ve verim unsurlarının karşılaştırılması,” *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi*, c. 2, 2009, ss. 419.
- [17] B. Özsoy ve Ö. D. E. Köse, “Konya’da Yağışa dayalı ve sulamalı koşullarda farklı sıra arası mesafelerin buğday çeşitlerine etkisi: I. tane verimi ve verim unsurları,” *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, c.6, sayı. 4, ss. 777-785, 2022.
- [18] Ö. Albayrak, F. Kızılgöçü, M. Yıldırım ve C. Akıncı, “Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi,” *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, c. 35, sayı. 2, ss. 167-174, 2020.
- [19] K. Subaşı ve R. Ayrancı, “Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin Konya ekolojik koşullarında tane verimleri ile tarımsal özelliklerinin korelasyonlarının belirlenmesi,” *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, cilt. 10, sayı. 1, s. 13-28, 2021.
- [20] İ. Naneli, M. A. Sakin ve A. S. Kırıl, “Tokat-Kazova şartlarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi,” *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 32, sayı. 1, ss. 91-103, 2015.
- [21] L. Yorulmaz ve C. Akıncı, “Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin sırta ekim sisteminde morfolojik, fizyolojik, verim ve kalite yönünden incelenmesi,” *MAS Journal of Applied Sciences*, vol. 7, no. 2, pp. 326–336, 2022.
- [22] Z. Mut, N. Aydın, H. Özcan ve O. Bayramoğlu, “Orta Karadeniz Bölgesi’nde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi,” *GOP Üniv. Zir. Fak. Derg.*, c. 22, sayı. 2, ss. 85-93, 2005.
- [23] H. Aktaş, M. Karaman, E. Oral, E. Kendal ve S. Tekdal, “Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) doğal yağış koşullarındaki verim ve kalite parametrelerinin değerlendirilmesi,” *Tarla Bit. Merk. Araş. Enst. Derg.*, c. 26, sayı. 1, ss. 86-95, 2017.
- [24] Z. Mut, D. E. K. Özge ve H. Akay. “Bazı ekmeklik buğday (*Triticum estivum* L.) çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi,” *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, c. 32, sayı. 1 ss. 85-95, 2017.
- [25] S. S. Ünal, *Hububat Teknolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Baskısı, 1991.

- [26] S. Aydoğan ve S. Soylu, “Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi,” *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, c. 26, sayı. 1, ss. 24-30, 2017.
- [27] F. Küçük, S. A. D. E. Bayram ve S. Soylu, “Tritordeum hat ve çeşitlerinin konya sulu ve kuru şartlarına adaptasyonunun belirlenmesi,” *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, c. 7, sayı. 2, ss. 23-31. 2018.
- [28] B. Özsoy, “Sulamalı ve yağışa dayalı koşullarda farklı sıra arası mesafelerinin buğday çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerine etkisi” Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik, 2023.
- [29] H. Güngör ve Z. Dumlupınar, “Bolu koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim, verim unsurları ve kalite yönünden değerlendirilmesi,” *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, c. 6, sayı. 1, ss. 44-51, 2019.
- [30] C. Barutçular, M. Yıldırım, M. Koç, C. Akıncı, I. Toptaş, Ö. Albayrak, A. Tanrıku and A. EL Sabagh, “Evaluation of spad chlorophyll in spring wheat genotypes under different environments,” *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 25, no. 4, pp. 1258-1266, 2016.
- [31] H. Kılıç, “Durum buğday genotiplerinin (*Triticum durum* L.) yüksek sıcaklık şartlarında verim ve bazı kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi,” *International Journal of Pure and Applied Sciences*, c. 6 sayı. 1, ss. 17-32, 2020.
- [32] A. Öztürk, Ö. Çağlar, M. Aydın, S. Bayram, “Ekmeklik buğday genotiplerinin erken gelişme dönemlerindeki kuraklığa dayanıklılık yönünden karakterizasyonu,” TÜBİTAK, Sonuç Raporu, Erzurum, sayı. 57, 2011.
- [33] Z. Tegenu, D. Lule and G. Nepir, “Association among quantitative and qualitative traits in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* L.) landraces,” *Proceeding of Adaptation and Generation of Agricultural Technologies*, IQQO AGP-II, no. 26, pp.19, 2019.
- [34] S. Tekdal, , H. Kılıç ve B. Çam, “Makarnalık buğdayda çeşit, hat ve yerel genotiplerin verim ve kalite özellikleri yönünden karşılaştırılması,” *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, c. 1, sayı. 3, ss. 194-200, 2018.
- [35] A. Elgün, S. Türker ve N. Bilgiçli, *Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü*. Konya: Konya Ticaret Odası, 2001.
- [36] S. Tekdal ve M. Yıldırım, “Sıcaklık stresine maruz bırakılan bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin incelenmesi,” *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, cilt 4, sayı. 2 ss. 68-76, 2015.
- [37] Y. Rharrabti, D. Villegas, C. Royo, V. Martos-Nunez and L. F. García del Moral, “Durum wheat quality in Mediterranean environments II. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters,” *Field Crops Research*, sayı. 80, ss. 133-140, 2003.
- [38] M. Taghouti, F. Gaboun, N. Nsarellah, R. Rhrib, M. El Haila, M. Kamar, F. S. Abbad Andaloussi and M. Udupa, “Genotype x Environment interaction for quality traits in durum wheat cultivars adapted to different environments,” *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, no. 21, pp. 3054-3062, 2010.



Araştırma Makalesi / Research Article

Modern Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Muş İli Koşullarında Bazı Tarımsal Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi

*Evaluation of Modern Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties in Terms of Some Agricultural Characteristics under the Muş Province Conditions*

Mehmet KARAMAN

Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 49250, Muş, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1463300>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 02 Nisan 2024

Revize, 13 Mayıs 2024

Kabul, 27 Haziran 2024

Online Yayınlama, 07 Ekim 2024

Anahtar Kelimeler

Nohut, Tane verimi, Çiçeklenme süresi, GGE biplot

ARTICLE INFO

Article History

Received, 02 April 2024

Revised, 13 May 2024

Accepted, 27 June 2024

Available Online, 07 October 2024

Keywords

Chickpea, Grain yield, Flowering time, GGE biplot

ÖZ

Nohut, insan ve hayvan beslenmesinde önemli besin kaynaklarından biridir. Araştırma, Muş ilinde yağışa dayalı koşullarda yürütülmüştür. Araştırmanın amacı, Muş ili ve benzer ekolojiler için modern nohut çeşitlerini bazı tarımsal özellikler yönünden incelemek ve özellik bazında öne çıkan çeşitleri belirlemektir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre tasarlanmış ve 16 nohut çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Araştırılan tüm özelliklerde çeşitler arasında $p \leq 0.01$ veya $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi 106.2-165.3 kg/da, bitki boyu 31.85-42.90 cm, çiçeklenme süresi 37.0-45.0 gün ve baklada tane sayısı 1.05-1.40 adet arasında değişim göstermiştir. Biplot analizine göre tane verimi ile bitki boyu, çiçeklenme süresi ve baklada tane sayısı arasında negatif korelasyon olduğu gözlenmiştir. ILC-482; tane veriminde, Uzunlu 99; bitki boyunda, Botan ve İnci çeşitleri; baklada tane sayısı bakımından en yüksek değeri vermiştir. Çiçeklenme süresi kısa olan çeşitlerin tane verimi bakımından ön sırada olduğu tespit edilmiştir. Muş ili ve benzer ekolojiler için çiçeklenme süresinin seleksiyon kriteri olabileceği ön görülürken, çalışmanın farklı yıl ve/veya lokasyonlarda birkaç yıl daha devam ettirilmesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Chickpea is one of the important food sources for human and livestock nutrition in the world. The research was conducted under the rainfed conditions in Muş province. The aim of the research is to examine modern chickpea varieties for Muş province and similar ecologies in terms of some agricultural characteristics and to determine the prominent varieties on feature by feature. The experiment was designed according to the randomized experiment block design and 16 chickpea varieties were used as material. Significant differences were found between varieties in all

investigated features at the $p \leq 0.01$ or $p \leq 0.05$ level. Grain yield varied between 106.2-165.3 kg.da⁻¹, plant height 31.85-42.90 cm, flowering time 37.0-45.0 days and number of grains per pod varied between 1.05-1.40 units. According to biplot analysis, it was observed that there were a negative correlation between grain yield and plant height, flowering time and number of grains in pod. ILC-482; grain yield, Uzunlu 99; plant height, Botan and İnci; it gave the highest value in the number of grains in broad beans. It has been determined that varieties with short flowering times are at the forefront in terms of grain yield. While it was predicted that flowering time could be a selection criterion for Muş province and similar ecologies, it was concluded that it would be beneficial to continue the study for a few more years in different years and/or locations.

1. GİRİŞ

Besin içeriği yönünden önemli gıdalardan biri olan nohut (*Cicer arietinum* L.) Türkiye’de gerek ekiliş gerekse üretim bakımından yemeklik tane baklagiller içerisinde ilk sırada yer almaktadır. 2023 yılına ilişkin istatistik verilerine göre nohutun tarla bitkileri içerisinde %0.8’lik üretim payına sahip olduğu, ekiliş miktarının 4.58 milyon dekar, üretim miktarının 580 bin ton ve dekara tane veriminin ise 126 kg olduğu bildirilmiştir [1]. Yemeklik tane baklagiller glüten içermemekle beraber bitkisel protein açısından en zengin olan ürünlerdendir. Ayrıca, baklagil sanayisinde işleme, paketleme gibi süreçlerin gelişimi nohutun farklı şekillerde (leblebi vs.) işlenmesine olanak sağlamıştır [2].

Nohut, protein ve karbonhidrat bakımından zengin içeriğe sahip olmasının yanı sıra çinko, magnezyum, demir, kalsiyum, potasyum ve fosfor elementleri ile niasin ve tiamin vitaminleri içeriğiyle önemli bir besin kaynağıdır [3,4]. Tüm tarla bitkilerinde olduğu gibi nohutta da birim alan tane verimi çeşidin kalıtımı ve ekolojik faktörlerin etkisi altında şekillenmektedir. Yüksek verim kapasitesine sahip bir genotipten beklenen performansı elde etmek için yüksek adaptasyon yeteneği ve uygun yetiştirme tekniği ön koşul olarak kabul edilmektedir [5,6]. Ülkemizde nadas alanlarını azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar sonucunda tahıllarla ekim nöbetine alınan bitkiler içerisinde nohut ve mercimeğin en yüksek gelir getiren bitkiler olduğu, nohut ve mercimeğin %65-70 pay ile daraltılan nadas alanlarında ekildiği belirlenmiştir [7,4].

Nohut yetiştiriciliğinde, ekim işlemi geç dönemde yapıldığında vejetasyon döneminin kısılması ve toprak neminin azalması gibi olumsuz koşullar sebebiyle nohut veriminin %26-68 oranında azaldığı vurgulanmıştır [8,4]. Nitekim Doğu Anadolu Bölgesinde sert kış koşullarının yaşanması, kar örtüsünün uzun süre yerde kalması, kar küfü probleminin olağan olması gibi gerekçeler ile nohut yetiştiriciliğinde yazlık ekim tercih edilmektedir. Bu durum, fungal hastalıkların azalmasına olanak sağlamakla birlikte birim alan tane veriminin kışlık ekime nazaran düşük olmasına neden olmaktadır. Yazlık ekimin bazı dezavantajlarına rağmen nohutun tahıllarla ekim nöbetinde tercih

edilmesi kurak iklim koşulları, kıraç ve tuzlu bünyedeki topraklara uyum kabiliyetinin iyi olması ve geniş bir pazar ağına sahip olması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır [9,10].

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde tescilli bazı nohut çeşitlerini Muş ilinin yağışa dayalı koşullarında tane verimi ve bazı tarımsal özellikler yönünden incelemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Muş Alparslan Üniversitesi kampüs yerleşkesi uygulama alanında 2020 yılında yazlık/ilkbahar geç ekim şartlarında yürütülmüştür. Araştırma materyalini Türkiye’de tescilli ve üretici koşullarında üretimi yapılan 16 nohut çeşidi oluşturmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan nohut çeşitlerine ait bilgiler

S.N.	Çeşit Adı	İslahçı Kuruluş Adı	Çeşit Özellikleri
1	Botan	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü	Tane rengi bej, tane tipi koçbaşı
2	Akçin-91	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi krem, tane tipi koçbaşı
3	Aksu	Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi bej, tane tipi koçbaşı
4	Azkan	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi bej, tane tipi koçbaşı
5	Aslanbey	Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi açık krem, tane tipi koçbaşı
6	Arda	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü	Tane rengi krem, tane tipi koçbaşı
7	Çağatay	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi açık bej, tane tipi koçbaşı
8	Diyar-95	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü	Tane rengi krem, tane tipi koçbaşı
9	Gökçe	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi krem, tane tipi koçbaşı
10	Hasanbey	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi sarı, tane tipi köşeli-yuvarlak
11	ILC-482	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü	Tane rengi krem, tane tipi koçbaşı
12	İnci	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi bej, tane tipi kuşbaşı
13	Seçkin	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi açık sarı, tane tipi köşeli
14	Uzunlu 99	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi krem, tane tipi koçbaşı
15	Ubet	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi koyu bej, tane tipi koçbaşı
16	Zuhal	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Tane rengi bej, tane tipi koçbaşı

S.N.: Sıra numarası

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı ve yağışa dayalı koşullarda kuruldu. Deneme parselleri; 3 sıra, sıra arası 30 cm, parsel uzunluğu 5 metre ve parsel alanı 4.5 m² olarak tasarlandı. Deneme ekimi 19 Mayıs 2020 yılında ve 45 adet tohum/m² ekim normunda elle yapılmıştır. Çalışmada, ekimle beraber 13 kg/da Diamanyum Fosfat (DAP: 18-46-0) gübresi tüm parsellere homojen olacak şekilde uygulanırken çıkış sonrası herhangi bir gübre uygulaması yapılmamıştır. Bitki boyunun yaklaşık 10 cm olduğu dönemde ve 15 gün sonrasında olmak üzere 2 defa çapalama işlemi yapılarak yabancı otlar ile kültürel mücadele yapılmıştır. Hasat döneminde, kenar tesiri olarak her parselin başından ve sonundan 0.5 m devre dışı bırakılmış ve geriye kalan 3.6

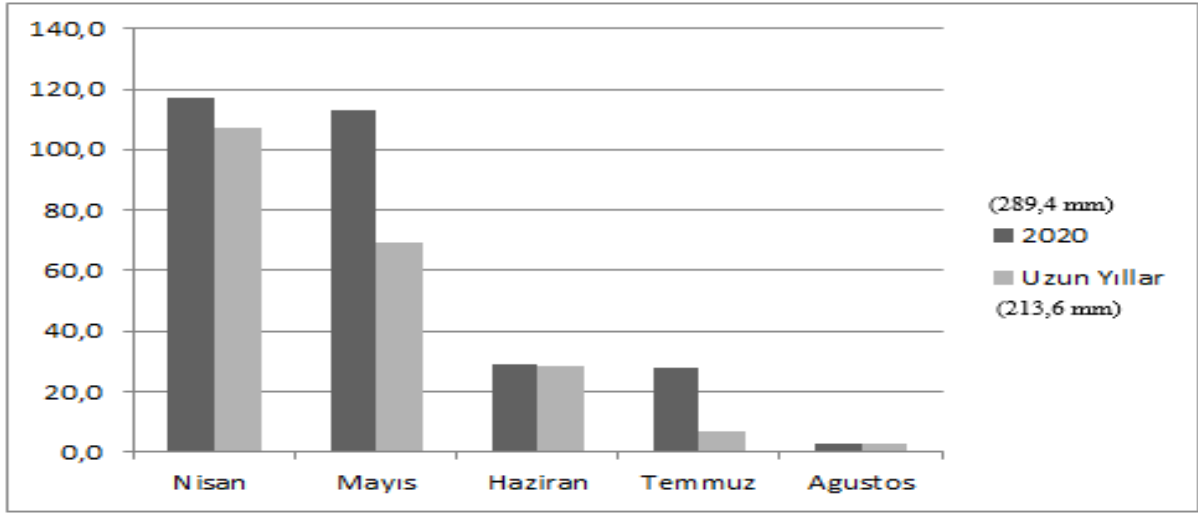
m² üzerinden gözlemlere ait veriler elde edilmiştir. Hasat işlemi 12.08.2020 tarihinde el ile, harmanlama ise farklı çaptaki elekler yardımıyla Eylül-Ekim ayları arası dönemde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Deneme alanı topraklarının özellikleri

Yıllar	Bünye	Toplam Tuz (%)	PH 'sç'	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor 'P ₂ O ₅ ' (kg/da)	Organik Madde (%)
2020	killi-tınlı	0.41	6.8	2.5	2.5	2.57

Kaynak: Anonim [11]

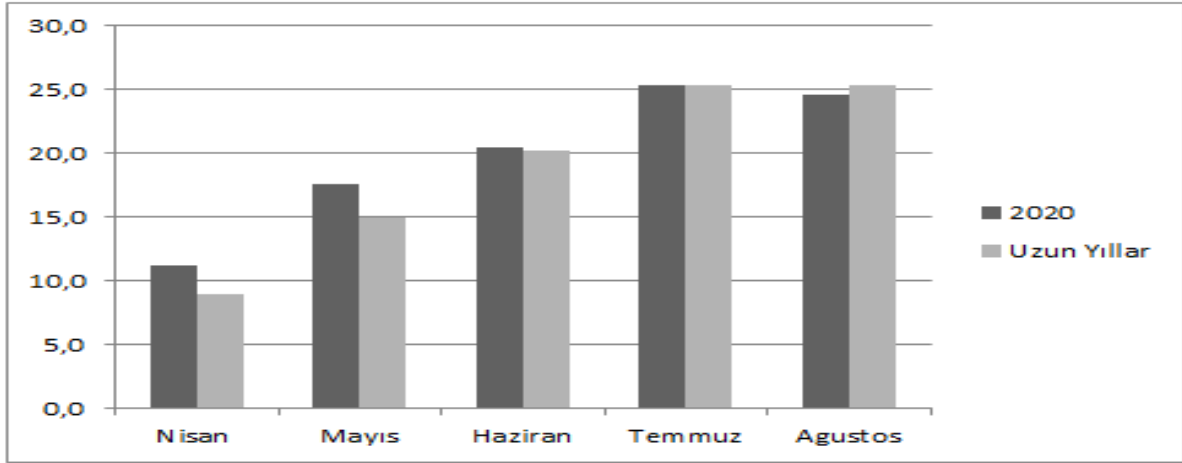
Deneme alanı topraklarının killi-tınlı, hafif tuzlu, organik madde içeriğinin orta ve fosfor içeriğinin ise az olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).



Şekil.1. Muş ilinin 2020 sezonu ile uzun yıllarına ilişkin ortalama yağış değerleri (mm) [12]

2020 yılına ilişkin iklim verileri incelendiğinde nohut yetiştirme sezonu içerisinde gerçekleşen toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu görülmüştür. Yağışın aylar bazında dağılımı incelendiğinde ise mayıs ve temmuz aylarında gerçekleşen yağış miktarının uzun yıllar ortalamasının çok üzerinde, haziran ve ağustos aylarında ise uzun yıllara benzer olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

Çalışmada, mayıs ayındaki yüksek yağışın çıkışların homojen olmasına katkı sağladığı, temmuz ayındaki yağışın ise tane doldurma dönemine denk gelmesinden dolayı birim alan tane verimini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Sezona ilişkin ortalama sıcaklık değerlerine göre mayıs ve haziran ayları uzun yılların ortalamasına kıyasla daha sıcak, temmuz ayı benzer ve ağustos ayının ise daha serin geçtiği gözlenmiştir (Şekil 2).



Şekil.2. Muş ilinin 2020 sezonu ile uzun yıllarına ilişkin ortalama sıcaklık değerleri (°C) [12]

Mayıs ve haziran aylarının beklenenin üzerinde sıcak geçmesi vejetatif dönemin kısalmasına ve bu duruma bağlı olarak bitki boylarının olumsuz etkilenmesine neden olduğu düşünülmektedir. Ağustos ayının başında fizyolojik olum tamamlandığından dolayı uzun yıllara nazaran ağustos ayında gerçekleşen serin havalardan birim alan tane verimine katkı sağlamadığı düşünülmektedir.

2.1 Araştırılan Özelliklere İlişkin Yöntemler

Araştırmada, tane verimi, bitki boyu ve baklada tane sayısı özelliklerine ilişkin ölçüm ve gözlemlerde Ceyhan [13] ve Bayrak [14]'in yöntemleri esas alınmıştır. Birim alan tane veriminin tespitinde her parsel hasat ve harman edildikten sonra tohum numuneleri 0.001 seviyesinde hassas terazide tartılmış ve elde edilen değerler kg/da cinsinden verilmiştir. Bitki boyunun belirlenmesinde, parsel bazında belirlenen hasat alanından, rast gele seçilen 10 bitkinin toprak seviyesinden gövde ucuna kadar ölçülen uzunluk ayrı ayrı saptanmış ve ortalaması alınarak cm cinsinden belirlenmiştir.

Çiçeklenme süresi için ekim tarihinden parselin %50'si çiçekleninceye kadar geçen süre gün olarak kaydedilmiştir [15]. Bakladaki tane sayısı, parsel bazında tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide bakladaki tane sayısı belirlendikten sonra ortalaması alınarak tespit edilmiştir.

Araştırılan özelliklere ilişkin verilerin istatistiki analizleri JMP 5.0.1 paket programı vasıtasıyla yapılmıştır. Gruplar arası farklılıkları ve önem düzeylerini ($p \leq 0.05$ veya $p \leq 0.01$) belirlemek için LSD testi dikkate alınmıştır [16]. Ayrıca, GGE biplot grafikleri, Genstat 12th programı kullanılarak oluşturulmuştur [17].

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada, baklada tane sayısı bakımından çeşitler arasında $p<0.05$ düzeyinde, geriye kalan tüm özelliklerde $p<0.01$ seviyesinde önemli farklılık gözlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İncelenen özelliklerin ortalama değerleri ve oluşan gruplar

Çeşit	TV (kg/da)	BB (cm)	ÇS (gün)	BTS (adet/bakla)
Botan	137.4 bcd	32.75 de	43.5 abc	1.40 a
Akçin-91	124.9 de	36.65 bc	41.0 def	1.18 ab
Aksu	152.0 abc	37.80 b	37.0 h	1.05 b
Azkan	123.9 de	37.75 b	44.5 ab	1.08 b
Aslanbey	160.3 ab	35.00 bcd	37.3 h	1.08 b
Arda	113.8 de	36.20 bc	44.0 ab	1.23 ab
Çağatay	137.9 bcd	37.25 b	38.0 gh	1.08 b
Diyar-95	128.0 cde	37.60 b	43.3 bc	1.20 ab
Gökçe	116.1 de	36.65 bc	45.0 a	1.18 ab
Hasanbey	136.6 bcd	36.85 b	39.5 fg	1.05 b
ILC-482	165.3 a	31.85 e	37.0 h	1.10 b
İnci	106.2 e	35.15 bcd	40.3 ef	1.40 a
Seçkin	115.0 de	36.85 b	41.3 de	1.35 a
Uzunlu 99	108.7 e	42.90 a	42.0 cd	1.25 ab
Ubet	160.6 ab	41.55 a	38.0 gh	1.20 ab
Zuhal	157.6 ab	33.70 cde	37.8 h	1.23 ab
Genel ort. :	134.0	36.70	40.6	1.20
Mak. değer:	165.3	42.90	45.0	1.40
Min. Değer :	106.2	31.85	37.0	1.05
LSD (0.05):	25.4**	3.01**	1.69**	0.23*
V.K.(%)	13.31	5.92	2.93	13.29

TV: tane verimi, BB: bitki boyu, ÇS: çiçeklenme süresi, BTS: baklada tane sayısı, Ort.: ortalama, *: %5' göre önemli, **: %1'e göre önemli

Tane verimi, birçok özelliğin etkisi altında şekillenmektedir. Tane verimi 106.2 ile 165.3 kg/da arasında değişmiş ve deneme ortalamasının 134 kg/da olduğu belirlenmiştir. Tane veriminde ILC-482 (165.3 kg/da) en verimli çeşit olarak ilk sırada yer almıştır. Aksu (152.0 kg/da), Aslanbey (160.3 kg/da), Ubet (160.6 kg/da) ve Zuhal (157.6 kg/da) nohut çeşitleri yüksek tane verimleriyle aynı grupta yer almıştır. İnci (106.2 kg/da) çeşidi en düşük tane verimi ile son sırada yer almıştır (Tablo 3). Tane verimine ilişkin farklı ekolojik koşullarda ve farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar sonucunda tane verimi değişimleri Muş'ta 91.9-132.8 kg/da Babagil [18], Konya'da 78.1-154.1 kg/da Bayrak ve Önder [19], Adıyaman'da 155.40-182.60 kg/da Sönmez ve Kumlay [20] ve Mardin'de 52.4-214.5 kg/da Kurtarıcı ve Yücel [21] olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Muş ilinde kış ayının çok sert geçmesi, kar

örtüsünün uzun süre (2-4 ay) devam etmesi gibi nedenlerden dolayı nohut yetiştiriciliğinde vejetasyon süresi kısalmakta ve tane verimi olumsuz etkilenmektedir.

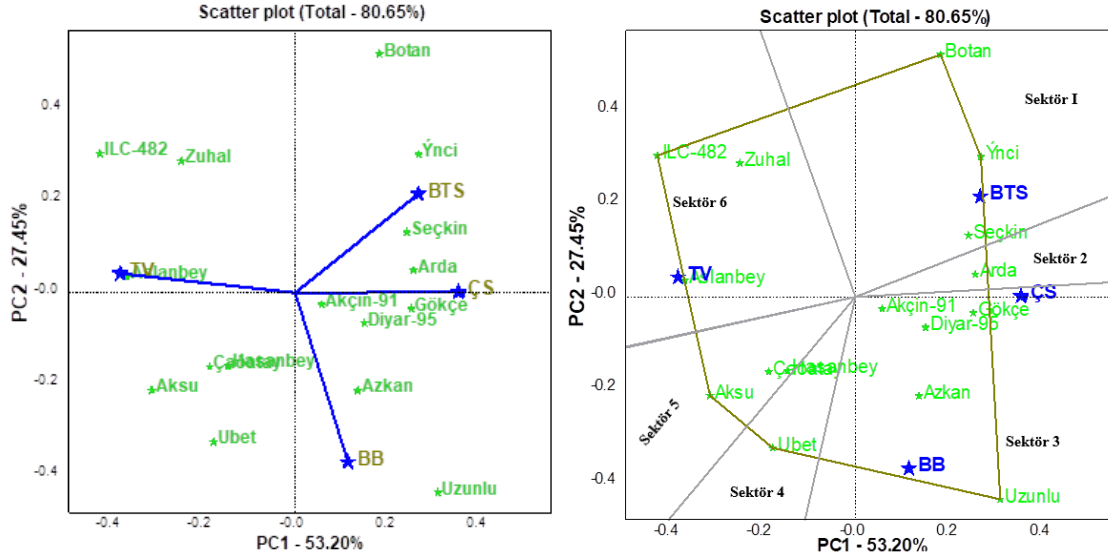
Nohut çeşitlerine ait bitki boyunun 31.85 ile 42.90 cm arasında farklılık gösterdiği, deneme ortalamasının 36.70 cm olduğu tespit edilmiştir. Uzunlu 99 (42.9 cm) çeşidinin en uzun boylu nohut çeşidi olduğu belirlenirken, Ubet (41.55 cm) çeşidi aynı grupta yer alarak ön sırayı paylaşmıştır (Tablo 3). ILC-482 (31.85 cm) nohut çeşidi en kısa bitki boyu ile çalışma materyali içerisinde son sırada yer almıştır (Tablo 3). Makine ile hasatta kısa bitki boyuna bağlı olarak ilk bakla yüksekliğinin de düşük olması beklenen bir durumdur ve verim kayıplarına sebep olacağından makineli hasatta kısa bitki boyu tercih edilmemektedir. Nitekim, bitki boyu ile tane veriminin ilişkili olmakla beraber uzun bitki boyundan ziyade orta uzunlukta bitki boyunun arzu edildiği bildirilmiştir [22,23,21]. Bitki boyuna ilişkin farklı genotipler ile farklı çevrelerde yapılan çalışmalara göre 19.9 ile 68.1 cm arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir [24,18,6,25,26,21].

Araştırmada, çiçeklenme süresinin 37.0 ile 45.0 gün arasında değişim gösterdiği, deneme ortalamasının 40.6 gün olduğu gözlenmiştir. Gökçe (45.0 gün) nohut çeşidinin en geç çiçeklenen, Aksu (37.0 gün) ve ILC-482 (37.0 gün) çeşitlerinin ise en erken çiçeklenen çeşitler olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Çiçeklenme süresi kısa olan çeşitlerin yüksek tane verimine sahip olduğu gözlenmiştir. Erken çiçeklenen çeşitlerin daha uzun tane dolun süresine sahip olabileceği, yüksek birim alan tane verimlerinin bu durumdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çiçeklenme süresi; Kızıltepe’de 54.0-64.0 gün Biçer ve ark. [27], Şanlıurfa’da 47.3-53.6 gün Demirci ve Bildirici [4], Siirt’te 50.6- 76.7 gün Oğuz ve Erman [28], Kahramanmaraş’ta 94.0-101.66 gün İdikut ve ark. [29], Mardin’de 54.7-73.3 gün Kurtarıcı ve Yücel [21] olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda yazlık/geç ilkbahar döneminde ekim yapıldığından dolayı çiçeklenme sürelerinin daha kısa olduğu gözlenmiştir.

Bakladaki tane sayısının 1.05 ile 1.40 adet/bakla arasında farklılık gösterdiği, deneme ortalamasının ise 1.2 adet/bakla olduğu belirlenmiştir. Botan (1.40 adet/bakla) ve inci (1.40 adet/bakla) nohut çeşitlerinin bakladaki tane sayısı bakımından en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Nohutta bakladaki tane sayısının çevre faktörlerinden ziyade genetik faktörlerin etkisi altında şekillendiği bildirilmiştir [30,31]. Baklada tane sayısı ile ilgili yapılan başka bir çalışmada tane verimi üzerinde % 43.6 oranında doğrudan etkili olduğu, bitki boyu üzerinden ise % 4.5’lik dolaylı etki ile tane verimine katkı sağladığı belirlenmiştir [32]. Çalışmamızda baklada tane sayısı ile birim alan tane verimi arasında negatif korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu bağlamda, çalışmamız farklılık göstermektedir. Baklada tane sayısı; Van’da 1.0-1.02 adet/bakla Toğay ve ark. [31], Konyada 0.86-1.24 adet/bakla Ceran ve Önder [33], Şanlıurfa’da 0.9-1.2 adet/bakla Demirci ve Bildirici [4] arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar benzerdir.

3.1 GGE Biplot Tekniği ile Çeşit-Özellik İlişkisinin Değerlendirilmesi

Çeşit-özellik ilişkisinin vektörler ile sunumunda, PC1; %53.20, PC2; %27.45 ve PC1+PC2; %80.65 oranında incelenen özellikler bakımından genotipler arasındaki varyasyonu açıklamıştır (Şekil 3 ve 4). GGE biplot grafiğinin vektörler ile sunumunda [34,35] TV ile incelenen tüm özellikler (BB, BTS ve ÇS) arasında olumsuz ilişki olduğu belirlenmiştir. BB ile ÇS arasında olumlu, BB ile BTS arasında olumsuz korelasyon olduğu gözlenirken, ÇS ile BTS arasında güçlü pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Çeşit-özellik ilişkisinin vektörler ile görsel sunumu Şekil 4. Çeşit-özellik ilişkisinin poligon ve sektörler ile sunumu

Çeşit-özellik ilişkisinin sektör ve poligon ile yorumlanmasında aynı sektörde konumlanan çeşit ve özelliğin pozitif ilişkili, farklı sektörlerde yer alanların negatif ilişkili, poligonun köşegeninde yer alan çeşidin ise ideal çeşit olduğu kabul edilmektedir [36,37]. Bu bağlamda; TV'de ILC-482, Aslanbey, Zuhul, BB'de Uzunlu 99, ÇS'de Gökçe ve BTS'de Botan, İnci ve Seçkin nohut çeşitlerinin ilgili özellikler bazında yüksek değerlere sahip çeşitler olduğu görülmektedir (Şekil 4). Poligon grafiğinde 6 farklı sektör oluşmuş olmakla beraber sektör 2, sektör 4 ve sektör 5'te hiçbir özelliğin yer almadığı belirlenmiştir (Şekil 4).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Muş ilinin yazlık ekim koşullarında değerlendirilen birçok nohut çeşidinin yüksek adaptasyon kabiliyetinde olduğu belirlenmiştir. Tane verimi bakımından ILC-482 en yüksek tane verimi ile ilk sırada yer alırken, Aslanbey, Zuhul, Aksu ve Ubet nohut çeşitleri yüksek tane verimleriyle dikkat çekmiştir. Aynı çeşitlerin diğer çeşitlere göre kısa çiçeklenme süresine sahip olduğu gözlenmiştir. Muş koşullarında kısa çiçeklenme süresine sahip çeşitlerin yüksek tane verimi ile öne çıkması, generatif

dönemin daha uzun olmasından kaynaklanmış olabilir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak olan çalışmalarda çiçeklenme süresi ile beraber fizyolojik olum sürelerinin de belirlenmesi önem arz etmektedir. Çalışma materyali içerisinde ILC-482 nohut çeşidinin en küçük tane yapısına sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum, tüketici ve sanayici açısından tane verimi yönünden öne çıkan diğer çeşitlere göre düşük albeni oluşturmaktadır. Sonuç olarak, ILC-482, Aslanbey, Zuhul, Aksu ve Ubet nohut çeşitlerinin Muş ili koşulları için umut vadeden çeşitler olduğu gözlenirken, çiçeklenme süresinin Muş ili ve benzer ekolojiler için seleksiyon kriteri olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, çalışmanın birkaç yıl daha tekrar edilmesi sağlıklı bir değerlendirme için elzemdir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduğunu, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediğini taahhüt eder.

KAYNAKLAR

- [1] TÜİK, *Türkiye İstatistik Kurumu*. (2024). Erişim tarihi: 03.03.2024. [Online]. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>.
- [2] D. Mart, D. Yücel and M. Türkeri, “Çukurova koşullarında nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ve kalite değerleri”, *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, c. 20, Özel Sayı. 371-374, 2017.
- [3] M. Kaur, N. Singh, and Sodhi, N.S., “Physicochemical, cooking, textural and roasting characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars”. *Journal of Food Eng.*, vol. 69, pp.511-517, 2005.
- [4] Ö. Demirci ve N. Bildirici, “Şanlıurfa ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi”. *Avrupa Bil. ve Tek. Derg.*, cilt. 20, ss. 656-662, 2020.
- [5] F. Karakan Kaya, “Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Elazığ koşullarındaki verim ve adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi”. Y.L. Tezi, Bingöl Üniv. Tarla Bit. Böl., Bingöl, Türkiye, 2014.
- [6] F. Yalçın, Z. Mut ve Ö.D. Erbaş Köse, “Afyonkarahisar ve Yozgat koşullarında yüksek verim sağlayacak uygun nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi”. *Gaziosmanpaşa Üniv. Zir. Fak. Derg.*, c. 35, sayı. 1, ss. 46-59, 2018.
- [7] S. Yeşilgün. “Çukurova Bölgesinde bazı kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin bitkisel ve tarımsal özelliklerinin saptanması”. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye, 2006.

- [8] A. Üstün, “Kuzey-Geçit bölgesinde nohut verimliliğini artırma yolları”. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarım ve Köy Dergisi, 1994.
- [9] S., Şehirli, *Yemeklik tane baklagiller*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1089, Ders Kitabı 314, Ankara, 1988.
- [10] F. Yalçın, “Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi”. Y.L. Tezi , Bozok Üniv., Tarla Bit. Böl., Yozgat, Türkiye, 2017.
- [11] Anonim, *GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Toprak analiz laboratuvarı*. (2020). (Erişim Tarihi: 02.05.2024).
- [12] Anonim, *Muş Yıldız Alparslan Tarım İşletmesi Meteoroloji istasyonu kayıtları*. (2024). (Erişim Tarihi: 22.04.2024).
- [13] E. Ceyhan, “Effects of sowing dates on some yield components and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars”. *Turkish J. of Field Crops*, vol. 9, no. 2, pp. 87-95, 2004.
- [14] H. Bayrak, ”Konya ekolojisinde tarımı yapılan yerel nohut popülasyonları ve çeşitlerin tarımsal, teknolojik ve besinsel karakterlerinin belirlenmesi”. Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Tarla Bit. Böl., Konya, Türkiye, 2010.
- [15] K.B. Singh, L. Holly, and G. Bejiga, *A Catalog of Kabuli Chickpea Germplasm*. ICARDA, pp. 398, 1991.
- [16] K.A. Gomez, and A.A. Gomez, *Statistical procedures for agricultural research*. 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, pp. 641, 1984.
- [17] Genstat, Genstat for windows (12th edition) introduction. Vsn international, Hemel Hempstead., 2009.
- [18] G.E. Babagil, “Muş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi”. *Tekirdağ Zir. Fak. Derg.*, c.7, sayı. 3, ss. 181-186, 2010.
- [19] H. Bayrak, ve M. Önder, “Konya ekolojisinde tarımı yapılan yerel nohut popülasyonları ve çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) tarımsal, teknolojik ve besinsel karakterlerinin belirlenmesi”. *Tarla Bit. Merk. Araş. Enst. Derg.*, c. 26, ss.52-61, 2017.
- [20] V. Sönmez, ve A.M. Kumlay, “Adıyaman ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi”. *Avrupa Bil. ve Tek. Derg.*, c. 23, ss. 656-665, 2021.
- [21] H. Kurtarıcı, ve D. Yücel, “Mardin ilinden toplanan yerel nohut genotiplerinin karakterizasyonu”. *ISPEC Tarım Bil. Derg.*, c. 7, sayı. 1, ss. 60-71, 2023.
- [22] M.M. Ismail, A.A. Moursy, and A.E. Mousa, “Effect of organic and inorganic fertilizer on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown on sandy soil using ¹⁵N tracer”. *Bangladesh J. of Bot.*, Vol. 46, No. 1, pp. 155-161, 2017.
- [23] I. Erdemci, “Investigation of genotype x environment interaction in chickpea genotypes using AAMI and GGE biplot analysis”. *Turkish J. of Field Crops*, vol. 23, pp. 20-26, 2018.
- [24] B.T. Biçer, ve A.E. Anlarsan, “Diyarbakır yöresi nohut (*Cicer arietinum* L.) köy popülasyonlarının tarımsal, morfolojik ve fenolojik özellikler için değerlendirilmesi”. *Harran Üniv. Zir. Fak. Derg.*, c. 9, sayı.3, ss. 1-8, 2005.
- [25] M.Y.İ. Ercan, S. Uzun, ve H. Özaktan, “Kayseri ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri”. *Avrupa Bil. ve Tek. Derg.*, c. 16, ss. 434-440, 2019.
- [26] A. Güneş, M. Tekatlı, E. Ertürk, ve C. “Kılınç, Kahramanmaraş koşullarında bazı ileri nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinde tarımsal özelliklerin incelenmesi”. *Türk Tarım ve Doğa Bil. Derg.*, c. 9, sayı. 1, ss. 119-131, 2022.

- [27] B.T. Biçer, Ö. Albayrak, ve C. “Akıncı, Farklı ekim zamanlarının nohutta verim ve verim unsurlarına etkisi”. *ADÜ Zir. Derg.*, c. 14, sayı. 1, ss. 51-57, 2017.
- [28] A. Oğuz, ve M. Erman, “Siirt ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında ekilen nohut çeşitlerinin verim, verim öğeleri ve nodülasyon üzerine etkisi”. *MAS J. of Applied Sci.*, c. 6, sayı. 3, ss. 564-575, 2021.
- [29] L. İdikut, D. Uskutoğlu, K.E. Göktaş, S.Ç. Sakin, ve S. Karadeniz, “Investigation of winter cultivation of different chickpea varieties”. *Turkish J. of Agric.*, vol. 10, no. sp1, pp. 2675-2684, 2022.
- [30] C. Y. Çiftçi, ve S. Şehirli. *Fasülye çeşitlerinde değişik özelliklerin fenotipik ve genotipik farklılıklarının saptanması*. A.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yayınları, No: TB.4, Ankara 175, 1984.
- [31] N. Toğay, Y. Toğay, M. Erman, Y. Doğan, ve F. Çığ, “Kuru ve sulu koşullarda farklı bitki sıklıklarının bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkileri”. *Tarım Bil. Derg.*, c. 11, sayı. 4, ss. 417-421, 2005.
- [32] Y. Doğan, E. Oral, V. Çiftçi, E. Kendal, “Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde özellikler arası korelasyon ve path analizi”. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 7(3): 279-284, 2017.
- [33] F. Ceran, ve M. Önder, “Farklı dönemlerde ekilen nohut çeşitlerinde (*Cicer arietinum* L.) bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi”. *Selçuk Tarım Bil. Derg.*, c. 3, sayı. 1, ss. 25-29, 2016.
- [34] W. Yan, and N.A. Tinker, “Biplot analysis of multienviroment trial data: Principles and applications”. *Canadian J. of Plant Sci.*, vol. 86, pp. 623-645, 2006.
- [35] M. Karaman, “Yazlık ekmeclik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmesi”. *ISPEC Tarım Bil. Derg.*, c. 4, sayı. 1, ss. 68-81, 2020.
- [36] M.R. Islam, M. Anisuzzaman, H. Khatun, N. Sharma, Z. Islam, A. Akter, and P.S. Biswas, “AMMI Analysis of yield performance and stability of rice genotypes across different haorareas”. *Eco. Friendly Agri. J.*, vol. 7, no. 02, pp. 20-24, 2014.
- [37] M. Karaman, “Evaluation of the physiological and agricultural properties of some of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes registered in Turkey using biplot analysis”. *Pak. J. Bot.*, vol. 52, no. 6, pp. 1989-1997, 2020.



Araştırma Makalesi / Research Article

İkinci Dereceden Bir Transfer Fonksiyonu Kullanılarak Elektrikli Araç Bataryalarının Modellenmesi

Modelling of Electric Vehicle Batteries Using a Second-order Transfer Function

Mohammed MOHAMMED ^{1,*}, Hasan BAYINDIR ²

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1438887>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 17 Şubat 2024

Revize, 12 Temmuz 2024

Kabul, 23 Temmuz 2024

Online Yayınlama, 15 Aralık 2024

Anahtar Kelimeler

Elektrikli araçlar, Transfer fonksiyonu, Termal model, Elektrikli araç pillerinin modellenmesi, Eşdeğer devre modelleri

ARTICLE INFO

Article History

Received, 17 February 2024

Revised, 12 July 2024

Accepted, 23 July 2024

Available Online, 15 December 2024

Keywords

Electric vehicles, Transfer function, Thermal model, Modeling of electric vehicle batteries, Equivalent circuit models

ÖZ

Son yıllarda, küresel ısınma ve fosil yakıt kaynaklarının hızla azalması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında artış gözlenmektedir. Bu bağlamda, araştırmacılar, bilim insanları ve hükümetler tarafından elektrikli ve hibrit araçlar büyük ilgi görmektedir. Elektrikli araçların temel bileşenlerinden biri güç bataryasıdır. Elektrikli araçların karşılaştığı en büyük zorluk, verimli sürüş, hızlı şarj olabilmeye ve uzun menzil sunabilen uygun bir enerji depolama cihazı bulmaktır. Mevcut teknolojiye göre, elektrikli araçların enerji kaynakları arasında lityum polimer piller, nikel metal hibrit piller ve lityum iyon piller yaygındır. Lityum iyon piller, yüksek enerji yoğunluğu, uzun ömür, hafiflik, düşük deşarj oranı, uygun maliyet ve hafıza etkisi olmaması gibi birçok avantaja sahiptir. Ayrıca, lityum iyon piller, zararlı emisyon üretmeyen çevre dostu malzemelerden yapılmıştır ve yüksek güvenlik sunar. Ancak, bu pilleri tasarlamak ve davranışlarını tahmin etmek hala tam olarak çözülememiş bir mühendislik sorunudur. Bu çalışmada, elektrikli araçlarda kullanılan lityum iyon pillerin davranışını tahmin etmek için basit ve etkili bir yaklaşım olan ikinci dereceden transfer fonksiyonu yaklaşımı kullanılmıştır. Sonuçlar, önerilen yaklaşımın olumlu sonuçlar verdiği termal eşdeğer devre modellemesiyle karşılaştırılmıştır. Önerilen yöntemin ana avantajlarından biri, hesaplama belleğine olan ihtiyacı azaltmasıdır. Bu durum, basitleştirilmiş modelin elektrikli araçların enerji depolama sistemlerinin verimliliği, performansı ve güvenliğini çeşitli işletme koşullarında iyileştirmek için kullanılmasına olanak tanır.

ABSTRACT

In recent years, there has been an increase in the use of renewable energy sources due to global warming and the rapid depletion of fossil fuel

*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: mohammed053455@gmail.com (Mohammed MOHAMMED), hbayindir@dicle.edu.tr (Hasan BAYINDIR)

resources. In this context, electric and hybrid electric vehicles attract have great attention from researchers, scientists and governments. One of the key components of electric vehicles is the power battery. The biggest challenge faced by electric vehicles is finding an efficient energy storage device that can provide efficient driving, fast charging capabilities, and long range. According to current technology, lithium polymer batteries, nickel metal hydride batteries and lithium-ion batteries are common among the energy sources of electric vehicles. Lithium-ion batteries have many advantages such as high energy density, long life, light weight, low discharge rate, affordable cost and no memory effect. In addition, lithium-ion batteries are made of environmentally friendly materials that do not produce harmful emissions and offer high safety. However, designing these batteries and predicting their behavior is still an engineering problem that has not been fully solved. In this study, the second-order transfer function approach, which is a simple and effective approach, is used to predict the behavior of lithium-ion batteries used in electric vehicles. The results are compared with the thermal equivalent circuit modeling, where the proposed approach gives positive results. One of the main advantages of the proposed method is the reduction in the need for computational memory. This allows the simplified model to be used to improve the efficiency, performance, and safety of energy storage systems in electric vehicles under various operating conditions.

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın sonlarından günümüze çevre kirliliği ve enerji krizi iki küresel sorun haline gelmiş ve bunda ulaştırma sektörünün payı büyük olmuştur [1]. Bunun nedeni, dünyanın enerji ihtiyacını karşılamak için büyük ölçüde küresel enerji gereksiniminin büyük bir kısmını karşılayan petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlara olan bağımlılık, çevre kirliliği ve insan sağlığına zarar verme potansiyeli taşımasıdır. Fosil yakıtların geniş çapta tüketimi ve üretimindeki hızlı artış, çevre kirliliği ile insan sağlığının olumsuz etkilenmesine yol açabilmektedir. Ayrıca, fosil yakıtların hızla tükenmesi, araştırmacıları, bilim insanlarını ve endüstrileri enerji depolama stratejileri kullanarak daha verimli, ekonomik ve çevre dostu enerji kaynakları arayışına yönlendirmiştir [2,3].

Fosil bazlı yakıt tüketen araçların yerini alacak bir teknolojik uygulama, yenilenebilir yakıtlarla çalışan elektrikli araçların kullanılması bir çözüm olarak görülmektedir. Günümüzde dünyanın genel olarak tüm alanlarda, özel olarak da enerji ve ulaşım alanında tanık olduğu hızlı gelişim ve ileri teknoloji ile elektrikli araç, içten yanmalı motorlu araçlara göre çevre dostu ve daha verimli olmasıyla ön plana çıktığı görülmektedir [4]. Ayrıca işletim sırasında sera gazı emisyonu üretmemesi, daha düşük çalıştırma ve bakım maliyetlerinin yanı sıra ve daha sessiz çalışma avantajları da vardır [5].

Elektrikli araçların tarihi, Thomas Davenport'un 1835'te Amerika'da bilinen ilk elektrikli arabayı (lokomotif) ürettiği on dokuzuncu yüzyıla kadar uzanmaktadır [4]. Son yıllarda, tam elektrikli araçlar (EV), hibrit elektrikli araçlar (HEV) ve fişli hibrit elektrikli araçlar (PHEV) gibi temiz enerji araçları, daha yüksek verimlilik ve çevre dostu özellikleriyle dikkat çekerek hızlı bir gelişme

göstermiştir. Bu araçların, fosil yakıtlara kıyasla daha çevre dostu ve enerji verimli olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bu da temiz enerji araçlarının yaygın olarak tercih edilmesini sağlamaktadır. Bu özellikleriyle elektrikli araçlar, günümüzde kullanılan konvansiyonel içten yanmalı motorlu araçlarla rekabet edebilecek bir konuma gelmiştir [3,6]. Elektrikli araçların hızla büyümesiyle birlikte, diğer enerji depolama türleriyle karşılaştırıldığında, yüksek enerji yoğunluğuna sahip güç pillerine olan talep hızla artmıştır [7]. Bataryalar, bu kaynaklardan gelen sürekli enerjiyi depolamak için uygun bir çözüm haline gelmiştir. Güç bataryası, elektrikli araçlar için önemli bir yer tutmaktadır. EV'ler için temel zorluk, kat edilecek uzun mesafe, hızlı şarj zamanı ve verimli sürüşü destekleyebilen uygun bir enerji depolama cihazı bulmaktır [8]. Şu anda, Kurşun Asit (LA), Nikel Metal Hidrit (NiMH), Nikel Kadmiyum (NiCd), Sodyum Sülfür (NaS) ve Lityum-iyon (Li-ion) gibi enerji depolamak için ticari olarak temin edilebilen çeşitli pil türleri bulunmaktadır [9,10].

Şarj edilebilir lityum-iyon batarya, hibrit elektrikli araçlar (HEV) ve tam elektrikli araçlar (EV) tarafından dayatılan enerji depolama uygulamalarının gereksinimlerini karşılayabildiği için en umut verici çözümlerden biridir. Bunun nedeni, enerji tüketimini azaltmaları ve sera gazı emisyonlarını düşürmeleridir. Bu durum, Li-ion pillerin olağanüstü performansı ve diğer batarya teknolojilerine kıyasla yüksek enerji yoğunluğu, yüksek şarj ve deşarj kapasitesi, kendi kendine düşük deşarj oranı, yüksek çevrim ömrü, verimlilik ve hafıza etkisi olmaması gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır [11-17]. Ancak, lityum-iyon bataryaları tüketici elektroniği pazarında hâkimiyet kurmuş olsa da Ev'ler ve HEV'ler için kullanılan teknoloji henüz tam anlamıyla olgunlaşmamış ve daha fazla geliştirilmeye ihtiyaç duymaktadır.

Lityum-iyon pil teknolojisi üzerine yapılan araştırmalar, araçların performansını, maliyetlerini ve diğer kritik unsurlarını iyileştirmek için büyük önem taşımaktadır. Elektriksel, termal ve mekanik yöntemler, çeşitli pil modellerini ve dinamiklerini oluşturmak için kullanılmaktadır. Termoelektrik modelleme, bataryanın akımı ve sıcaklığı arasındaki ilişkiyi incelemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklık, ihtiyaçtan fazla şarj ve deşarj gibi yanlış işlemleri önlemek amacıyla, pil davranışını farklı çalışma senaryoları altında tahmin etmek için uygun bir pil modeli oluşturmak büyük önem taşımaktadır. Batarya modellemeleri ayrıca bakım ve kontrol tekniklerinin tasarımına da yardımcı olabilir. Batarya modellemesinin bir diğer önemi, doğrudan ölçülemeyen batarya sağlık durumu ve şarj durumu gibi temel çalışma durumlarını model tabanlı tahmin teknikleri kullanarak tahmin edebilmesidir. Araştırmacılar, yıllar içinde farklı doğruluk ve karmaşıklık seviyelerine sahip çeşitli batarya modelleri geliştirmişlerdir. Bu modeller arasında şunlar bulunmaktadır: Beyaz kutu modelleri; elektrokimyasal modeller gibi, bu modeller bataryadaki iç süreçleri tanımlamak için kimyasal ve elektriksel denklemlere dayanır. Bu modeller, batarya davranışını tahmin etmede daha yüksek doğruluk sağlar, ancak karmaşık hesaplamalar gerektirebilir. Kara kutu modelleri; Yapay sinir ağı

modelleri gibi, bu modeller batarya performansını tahmin etmek için yapay sinir ağı modelleri oluşturmaya dayanır. Bu modeller, batarya performansının uzun vadeli tahminini gerektiren uygulamalarda geniş çapta kullanılır. Gri kutu modelleri; elektriksel eşdeğer devre modelleri (EECMs) gibi, bu modeller bataryanın elektriksel özelliklerini temsil etmek için dirençler ve kapasitörler gibi elektriksel bileşenlere dayanır. Bu modeller, batarya davranışını temsil etmek için yaygın olarak kullanılır çünkü basitlikleri ve diğer yöntemlerle entegre edilebilme yetenekleri nedeniyle tercih edilir. Ek parazit dallar olmaksızın Lityum hücreleri için genellikle tek veya iki RC bloğu modelinin kullanılması tercih edilir. Bu modeller, hesaplama açısından basit olmaları ve Coulomb sayma ile OCV/SOC bağlantısı gibi diğer yöntemlerle kolayca entegre edilebilme özellikleri nedeniyle tercih edilir. Ayrıca, bu modeller, genişletilmiş Kalman filtresi (EKF) gibi adaptif yöntemlerin kullanımına uygun olabilir [9,18,19,20]. Bu çalışma, elektrikli araçlarda kullanılan lityum-iyon pilin davranışını tahmin etmek için ikinci dereceden transfer fonksiyonunu kullanarak kolay ve basit bir yöntem sunmaktadır. Ayrıca, yöntem ve sonuç bölümlerinde araştırmanın en önemli bulguları özetlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

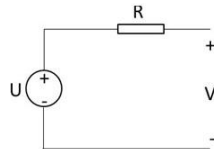
Bu bölüm, pilleri modellemek için kullanılan yöntemleri netleştirmek ve önerilen yöntemi açıklamak için birkaç alt bölüme ayrılmıştır.

2.1 Eşdeğer Devre Modeli

Eşdeğer Devre Modeli ECM'nin çeşitli modelleri vardır ve pil davranışları, farklı elektrik elemanlarına sahip eşdeğer elektrik devreleri kullanılarak temsil edilebilir. Bu çalışmada, ECM pil hücrelerini modellemek için kullanılmıştır.

2.1.1 0 RC devre modeli

Şekil 1, ideal gerilim kaynağı U , hücre iç direnci R ve terminal gerilimi V 'den oluşan 0 RC devre modelini göstermektedir. Bu model, hızlı hesaplama için iyi sonuç vermektedir. Çünkü belirlenecek tek bir parametre vardır, o da iç direnç R 'dir. Ancak bu model, bataryanın dinamik tepkisini düzgün bir şekilde yakalayamamaktadır.

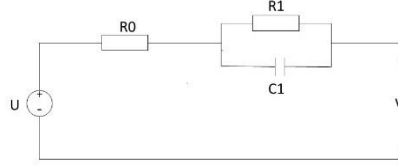


Şekil 1. 0 RC devre modeli

2.1.2. 1 RC devre modeli

Şekil 2, ideal voltaj kaynağı U, hücre iç direnci R₀, terminal voltajı V ve bir RC dalından (R₁ ve C₁) oluşan 1 RC devre modelini göstermektedir. Ek RC dalı, bu modelin 0 RC modeline kıyasla daha iyi bir dinamik davranışa sahip olmasını sağlayan zaman sabitine katkıda bulunur.

$$G(s) = \frac{R_0 + sR_0R_1C_1 + R_1}{1 + sR_1C_1} \quad (1)$$

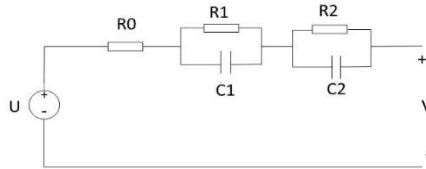


Şekil 2. 1RC devre modeli

2.1.3 2 RC devre modeli

Şekil 3, ideal voltaj kaynağı U, hücre iç direnci R₀, terminalin V ve iki RC dalını (R₁ + C₁ ve R₂ + C₂) içeren 2 RC devre karakteri göstermektedir. İki RC dalı, iki farklı zaman sabiti anlamına gelir, dolayısıyla bu model, 1 RC devre modeline kıyasla pilin daha hassas bir dinamik davranışını temsil edebilir.

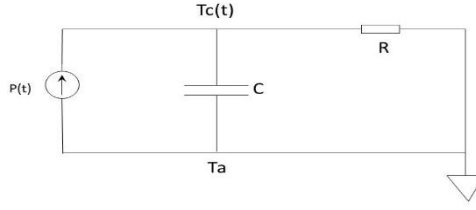
$$G(s) = \frac{s^2R_0R_1R_2C_1C_2 + sR_1R_2C_1 + sR_0R_1C_1 + sR_0R_2C_2 + sR_1R_2C_2 + R_0 + R_1 + R_2}{s^2R_1R_2C_1C_2 + sR_1C_1 + sR_2C_2 + 1} \quad (2)$$



Şekil 3. 2 RC devre modeli

2.2 Termal Model

Toplu parametre modeli, termal modeli tanımlamak için kullanılır. Bu durum, fiziksel deneyde mevcut bulunan geçici ısı transferinden kaynaklanmaktadır. Şekil 4, birleştirilmiş parametre için termal modeli göstermektedir, burada P, pilde üretilen ısıtma gücüdür, C, pilin ve kurulumun termal kapasitesidir, R, yalıtımın termal direncidir, T_c, pilin sıcaklığı ve T_a, ortam sıcaklığıdır.



Şekil 4. Tipik bir toplu parametrelili termal model

Çevre ile ısı alışverişi yapan homojen bir cisim için ısı denkleminin çözümünden, aşağıdaki denklemlerle temsil edilen iç hücre sıcaklığı hesaplanabilir.

$$C \frac{dT_c(t)}{dt} = p + \frac{T_a - T_c(t)}{R} \quad (3)$$

Adım girişi P için, (3)'ün çözümü şu şekildedir:

$$T_c(t) = PR \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) + T_a \quad (4)$$

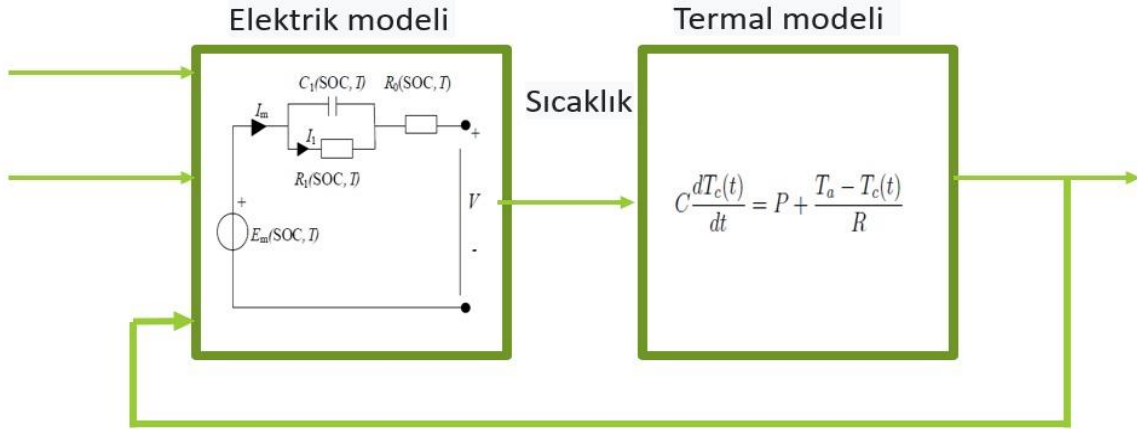
Batarya sıcaklığı $T_c(t)$ 'nin üstel denkleme karşılık geldiği görülebilir. Denklem (4) göre, bu, sabit durum sıcaklığı ile başlangıç ortam sıcaklığı arasındaki farkın yalıtımın R ısı direnci tarafından belirlendiği, halbuki geçici pil sıcaklığının başlangıçta tamamen termal kapasite C ve R tarafından belirlendiği anlamına gelir [21].

2.3 Eşdeğer Devre Modeli Artı Termal Model

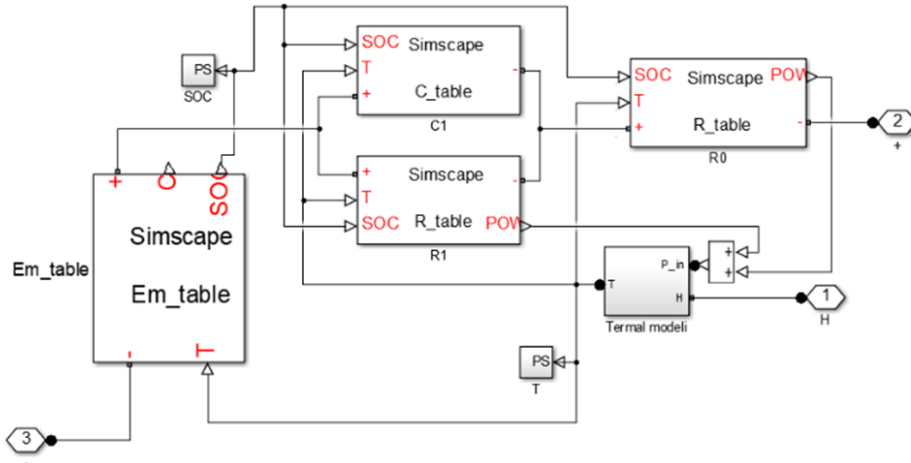
Eşdeğer devre modeli, pilin pratik davranışını daha doğru bir şekilde temsil etmek için termal modellerle ilişkilendirilmiştir. Bahsi geçen modellerin birbirine bağlanması nispeten yenidir ve bu konudaki ilk araştırmalardan biri de araştırmacı Huria ve arkadaşlarının ortaya koyduğu araştırmadır [20]. Geliştirilen yeni model, pilin durumu üzerindeki farklı etkileri daha doğru bir biçimde temsil ettiği ve davranışını mükemmel bir şekilde tahmin etmesine izin verdiği için pil alanında bilimsel bir sıçrama oluşturmaktadır.

Batarya elektro-termal modelinin genel diyagramı Şekil 5'te gösterilmektedir. Elektriksel modelin girdileri deşarj akımı, SOC seviyesi ve sıcaklıktır. Elektriksel modelin girdileri, termal modele bir ısı sinyali verir ve bu da termal modelden bir sıcaklık çıkış sinyaline neden olur. Ardından, yeni sıcaklık iç direnç, kapasitans vb. gibi elektriksel parametreleri etkilediğinden, yeni sıcaklık elektrik modeline geri beslenir.

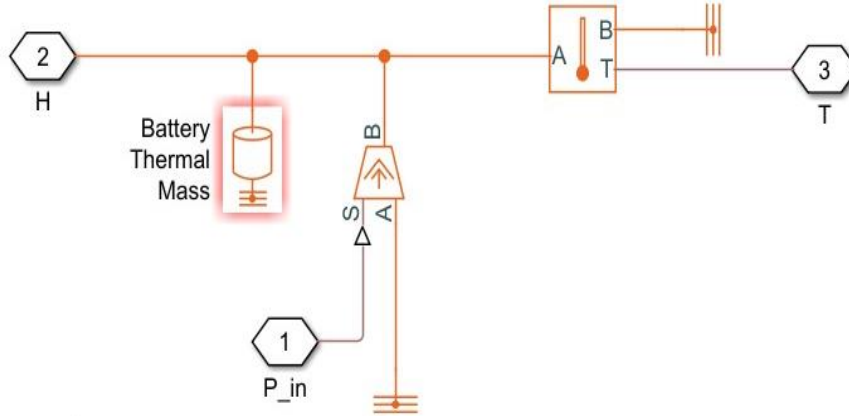
Termal eşdeğer devre modeli, Huria ve diğerleri tarafından lityum hücrenin tüm dinamik özelliklerinin modelleneceği şekilde daha doğru bir şekilde modellenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Geliştirilen modelin parametre değerleri, gerçek bir batarya için şarj ve deşarj darbeleri uygulandıktan sonra deneysel veriler kullanılarak belirlenmiştir. Pilin çıkış voltajını ve şarj durumunu tahmin etmek için de bir yöntem geliştirilmiştir. Termal eşdeğer devre modeli, bir voltaj kaynağı ve tek bir RC dalına sahip bir seri direnç kullanılarak oluşturulmuştur. Huria, geliştirilen modeli modellemek için MATLAB programını ve Simscape TM aracını kullanmıştır. Gerçek sonuçlar, gerilimin ve şarj durumunun gerçek tepkilerinin simülasyon yanıtlarıyla ne ölçüde eşleştiğini gösteren simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Şekil 6, ve 7, Matlab Simulink'teki pilin elektrik modelini ve termal modelini göstermektedir. Tablo 1'de Huria'nın çalışmasında kullandığı ve bu çalışmada da kullanılan lityum pilin teknik özellikleri yer almaktadır.



Şekil 5. Elektro-termal modeli



Şekil 6. Elektro model



Şekil 7. Termal model

Tablo 1. Batarya Modeli Parametreleri [22].

Parametre	Değeri
Tipik kapasite	31.0hA
Pil nominal gerilimi	3.0V
Şarj durumu maksimum gerilimi	4.2V ± 0.03 V
Şarj durumu maksimum akım	62.0A
Deşarj durumu sürekli akım	155.0A
Deşarj durumu tepe akım	310.0A
Deşarj durumu kesme gerilimi	2.7V
Çalışma sıcaklığı şarjı	0 ~ 40 °C
Çalışma sıcaklığı deşarj	-20 ~ 60 °C
Boyut kalınlığı (mm)	8.4 ± 0.5
Boyut genişlik (mm)	215 ± 2.0
Boyut uzunluk(mm)	220 ± 2.0
Ağırlık(g)	860 ± 40

2.4 Önerilen Yöntem

Bu çalışmada, pil çıkış gerilimini tahmin etmek için basit ve etkili bir teknik kullanılmıştır. Önerilen model, giriş verileri (akım darbeleri) ve çıkış verileri (gerilim) kullanılarak oluşturulmuştur. Pil parametreleri ve bu makalede kullanılan ayarlar önceki paragrafta açıklanmıştır. Bu çalışmada kullanılan akım ve gerilim verileri, referans [20] kaynağındaki araştırmaya dayanmaktadır. Önerilen bu yöntem, pilin çıkış gerilimini tahmin etmek için basit bir transfer fonksiyonu (İkinci dereceden bir transfer fonksiyonu) oluşturmaya dayanmakta ve bu transfer fonksiyonun denklemi aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$G(s) = \frac{b_1s + b_0}{a_2s^2 + a_1s + 1} \quad (5)$$

Batarya çıkış voltajı için son denklem aşağıdaki gibidir.

$$U(S)=OCV+G(S)I(S) \quad (6)$$

Başarılı bir şekilde Matlab sistem tanımlama aracı kullanılarak pil modellemesi için transfer fonksiyonu türetilmiştir.

Bu süreç, deneysel çalışmalar serisiyle doğrulanmış olup, ikinci dereceden bir transfer fonksiyonunun pilin termal eşdeğer devre davranışını doğru bir şekilde yansıttığı belirlenmiştir. Ayrıca, MATLAB ortamındaki model tanımlama aracı etkin bir şekilde kullanılarak transfer fonksiyonunun parametreleri beşinci denklemde belirtilmiştir. Bu aracın nasıl kullanıldığı Şekil 8’de açıklanmıştır.

Şekil 9, voltaj ve akım giriş desenlerini göstermektedir. Modelin doğru bir şekilde belirlenmesi için tahmin (Estimate) seçeneği kullanılmıştır. Ayrıca, Şekil 10, 11, 12 ve 13’te gösterildiği gibi, transfer fonksiyonu seçeneği dikkatle seçilmiştir. Tanıma işlemini gerçekleştirdikten sonra aşağıdaki transfer fonksiyonu elde edilmiştir.

Bu denklemin elde edilme süreci, MATLAB Tanımlama Aracı ve termal eşdeğer devre modeli (Huria ve diğerleri) verilerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. MATLAB profilindeki parametreler deneysel olarak belirlenmiştir. Bu ayarlama sürecinde, farklı parametre kombinasyonları test edilmiş ve en yüksek performansa sahip transfer fonksiyonu seçilmiştir. Sonrasında, transfer fonksiyonu simüle edilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

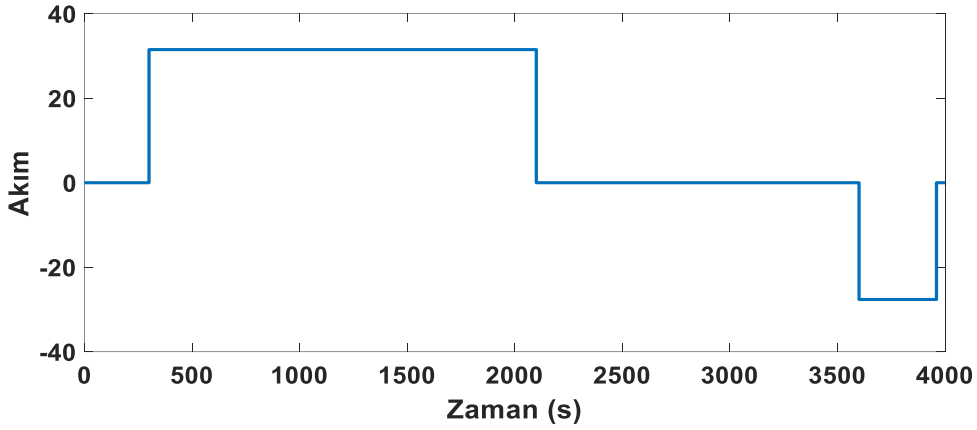
$$G(s) = \frac{0.0016045s + 1.445e - 06}{s^2 + 0.1688s + 3.615e - 07} \quad (7)$$

Şekil 14, çalışmada belirtilen transfer fonksiyonu kullanılarak elde edilen simülasyon gerilimini göstermektedir, ayrıca (Huria et al.) ve diğerlerinin çalışmalarında incelenen karşılaştırmalı gerilim yanıtını da içermektedir. Bu karşılaştırma sonucunda, gerilim değerlerinin çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, önerilen transfer fonksiyonunun pil davranışını iyi bir şekilde temsil ettiğini göstermektedir. Çıkış gerilim fonksiyonunu belirlemeye benzer şekilde pil şarj durumunu tahmin etmek için, bir transfer fonksiyonu kullanılarak matematiksel bir ilişki formüle edilmiştir. Huria’nın simülasyon modeline dayanarak, bu matematiksel ilişki çıkış gerilimi ve pil şarj durumu üzerinden türetilmiştir. Bu bağlamda, transfer fonksiyonuna giren parametre çıkış gerilimi olarak tanımlanırken, transfer fonksiyonunun çıkışı pilin şarj durumunu temsil etmektedir. Huria’nın MATLAB model teşhis aracı kullanılarak Huria simülasyon modelinden transfer fonksiyonlarıyla ilgili giriş ve çıkış verileri çıkarılmıştır. Çıkış gerilim fonksiyonu türetilirken kullanılan adımların benzerleri uygulandıktan sonra, aşağıdaki matematiksel ilişki (Eşitlik 8) elde edilmiştir. Şekil 15, transfer fonksiyonunu kullanarak

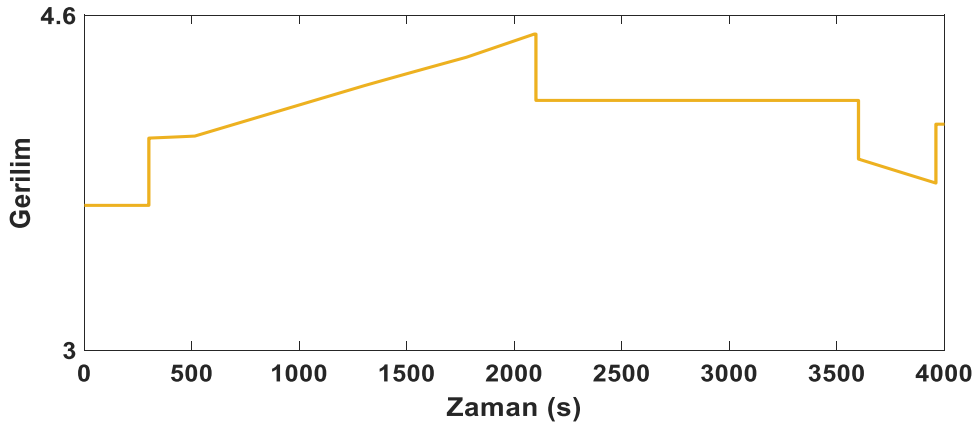
önerilen yöntemi izleyerek pilin şarj durumunu göstermektedir. Şekilde gösterilen sonuçlar pozitif bir eğilim göstermektedir; ancak, bu sonuçlar Şekil 14'te gösterilen önerilen gerilim transfer fonksiyonundan elde edilenlere göre biraz daha düşük doğruluk sergilemektedir.

Bu bağlamda, “şarj durumu” terimi pilin şarj seviyesini ifade eder ve “transfer fonksiyonunu kullanarak önerilen yöntem” bu durumu modellemek veya tahmin etmek için kullanılan yaklaşımı göstermektedir. Şekil 15, bu yöntemin pilin şarj durumunu tahmin etmedeki performansını görsel olarak temsil etmektedir.

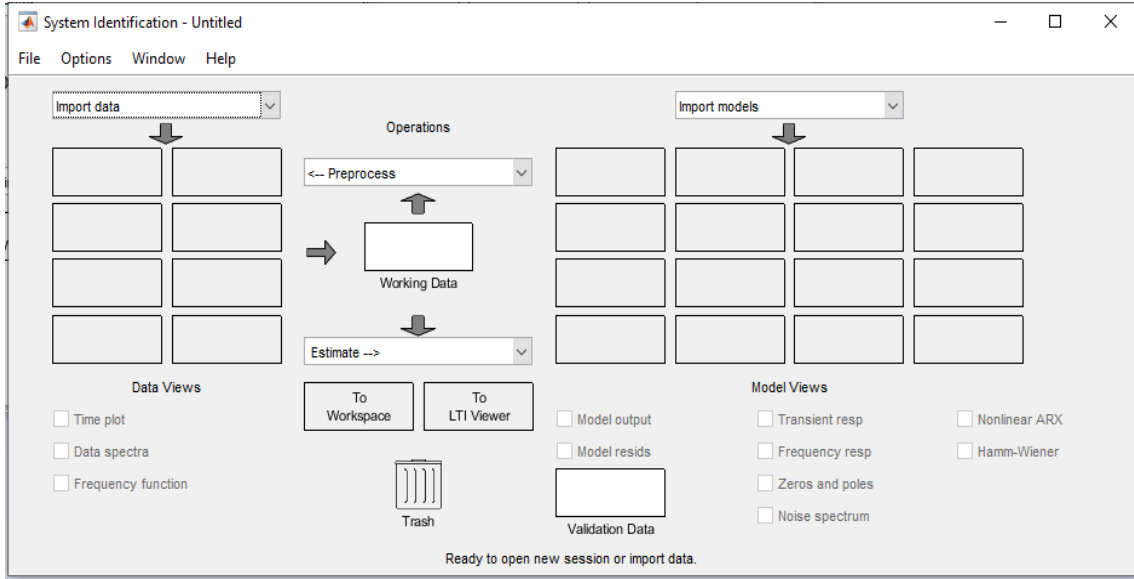
$$G(S) = \frac{0.0831s^2 + 0.0177s + 0.0009479}{s^2 + 0.08449s + 0.004582} \quad (8)$$



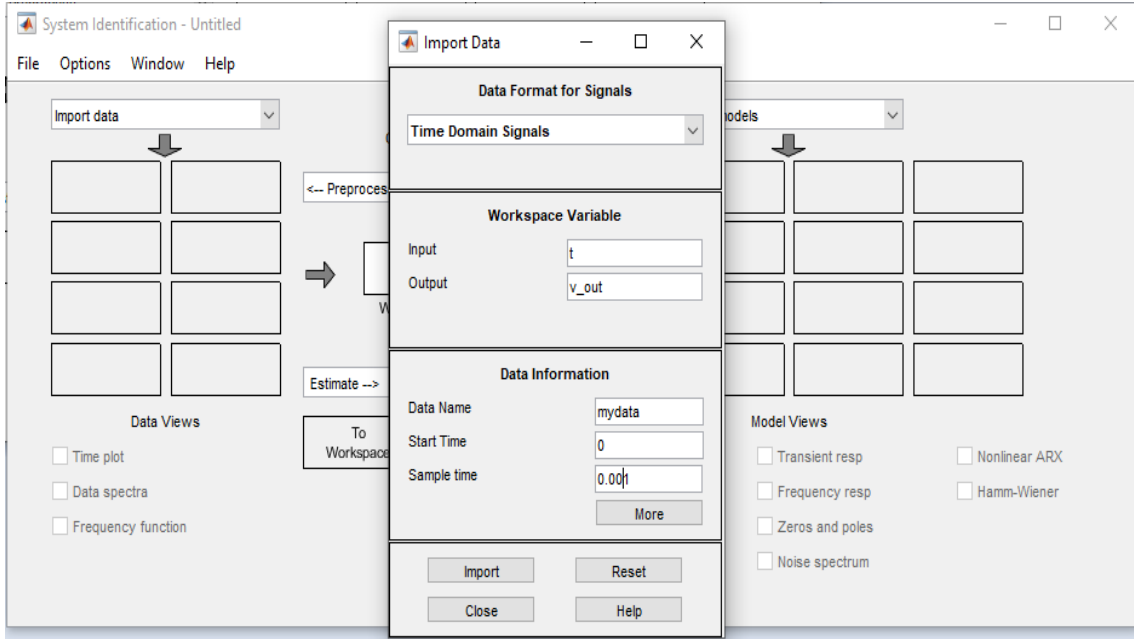
Şekil 8. Batarya akımı birimi darbe ve deşarj



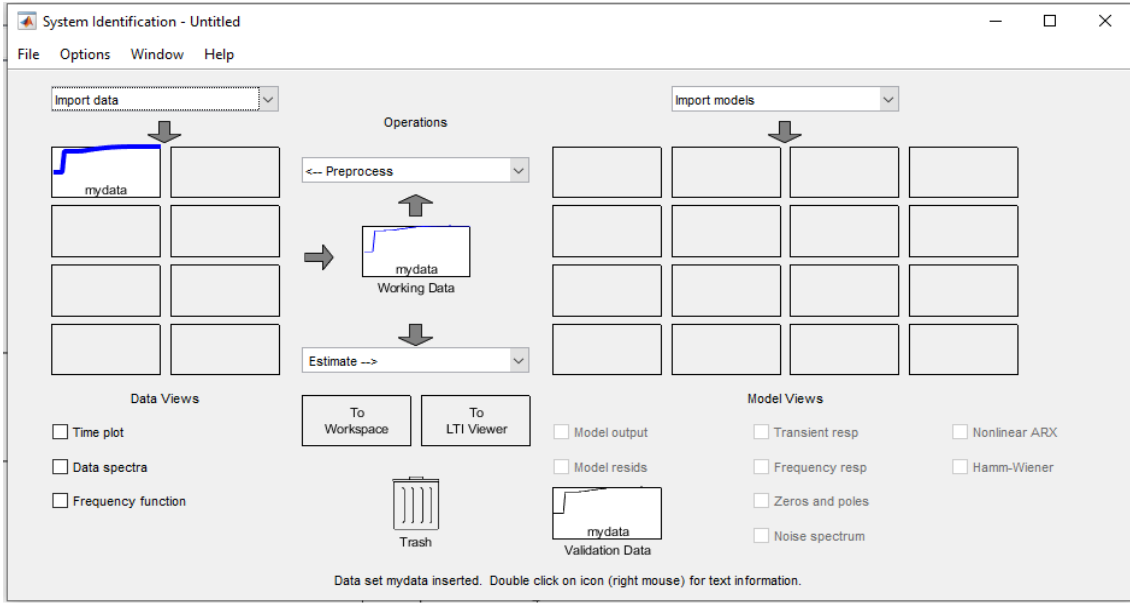
Şekil 9. Batarya gerilimi



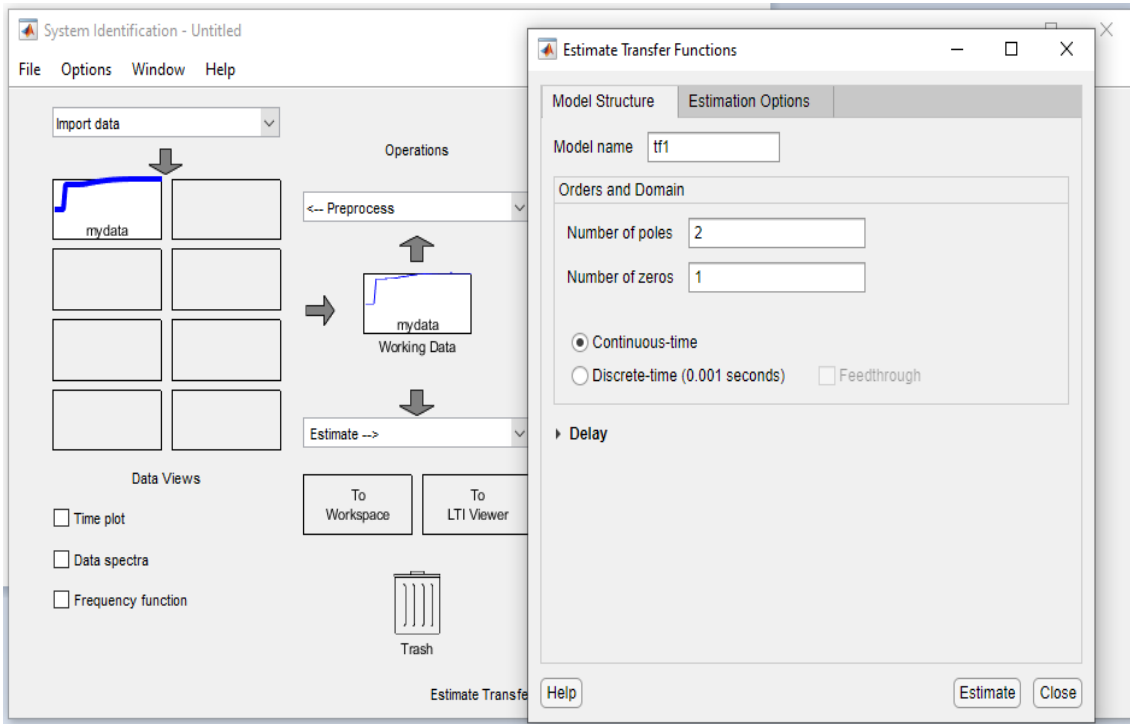
Şekil 10. MATLAB'deki model tanımlama aracını



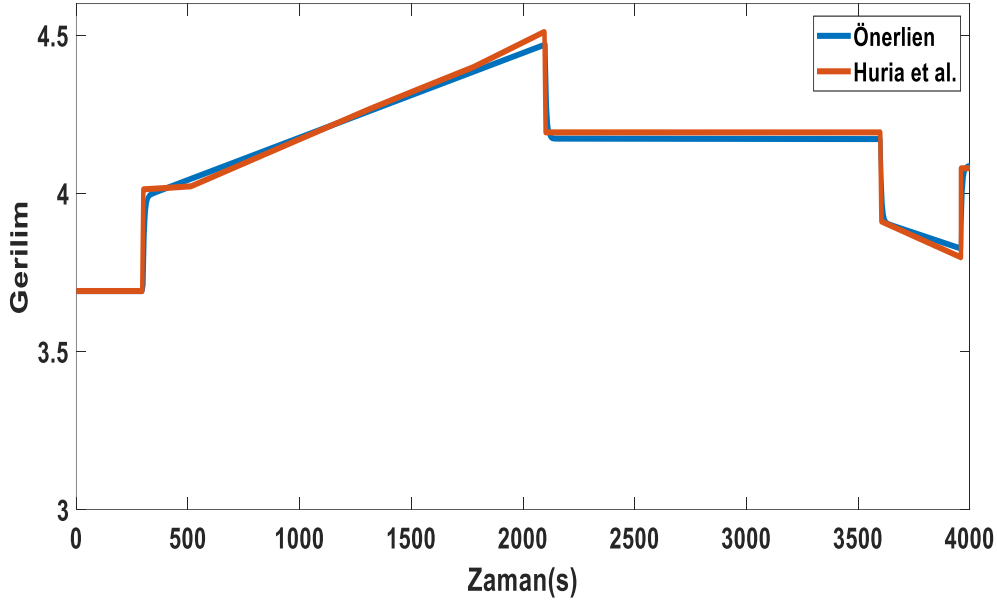
Şekil 11. MATLAB'deki model tanımlama aracı (ilk adım)



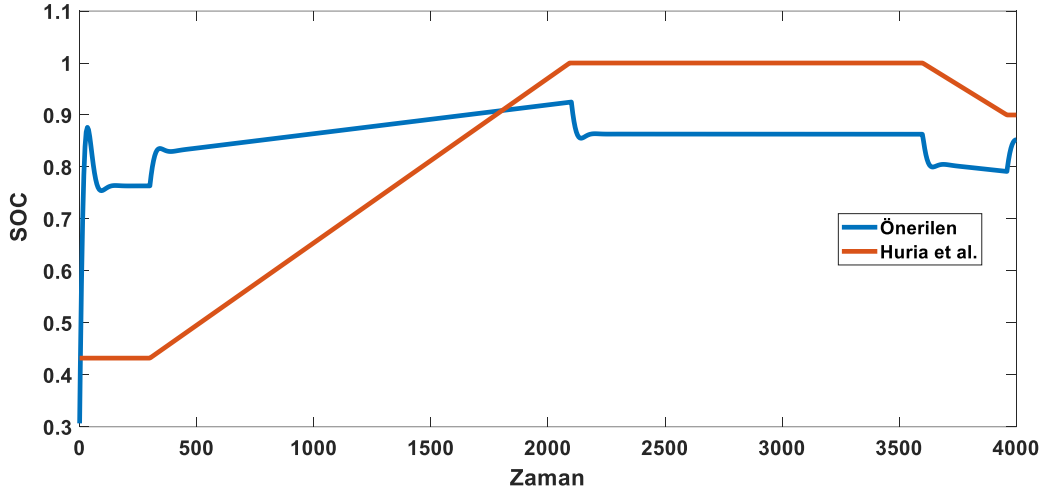
Şekil 12. MATLAB'deki model tanımlama aracı (ikinci adım)



Şekil 13. MATLAB'deki model tanımlama aracı (üçüncü adım)



Şekil 14. Termal eşdeğer devre modeli voltajı (Huria et al.) ve bu çalışma için önerilen voltaj



Şekil 15. Termal eşdeğer devre modeli şarj durumu (Huria et al.) ve bu çalışma için önerilen şarj durumu

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada, bataryanın davranışını modellemek için denklem 7’de tanımlanan transfer fonksiyonunu kullanarak bir yöntem önerilmiştir. Bu transfer fonksiyon, bataryanın dinamik tepkisinin analizi temel alınarak belirlenmiştir. Amacı, bataryanın performansını iyileştirmek ve gerçek zamanlı durumunu tahmin etmek için kullanılacak doğru bir model sağlamaktır. Bu transfer fonksiyonunun incelenmesi, farklı işletim koşullarında pilin elektriksel ve termal özelliklerini derinlemesine anlamamıza yardımcı olabilir, bu da elektrikli araç enerji depolama sistemlerinin verimliliğini ve güvenliğini artırmaya katkıda bulunabilir.

Bu çalışmada, önerilen yöntemin etkinliği ikinci dereceden transfer fonksiyonu kullanılarak, Huria ve diğerleri tarafından sunulan ve termal eşdeğer devre modeline dayanan yöntemle karşılaştırılmıştır [20]. Bu karşılaştırma, bataryanın davranışını temsil etmede önerilen fonksiyonun doğruluğunu ve verimliliğini, termal eşdeğer devre modeli yöntemi ile karşılaştırarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu karşılaştırma sayesinde, farklı çalışma koşulları altında sistemlerin performansı ve verimliliği analiz edilmiş olup, pil modelleme sürecini iyileştirmek ve pratik uygulamalarda daha yüksek doğruluk ve güvenilirlik seviyelerine ulaşmak için en iyi yöntemlerin seçilmesine yönelik kapsamlı görüşler sunulmuştur.

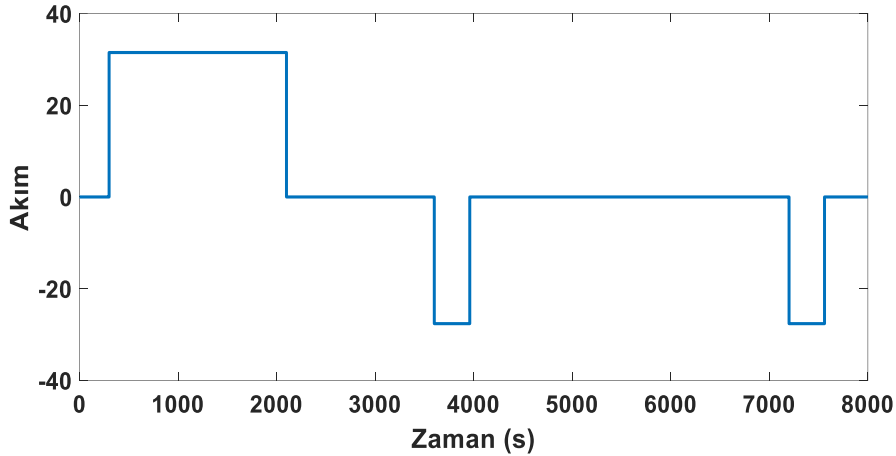
Başlangıçta, Huria ve diğerlerinin yöntemi hakkında bilgiler sunulmuştur. Bu yöntem, 2.3 başlığı altında verilen bilgiye ve Şekil 6 ile 7'de açıklanan eşdeğer devre modeli ile termal modelin bir kombinasyonu olan elektro termal modele dayanmaktadır. Şekil 6, eşdeğer elektrik devre modelini, Şekil 7 ise termal modeli göstermektedir. Bu yöntem, MATLAB programında bataryanın dinamik davranışını temsil etmek için kullanılır ve termal ve elektriksel etkilerin bütünleştirilerek kapsamlı bir model sunulmasını sağlar.

Huria ve diğerlerinin araştırma çalışmasında sunduğu yöntem, bataryanın davranışını temsil etmek için 28 adet parametre kullanarak termal eşdeğer devre modeline dayanır. Buna karşılık, ikinci dereceden transfer fonksiyonu kullanılarak önerilen model, denklem 7'de tanımlanan transfer fonksiyonunun parametrelerini belirlemek için sadece yedi değişkene ihtiyaç duyar. Bu, tarafımızdan önerilen modelin daha az hesaplama belleği tüketmesini sağlayarak hesaplama verimliliğini ve hızını artırır. Modellerin etkinliğini test etmek için, Şekil 16'da gösterildiği gibi akım dalgaları içeren bir giriş sinyali uygulanmıştır. Bu karşılaştırmanın amacı, farklı işletim koşulları altında bataryanın davranışını tahmin etmede önerilen modelin doğruluğunu ve verimliliğini diğer yöntemle karşılaştırarak değerlendirmektir. Böylece, hesaplama karmaşıklığının azaltılması ve bataryanın davranışını tahmin etmede doğruluğun artırılması gibi potansiyel faydaların belirlenmesi hedeflenmektedir. Şarj darbeleri belirli zaman aralıklarında (300-2100 saniye) ve deşarj darbeleri sırasıyla (3600, 3950, 7200 ve 7560 saniye) gerçekleştirilmiştir.

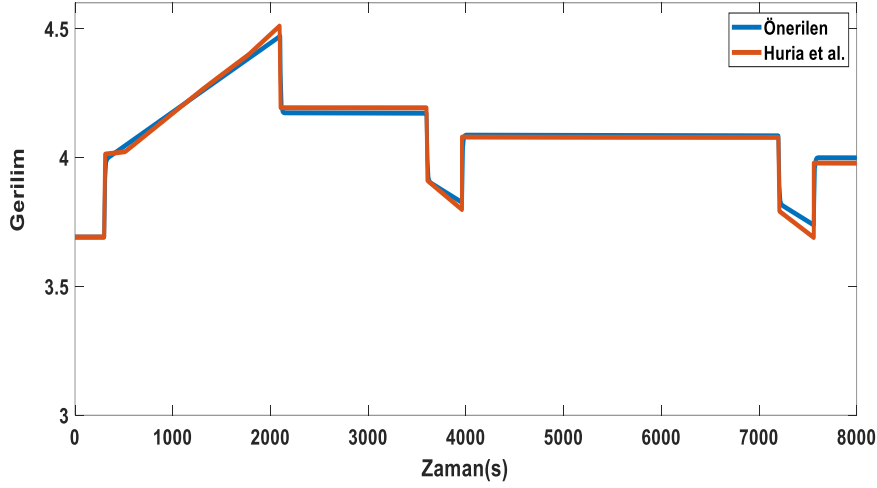
Bu çalışmada, Şekil 17'de eşdeğer termal devre gerilimi ve önerilen yöntemin gerilimi açıklanmıştır. Önerilen yöntemin sonuçları, (Huria et al.) ve diğerleri tarafından önerilen yöntemle karşılaştırıldığında olumlu sonuçlar göstermiştir. Diğer modelle karşılaştırılarak önerilen modelin tepkisini değerlendirmek ve performansını analiz etmek için belirtilen zaman sinyalleri kullanılmıştır. Bu karşılaştırma, şarj ve deşarj dinamiklerinin pil davranışına etkisini derinlemesine anlamamıza yardımcı olur, bu da elektrikli araçlardaki pil performansını öngörmek için kullanılan modellerin doğruluğunu artırmaya katkıda bulunur. Şekil 17'de Huria ve diğerleri tarafından sunulan termal eşdeğer devre modelinin voltajı ve bu çalışmada önerilen yöntemin voltajı 8000 saniyelik bir süre için ikinci

dereceden transfer fonksiyonu kullanılarak gösterilmektedir. Şekilde gösterilen sonuçlar, önerdiğimiz yöntemin doğru ve olumlu sonuçlar verdiğini göstermiştir. Çünkü iki çaba, yani önerdiğimiz yöntemin çabası ve onunla karşılaştırılan çaba birbirine çok yakın çıkmıştır. Bu karşılaştırma, önerilen modelin pil davranışını doğru ve etkili bir şekilde temsil etmedeki etkinliğini vurgulamakta ve bu da performansını güvenilir bir şekilde tahmin etme yeteneğini artırmaktadır.

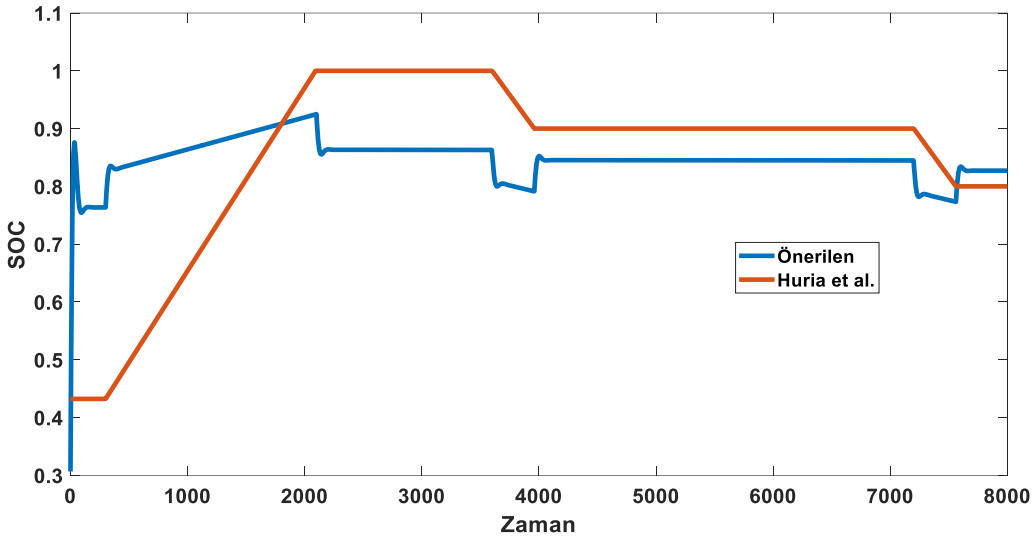
Ayrıca, bu çalışmada önerilen yöntemin önceki modellere kıyasla getirebileceği iyileştirmelere dikkat çekilmektedir. Önerilen yöntemin Huria ve diğerleri tarafından sunulan yönteme göre daha az programlama çabası gerektirdiğini de belirtmekte fayda vardır. Huria ve arkadaşlarının sunduğu çalışmada 28 adet değişken kullanılırken, bu çalışmada kullanılan yöntem yalnızca 7 değişkenle sınırlandırılmıştır. Değişken sayısındaki bu azalma, hesaplamaların verimliliğini artırmakta ve elektrik pili çalışmalarında uygulama sürecini ve veri analizini kolaylaştırmaktadır. Şekil 18’de, bu çalışmada önerilen şarj durumunun sonuçları, yine tatmin edici pozitif sonuçlar veren Huria ve diğerleri tarafından önerilen termal eşdeğer devre modelinin şarj durumuyla karşılaştırıldığında transfer fonksiyonu kullanılarak gösterilmektedir. Elde edilen ve Şekil 18’de gösterilen bu sonuçlar, batarya şarj durumunu temsil etme doğruluğunun iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, değişen koşullar altında batarya davranışını tahmin etmede modelin verimliliğinin artırılması önerilen teklifin potansiyel faydalarını vurgulamaktadır.



Şekil 16. İki darbe şarj ve birdeşarj için batarya akımı



Şekil 17. Termal eşdeğer devre modeli voltajı (Huria et al.) ve bu makalede önerilen voltaj



Şekil 18. Termal eşdeğer devre modeli şarj durumu (Huria et al.) ve bu makalede önerilen şarj durumu

4. SONUÇLAR

Elektrikli araçların kullanımı, içten yanmalı motorlu araçların neden olduğu ulaşım kaynaklı sorunların çözümünde potansiyel bir alternatif sunmaktadır. Elektrikli araçlar alanındaki hızlı teknolojik gelişmelere ve bu alana yönelik artan ilgiye rağmen, mevcut teknoloji, geleneksel içten yanmalı motorlu araçlarla karşılaştırıldığında henüz eşdeğer bir seviyeye ulaşmamıştır. Batarya sorunları, elektrikli araç teknolojisinin ilerlemesinin önündeki en büyük engellerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada batarya modellemesine odaklanılmıştır, çünkü elektrikli araç bataryalarının modellenmesi, alternatif enerji kaynakları alanında önemli bir araştırma konusu olarak değerlendirilmektedir.

Bu bağlamda, elektrikli araç bataryasının davranışını tahmin etmek için ikinci dereceden transfer fonksiyonuna dayanan basit ve etkili bir metodoloji geliştirilmiştir. Batarya çıkış voltajını ve

şarj durumunu doğru bir şekilde tahmin etmek amacıyla matematiksel bir ilişki oluşturulmuştur. Bu ilişkinin (şarj durumu ilişkisi ve batarya voltajı ilişkisi) ikinci dereceden transfer fonksiyonu kullanılarak modellenebileceği belirlenmiştir. Transfer fonksiyonlarının parametrelerini elde etmek için MATLAB'ın model tanımlama aracı kullanılmış ve simülasyon sonuçları, bu yöntemin önceki araştırmalarda bulunan yöntemlere kıyasla daha az parametre kullanarak daha az hesaplama belleği gerektirdiğini göstermiştir. Bu durum, yöntemi pratik uygulamalar için uygun bir seçenek haline getirmektedir.

Her iki yöntem de akım dalgalarıyla bir giriş sinyali uygulayarak test edilmiştir. Sırasıyla belirli anlar arasında şarj ve deşarj darbeleri uyguladıktan sonra, uygulanan yöntemin Huria vd. (2012) yöntemine göre daha az programlama çabası gerektirdiği için tatmin edici sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Tarafımızdan önerilen yöntem, sisteme birçok mekanik ve elektriksel fayda sağlayabilir. Bunlar arasında tahmin ve kontrol doğruluğunu artırmak, şarj durumu ve gerilim durumunu doğru bir şekilde tahmin etme yeteneğini güçlendirmektedir. Bu da sistemin enerji talebini tahmin etme ve akım ile gerilimleri hassas bir şekilde ayarlama kapasitesini artırarak verimliliğini yükseltmekte ve sistemin etkin olmayan ayarlarından kaynaklanan maliyetlerini azaltmaktadır. Enerji verimliliğinin artırılması, şarj durumunun hassas tahminine dayalı olarak voltaj ve akımların doğru kontrol edilmesiyle sağlanır. Bu, enerji kullanım verimliliğini artırır, maliyetleri düşürür ve sistemin çevresel sürdürülebilirliğini iyileştirir. Sistem kararlılığının artırılması: şarj durumunun hassas bir şekilde tahmin edilmesi, akım ve voltajdaki beklenmedik dalgalanmaları azaltır. Bu durum, elektrik sisteminin kararlılığını ve güvenilirliğini artırarak sistem arızalarının azalmasını sağlar. Bakım maliyetlerinin azaltılması: şarj durumunun doğru tahmini, gereksiz bileşen değişimlerinin azaltılmasına yardımcı olarak sistemin durumunu korur ve uzun vadede maliyetleri düşürür.

Bununla birlikte, önerilen yöntemin şarj durumu tahmininin doğruluğunu olumsuz etkileyebilecek bazı mekanik ve elektriksel dezavantajları olduğu vurgulanmalıdır. Örneğin, pil şarj durumunun tahmininde elde edilen sonuçlar, voltaj tahminine kıyasla daha az doğru bulunmuştur. Bu durum, pilin şarj durumunu tahmin etmenin, voltajı tahmin etmekten daha karmaşık olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, önerilen yöntemde düşük dereceli bir transfer fonksiyonu kullanılması da bu durumu etkilemiştir.

Bu sorunu çözmek ve gelecekte şarj durumu tahmininde daha doğru sonuçlar elde etmek için yapay sinir ağlarından yararlanılabilir. Bu tekniğin kullanımı, şarj durumu tahmininin doğruluğunu artırarak modelin etkinliğini önemli ölçüde geliştirebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduklarını, ilgili yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Mohammed MOHAMMED: Yazma-gözden geçirme ve düzenleme, veri toplama, verinin düzenlenmesi, görselleştirme. Hasan BAYINDIR: Kavramsallaştırma, metodoloji, doğrulama, analiz, düzenleme, gözetim ve liderlik sorumluluğu.

KAYNAKLAR

- [1] G. Xia, L. Cao, and G. Bi, “A review on battery thermal management in electric vehicle application,” *J. Power Sources*, vol.367, pp. 90–105, 2017, doi: 10.1016/j.jpowsour.2017.09.046.
- [2] J. Jaguemont and J. Van Mierlo, “A comprehensive review of future thermal management systems for battery-electrified vehicles,” *J. Energy Storage*, vol. 31, no. January, pp. 101551, 2020, doi: 10.1016/j.est.2020.101551.
- [3] M. Malik, I. Dincer, and M. A. Rosen, “Review on use of phase change materials in battery thermal management for electric and hybrid electric vehicles,” *Int. J. Energy Res.*, vol. 40, no. 8, pp. 1011–1031, 2016, doi: <https://doi.org/10.1002/er.3496>.
- [4] M. Kaba, O. Kalkan, and A. Celen, “Elektrikli araçlarda kullanılan bataryalar ve termal yönetim sistemlerinin incelenmesi,” *Konya J. Eng. Sci.*, vol. 9, no. 4, pp. 1119–1136, 2021, doi: 10.36306/konjes.945819.
- [5] K. Vidyanandan, “Batteries for Electric Vehicles.,” *Energy Scan A House e-Journal Corp. Planning*, vol. 2, no. November, pp. 362–364, 2019, doi: 10.1017/cbo9781316090978.
- [6] D. Chen, J. Jiang, G. H. Kim, C. Yang, and A. Pesaran, “Comparison of different cooling methods for lithium ion battery cells,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 94, pp. 846–854, 2016, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2015.10.015.
- [7] J. Lin, X. Liu, S. Li, C. Zhang, and S. Yang, “A review on recent progress, challenges and perspective of battery thermal management system,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 167, pp. 120834, 2021, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.120834.
- [8] P. R. Tete, M. M. Gupta, and S. S. Joshi, “Developments in battery thermal management systems for electric vehicles: A technical review,” *J. Energy Storage*, vol. 35, no. December 2020, p. 102255, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.102255.

- [9] G. Şefkatand M. A. Özel, “Elektrikli araçlarda kullanılan pili hücre sinelektiriksel ve termal modeli,” *Uludağ Univ. J. Fac. Eng.*, vol. 25, no. 1, pp. 51–64, 2020, doi: 10.17482/uumfd.541391.
- [10] M. A. Jusoh and M. Z. Daud, “Accurate battery model parameter identification using heuristic optimization,” *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 333–341, 2020, doi: 10.11591/ijpeds.v11.i1.pp333-341.
- [11] H. Miniguano, A. Barrado, A. Lazaro, P. Zumel, and C. Fernandez, “General parameter identification procedure and comparative study of Li-Ion battery models,” *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 69, no. 1, pp. 235–245, 2020, doi: 10.1109/TVT.2019.2952970.
- [12] J. Jagemont, A. Nikolian, N. Omar, S. Goutam, J. Van Mierlo, and P. Van Den Bossche, “Development of a two-dimensional-thermal model of three battery chemistries,” *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 32, no. 4, pp. 1447–1455, 2017, doi: 10.1109/TEC.2017.2697944.
- [13] M. Dubarry, N. Vuillaume, and B. Y. Liaw, “From single cell model to battery pack simulation for Li-ion batteries,” *J. Power Sources*, vol. 186, no. 2, pp. 500–507, 2009, doi: 10.1016/j.jpowsour.2008.10.051.
- [14] R. Kantharaj and A. M. Marconnet, “Heat Generation and Thermal Transport in Lithium-Ion Batteries: A Scale-Bridging Perspective,” *Nanoscale Microscale Thermophys. Eng.*, vol. 23, no. 2, pp. 128–156, 2019, doi: 10.1080/15567265.2019.1572679.
- [15] K. Li, B. H. Soong, and K. J. Tseng, “A high-fidelity hybrid lithium-ion battery model for SOE and runtime prediction,” *Conf. Proc. - IEEE Appl. Power Electron. Conf. Expo. - APEC*, Tampa, Florida, pp. 2374–2381, March 26-30, 2017, doi: 10.1109/APEC.2017.7931032.
- [16] R. Zhang et al., “A study on the open circuit voltage and state of charge characterization of high capacity lithium-ion battery under different temperature,” *Energies*, vol. 11, no. 9, 2018, doi: 10.3390/en11092408.
- [17] W. Wu, S. Wang, W. Wu, K. Chen, S. Hong, and Y. Lai, “A critical review of battery thermal performance and liquid based battery thermal management,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 182, no. December 2018, pp. 262–281, 2019, doi: 10.1016/j.enconman.2018.12.051
- [18] C. Wang et al., “Cooperative co-evolutionary differential evolution algorithm applied for parameters identification of lithium-ion batteries,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 200, pp. 117192, 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.117192.
- [19] C. Zhang, K. Li, S. McLoone, and Z. Yang, “Battery modelling methods for electric vehicles - A review,” 2014 *Eur. Control Conf. ECC 2014*, Strasbourg, France, pp. 2673–2678, June 25-27, 2014, doi: 10.1109/ECC.2014.6862541.
- [20] T. Huria, M. Ceraolo, J. Gazzarri, and R. Jackey, “High fidelity electrical model with thermal dependence for characterization and simulation of high power lithium battery cells,” 2012 *IEEE Int. Electr. Veh. Conf. IEVC 2012*, Greenville, SC, United States, March 4-8, 2012, doi: 10.1109/IEVC.2012.6183271.
- [21] Q. Sun and C. Tang, *Battery Cell Electro-Thermal Modeling and Cooling System Design*. (2018). Accessed: May 16, 2024 [Online]. Available: <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/256167/256167.pdf>
- [22] B. Kumaran. *Kokam Cell 31ah (SLPB78216216H)*, Accessed: May 20, 2024 [Online]. Available: http://www.kokam.com/new/kokam_en/sub01/sub01_01.html

Copyright © 2024 Mohammed and Bayındır. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).



Araştırma Makalesi / Research Article

Diyarbakır Ekolojik Şartlarında Farklı Organik İçerikli Gübrelerle İle Yetiştirilen Keten (*Linum usitatissimum* L.) Çeşitlerinin Bazı Besin Bileşenlerinin Belirlenmesi


*Determination of Some Nutritional Components of Flax (*Linum usitatissimum* L.) Varieties Grown with Different Organic Fertilizers in Diyarbakır Ecological Conditions*

Şilan ÇİÇEK BAYRAM^{1,*} , Sema BAŞBAĞ² , Nazlı AYBAR YALINKILIÇ³ 

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim dalı, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

³ Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 49250, Muş, Türkiye

 <https://doi.org/10.55007/dufed.1544243>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 05 Eylül 2024

Revize, 14 Ekim 2024

Kabul, 15 Ekim 2024

Online Yayınlama, 09 Aralık 2024

Anahtar Kelimeler

Keten, *Linum usitatissimum* L.,
Organik gübre, Yağ içeriği, Protein oranı

ÖZ

Fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilen keten tohumunun önemi, besin değerinin yüksek olması ve kullanım alanının çeşitliliği gibi nedenlerden dolayı giderek artmaktadır. Bu çalışmada, farklı organik gübrelerle kullanılarak yetiştirilen keten çeşitlerinin, bazı teknolojik özelliklerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek amaçlanmıştır. Diyarbakır ekolojik şartlarında iki yıl (2022, 2023) süre ile yürütülen çalışmada, Kara Kız, Sarı Dane ve Beyaz Gelin keten çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Denemede, hayvan gübresi, deniz yosunu, humik asit ve solucan gübresi kullanılmıştır. Çalışma, Dicle Üniversitesi İyi Tarım Uygulamaları sahasında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni uyarınca 4 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Deneme bulgularına göre; ham yağ oranının 2022 yılında % 32,05-36,12 ve 2023 yılında % 32,37-36,49 arasında değiştiği, protein oranının 2022 yılında %23,29-24,67, 2023 yılında %23,11-24,18 arasında değiştiği, kül oranının 2022 yılında %3,22-3,32 ve 2023 yılında % 3,29-3,48 arasında değiştiği, karbonhidrat oranının 2022 yılında % 8,67- %8,90 ve 2023 yılında % 8,72- % 8,92 arasında değiştiği, nem oranının 2022 yılında % 6,85- %7,14 ve 2023 yılında % 6,83- % 7,17 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Organik içerikli gübrelemenin ketende kalite parametrelerinde olumlu etki yaptığı, kullanılan gübre yöntemi bakımından solucan gübresi ve hayvan gübresinin diğer gübrelere kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. Çeşit yönünden Beyaz Gelin çeşidinin bölgede tercih edilmesi önerilmektedir.

***Sorumlu Yazar**

E-posta Adresleri: silancicek21@gmail.com (Şilan ÇİÇEK BAYRAM), sbasbag@dicle.edu.tr (Sema BAŞBAĞ)

na.yalinkilic@alparslan.edu.tr (Nazlı AYBAR YALINKILIÇ)

ARTICLE INFO

Article History

Received, 05 September 2024

Revised, 14 October 2024

Accepted, 15 October 2024

Available Online, 09 December 2024

Keywords

Flax, *Linum usitatissimum* L.,
Organic manure, Oil content,
Protein rate

ABSTRACT

The importance of flaxseed, which is considered a functional food, is increasing due to its high nutritional value and variety of usage areas. The aim of this research is to comprehensively evaluate some technological properties of flax varieties grown using different organic fertilizers. The trial was carried out for two years (2022, 2023) in Diyarbakır ecological conditions. Kara Kız, Sarı Dane and Beyaz Gelin flax varieties were used as materials in the study. In the trial, animal manure, seaweed, humic acid and worm compost were used as organic fertilizer varieties. The study was carried out in the Good Agricultural Practices field of the Dicle University according to the split-plot trial design in randomized blocks with 4 replications. According to the research results; It was determined that the oil ratio varied between 32.05-36.12% in 2022 and 32.37-36.49% in 2023, and the protein ratio values varied between 23.29-24.67% in 2022 and 23.11-24.18% in 2023 the ash ratio varied between 3.22-3.32% in 2022 and 3.29-3.48% in 2023, the carbohydrate ratio varied between 8.67-8.90% in 2022 and 8.72-8.92% in 2023, the moisture content varied between 6.85-7.14% in 2022 and 6.83-7.17% in 2023.. In general, it was determined that organic fertilization had a positive effect on the quality parameters in flax, and that worm manure and animal manure were mostly better results in flax cultivation as the fertilizer method used. It is recommended that the Beyaz Gelin flax variety be preferred in the region.

1. GİRİŞ

Keten (*Linum usitatissimum*) gıda, ilaç ve tekstil lifi olarak uzun bir kullanım geçmişine sahiptir. Keten tohumu eski zamanlardan beri iyi bilinmesine rağmen, şu anda gıda maddelerinin formülasyonunda yaygın olarak kullanılmamaktadır; ancak son zamanlarda yapılan çalışmalar sayesinde popülaritesi artmıştır. Keten, Latince "çok faydalı" anlamına gelir. Keten tohumları, alfa-linolenik asit ve lignanların en zengin kaynağıdır. Ayrıca, önemli bir çözünür lif, antioksidan ve yüksek kaliteli protein kaynağıdır.

Tüm dünyada yaygın bir yağlı tohum bitkisi olarak bilinen keten (*Linum usitatissimum* L.), Linaceae familyasına ait bir bitkidir [1].

Tüketicinin beslenme ve sağlık arasındaki ilişki konusundaki farkındalığı, keten tohumuna olan talebi giderek artırmıştır. Keten tohumu, besin değerinin yanı sıra sağlık açısından çok sayıda fayda sağlaması nedeniyle potansiyel bir fonksiyonel gıda maddesi olarak kabul edilmektedir [2]. Bununla birlikte, özellikle omega-3 yağ asitleri, lignanlar ve lif gibi benzersiz besin profili nedeniyle son yıllarda önem kazanan, ancak yeterince kullanılmayan bir üründür [3].

Keten, içerdiği % 30-45 arasında yağ oranı ile önemli yağ bitkileri arasında yer almaktadır. Ayrıca, yağının çabuk kuruması nedeniyle boya sanayindeki önemi giderek artmaktadır. Keten yağı aynı zamanda mükemmel bir mikro besin kaynağı olarak da kabul edilmektedir. Ayrıca esansiyel yağ

asitleri olan diyet lifi, protein, B1 vitamini, lignin ve linoleik asitler açısından da zengin olduğu bilinmektedir [4].

Keten tohumunun toplam protein içeriği %20 ila %30 arasındadır; bunun %80'i globulin ve %20'si glutelindir [5]. 100 gramlık keten tohumunda 60-300 mg arasında lignan bulunur [6]. Küresel gıda sisteminde fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilen keten tohumuna olan talep, giderek artmaktadır. Fonksiyonel gıda kavramını fizyolojik fayda sağlayabilecek, hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde yardımcı olabilecek gıdalar veya bileşenler olarak tanımlamak mümkündür [7].

Keten, marjinal alanlardan birinci sınıf tarım arazilerine kadar pek çok iklim bölgesinde yazlık veya kışlık yetiştirilebilmektedir. Kuşak ortası iklime sahip nemli bölgelerde yaygın olarak yayılış gösteren ketenin tohum üretimi için özellikle subtropikal bölgeler daha uygundur. Keten yetiştiriciliği için nemli iklim bölgeleri önemlidir ve özellikle serin, sık yağış alan, kıyı bölgeleri (lif amaçlı tarımda) oldukça idealdir [8]. Diğer taraftan kendisinden sonra ekilecek bitkiye çok temiz bir tarla bırakması ile ekim nöbeti sistemleri içinde kolayca yer alabilen bir bitkidir.

Ekim, hasat zamanı, sulama gibi kültürel uygulamaların keten çeşitleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte, gübreleme, ketenin Akdeniz Havzası'na başarılı bir şekilde yeniden kazandırılmasında belirleyici faktör olabilir; çünkü literatür çalışmaları, toprak işlemenin yanı sıra verimi, tohum ve lif kalitesini en çok etkileyen faktörün gübreleme, özellikle de azotlu gübreleme olduğunu göstermektedir [9, 10].

Uygun gübrelerin, uygun zamanda ve bitkiye ihtiyaç duyulan miktarda uygulanması, bitkinin yüksek verim almasını sağlayan en önemli unsurlardan biridir. Azot gübrelemesi ketenin verimliliğinin ve kalitesinin artırılmasında önemli rol oynar. Fosfor kök gelişimini ve lif mukavemetini olumlu yönde etkileyerek tohum oluşumunda görev alır, potasyum ise lif ve tohum oluşumunu uyarır. Lif demetleri arasında daha güçlü bir bağ oluşturur ve sapın işlenmesi teknik olarak daha kolaylaştırır [11].

Ketenin sadece N, P ve K besin maddelerine değil aynı zamanda mikro besinlere de ihtiyaç duyduğunu öne süren çalışmalar mevcuttur. B (bor) gübresinin uygulanmasının diğer besin maddelerinin emilimini ve keten sapındaki lif içeriğini arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, Mo (molibden) ve B'nin uygun düzeyde N, P ve K besin maddeleri ile kombinasyon halinde uygulanması, ketende lifin gerilme mukavemeti, esnekliği ve inceliği gibi lif niteliklerini iyileştirmiştir [12].

Keten tohumunun fiziksel ve kimyasal özellikleri; genetik özellikler ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Yetiştirme tekniklerinin, özellikle de gübrelemenin tohum kalitesi üzerine olan etkilerini değerlendiren çalışma sayısı sınırlıdır. Bu makalenin amacı, farklı organik

gübreler kullanılarak yetiştirilen keten çeşitlerinin, teknolojik özelliklerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmektir. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, daha sonra yapılacak araştırmalara referans sağlanması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma, Diyarbakır ili Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne bağlı Tarla Bitkileri deneme sahasında bulunan uzun yıllar boyunca kimyevi gübre ve pestisit kullanılmayan İyi Tarım Uygulamaları alanında, yazlık olarak 2022 ve 2023 yıllarında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alana ait toprak örneği Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Enstitü Müdürlüğü tarafından analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Organik yöntemler ile yetiştirilen keten deneme alanına ilişkin toprak özellikleri

Numune Bilgisi	Suyula Doygunluk (%)	Bünye Sınıfı	Suyula Doygun Toprakta EC* (dS/m)	Suyula Dolgun Toprakta pH*	Kireç (CaCO ₃)* (%)	Organik Madde* (%)	Alınabilir Fosfor (P ₂ O ₂)	Alınabilir Potasyum (K ₂ O) *	Alınabilir Kalsiyum (Ca)**	Alınabilir Magnezyum (Mg) **	Alınabilir Bakır (Cu) **	Alınabilir Demir (Fe) **	Alınabilir Mangan (Mn) **	Alınabilir Çinko (Zn) **
Deneme Alanı	80	Killi	0,9	7,76	10,40	0,83	4,50	111	1035	910	0,91	3,08	2,26	0,31

Tablo 1 incelendiğinde; araştırmanın yapıldığı alan; tuzluluk problemi olmayan, killi bünyeli, yüksek miktarlarda kireç barındıran, potasyum bakımından zengin, organik madde ve fosfor açısından fakir bir toprağa sahiptir.

2022-2023 yılları ile uzun yıllara ait veriler Diyarbakır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kaynaklarından alınmıştır. Ketenin yetiştirme dönemi dikkate alınarak bölgeye ait bazı iklim verileri incelendiğinde; çalışmanın ilk yılı ortalama sıcaklık 25,86 °C, ikinci yılında ise 25,52 °C olarak kaydedilmiş; uzun yıllar ortalama sıcaklık ise 20,06 °C olarak gerçekleşmiştir. Toplam yağış miktarı denemenin birinci yılında 116 mm iken, diğer yılında 96.9mm'dir. Ortalama nispi değerlerine bakıldığında ise 2022 yılında bu değer % 37,16 iken, 2023 yılında nispi nemin % 39,32 olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Diyarbakır ilinin 2022 ve 2023 yılı keten yetiştirme dönemi ile uzun yıllara ait, toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık ve ortalama nispi nem değerleri

Aylar	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)		
	2022	2023	Uzun Yıllar	2022	2023	Uzun Yıllar	2022	2023	Uzun Yıllar
Nisan	5,0	78,7	70,0	17,9	14,7	13,8	43,2	65,8	63,0
Mayıs	97,8	16,4	42,0	19,4	20,1	19,2	53,7	49,6	55,0
Haziran	13,2	0,0	7,6	28,1	27,6	26,0	32,9	34,3	35,0
Temmuz	0,0	1,8	0,7	32,1	32,3	31,0	28,0	23,3	26,0
Ağustos	0,0	0,0	0,5	31,8	32,9	30,3	28,0	23,6	26,0
Toplam/Ortalama	116,0	96,9	120,8	25,86	25,52	24,06	37,16	39,32	41,00

Çalışma alanı, sonbaharda pulluk ile derin sürüm yapılarak kışa bırakılmış, ilkbaharda yüzlek bir şekilde sürülmüş ve ardından diskli tırmık ve tapan çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Araştırmada, materyal olarak Kara Kız, Sarı Dane ve Beyaz Gelin keten çeşitleri kullanılmıştır. Denemede organik yetiştirme alanında hayvan gübresi, deniz yosunu, humik asit, solucan gübresi türleri kullanılmıştır.

Çalışma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme dizaynı uyarınca 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana parseller keten çeşitlerinden, alt parseller ise solucan gübresi, hayvan gübresi, deniz yosunu, humik asit, girdisiz yöntemlerden oluşmuştur. Deneme alanındaki parseller arası, gübrelerin birbirlerine olan etkisini minimize etmek ve traktör çapası yapabilmek amacıyla 2,5 metre tutulmuştur. 6 sıralı olarak parseller ayarlanmış olup, parsel uzunluğu 4 metre tutulmuştur. Tohumlar 20 cm sıra arası mesafede ve 5 cm sıra üzeri mesafede olacak şekilde ekilmiştir. Ekim derinliği ise 1-2 cm olarak ayarlanmıştır. Ekim işlemi 2022 yılında 19 Nisanda, 2023 yılında ise 1 Mayıs tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan dozlar firmaların belirttiği (Deniz yosunu: 500 cc/da, Humik asit: 400 cc/da ve solucan gübresi: 65 kg/da, hayvan gübresi 4000 kg/da) dozlarda kullanılmıştır. Bu ürünlerin içeriklerine ait değerler Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir. Kullanılan hayvan gübresinin organik madde içeriği Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Enstitü Müdürlüğü'nde analiz edilmiştir.

Kapsüllerin %90'nının kahverengiye döndüğü dönemde 2022 yılında 19 Temmuzda, 2023 yılında 2 Ağustos tarihinde hasat ve harman işlemi elle gerçekleştirilmiştir. Keten tohumları, analizleri yapılmak üzere 10 g olacak şekilde hazırlanmıştır. Analiz yapılacak numunelerin %15'i oranındaki numune TS EN ISO 659 (Yağlı Tohumlar –Yağ Muhtevasının tayini) standardına göre referans metot analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar aynı numunelerin yakın kızıl ötesi spektroskopisi yöntemiyle (NIR) çalışan BUCHI markasının NIRMMASTER cihazında yağlı tohumlar uygulamasına göre okutulmuş ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 0,4 sapma aralığı baz alınarak NIRMMASTER cihazında gerekli BIAS ve SLOP ayarlamaları yapılmış ve numunelerin teknolojik özelliklerine ait analizler yapılmıştır.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan hayvan gübresine ilişkin analiz sonuçları

Analizler	Nem (%)	* Organik Madde (%)	pH	EC (dS/m)	*Toplam Azot (N) (%)	Toplam Potasyum (K) (%)	Toplam Bakır (Cu) (ppm)	Toplam Fosfor (P) (%)	Toplam Kalsiyum (Ca) (%)	Toplam Magnezyum (Mg) (%)	Toplam Demir (Fe) (%)	Toplam Mangan (Mn) (ppm)	Toplam Çinko (Zn) (ppm)
Sonuçlar	4.08	22.45	8.11	2.78	0.87	1.48	32.00	0.28	11.5	0.45	0.9	284.0	82.0

Tablo 4. Çalışmada kullanılan deniz yosunu gübresine ilişkin içerik ve değerler

İçerik	Değer (%w/w)
Toplam Organik Madde	% 45
Suda Çözünür Potasyum Oksit (K ₂ O)	% 10
Alginik Asit	% 1.5
EC (dS/m)	% 23,2
pH	7 - 9

Tablo 5. Çalışmada kullanılan hümik asit gübresine ilişkin içerik ve değerler

İçerik	Değer (%w/w)
Toplam Organik Madde	% 15
Toplam Hümik ve Fulvik Asit	% 15
Suda Çözünür K ₂ O	% 0,03
pH	4 - 6

Tablo 6. Çalışmada solucan gübresine ilişkin içerik ve değerler

İçerik	Değer (%w/w)
Organik Madde	% 35
Toplam Azot (N)	%3
Organik Azot	%2,5
Suda Çözünür Potasyum Oksit (K ₂ O)	% 1,1
Toplam Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	% 1
Toplam Hümik asit + Fülvik Asit	%20
C/N	% 14
Max. EC	5 dS/m
Max. Nem	% 35
pH	6,5-8,5

Araştırmadan elde edilen değerler JMP Pro (13. 0) istatistik paket programı yardımıyla tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni uyarınca analiz edilmiş ve farklılıklar “F” testi yapılarak "LSD" önemlilik testine göre gruplandırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Ham Yağ Oranı

Yapılan bu çalışmada, denemeye alınan keten çeşitlerine ait yağ oranı değerleri arasındaki farklılıklar ile uygulanan gübre çeşitlerine ait yağ oranı değerleri arasındaki farklılıklar her iki deneme senesinde de istatistiksel anlamda önemlilik göstermiştir. Keten çeşitlerinde ham yağ oranı 2022 yılında % 32,05-36,12 ve 2023 yılında % 32,37-36,49 arasında değişim göstermiş, her iki çalışma yılında da en yüksek değerler Beyaz Gelin çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler kıyaslandığında Sarı Dane keten çeşidinin en düşük yağ oranına (%32,05) sahip olduğu belirlenmiştir. Organik gübreler incelendiğinde ise; denemenin ilk yılında ham yağ oranı açısından en yüksek değer %35,58 ile solucan gübresinden, en düşük ham yağ oranı değeri ise %33,25 ile girdisiz (kontrol) uygulamadan elde edilmiştir. Denemenin diğer yılında ise; yağ oranı açısından en yüksek değer %36,21 ile solucan gübresinden, en düşük ham yağ değeri ise %33,11 ile girdisiz (kontrol) uygulamadan alınmıştır. Bu sonuçlara dayanarak, gübrelemenin genel olarak yağ oranını arttırdığı, solucan gübresi ve hayvan gübresinin diğer organik gübrelere nazaran daha iyi etkilediği sonucuna varılabilir (Tablo 7).

Ham yağ oranının denemenin birinci ve ikinci yılında farklı değerler arasında değişmesi, yıllara bağlı olarak değişen iklim faktörlerinin düşük düzeyde de olsa yağ oranı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda bulunan ham yağ oranı değerlerinin Çoban ve ark. [13], Çöl Keskin ve ark. [14], tarafından bildirilen sonuçlarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Keten tohumunun, %38,60 ile % 47,00 arasında değişen ham yağ oranı ihtiva ettiğini tespit eden çalışmalar mevcuttur [15,16,17]. Yağ oranına ait bu bulgular, Tunçtürk [18] tarafından bildirilen yağ oranı değerleri (%28,9-35) ile kısmen benzerlik göstermektedir. Bu değerlerin literatürde bildirilen değerler ile farklılık göstermesinin nedeni üzerinde çalışılan materyalin farklılığından kaynaklanmaktadır.

3.2 Protein Oranı

Tablo 7'nin incelemesinden görüleceği gibi, denemeye alınan keten çeşitlerinin 2022 yılında protein oranı değerlerinin %23,29-24,67 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. 2023 yılında ise protein içeriği %23,11-24,18 ile arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Denemede kullanılan tüm keten tohumlarının protein içeriğinin istatistiksel olarak birbirinden farklı sonuçlar gösterdiği ortaya çıkmıştır. En yüksek protein içeriği her iki yılda da ile Kara Kız çeşidinde bulunmuştur. Sarı Dane keten çeşidi ise en düşük protein oranına sahip çeşit olmuştur. Organik gübreler yönünden

incelendiğinde ise; denemenin ilk yılında protein oranı açısından en yüksek değer %25,57 ile hayvan gübresinden, en düşük protein oranı ise % 22,20 ile girdisiz (kontrol) uygulamadan elde edilmiştir. Denemenin diğer yılında ise; protein oranı açısından en yüksek değer %24,7 ile hayvan gübresinden ve bununla istatistiksel olarak aynı grupta yer alan solucan gübresinden, en düşük değer ise % 22,06 ile girdisiz (kontrol) uygulamadan elde edilmiştir

Çoban ve ark. [13] protein oranı ortalamasının % 20,01 olduğunu bildirmiştir. Öksüz ve ark. [2] yaptıkları çalışmada keten tohumunda bulunan protein oranının çeşitlere bağlı olarak %16 ile %27,9 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Anılan literatür bulguları, çalışmada ulaşılan sonuçları desteklemektedir. Genetik ve çevresel faktörler keten tohumunun protein içeriği üzerine etkili olabilmektedir. Bulgular arasındaki farklılıklar, çalışmaların yürütüldüğü bölgelerdeki iklim, toprak, yetiştirme uygulamaları ve kullanılan genetik materyalin farklılığından kaynaklanabilir.

Tablo 7. Farklı organik gübre uygulamalarının keten çeşitlerinde ham yağ oranı ve protein içeriği üzerine etkisi

Yıl	Uygulama	Ham Yağ Oranı (%)				Protein Oranı (%)			
		Çeşit				Çeşit			
		Kara Kız	Sarı Dane	Beyaz Gelin	Ort.	Kara Kız	Sarı Dane	Beyaz Gelin	Ort.
2022	Girdisiz	34,08	30,50	35,19	33,25 E	23,31	20,35	22,95	22,20 D
	Solucan Gübresi	36,59	33,60	36,56	35,58 A	24,71	24,6	23,54	24,28 B
	Hayvan Gübresi	35,69	33,58	36,72	35,33 B	25,83	25,22	25,67	25,57 A
	Hüyük Asit	36,13	31,74	36,23	34,7 C	24,68	23,94	24,49	24,37 B
	Deniz Yosunu	35,02	30,84	35,94	33,93 D	24,83	22,34	23,75	23,64 C
	Ort.	35,50 B	32,05 C	36,12 A		24,67 A	23,29 C	24,08 B	
LSD	Ç: 9,56** U:1,38** ÇxU: ö.d				Ç: 6,17* U:3,36** ÇxU: 2,94 ö.d				
2023	Girdisiz	33,78	30,45	35,11	33,11E	22,79	21,98	21,4	22,06 E
	Solucan Gübresi	36,63	34,50	37,50	36,21 A	25,3	23,84	24,5	24,55 A
	Hayvan Gübresi	35,20	33,34	36,34	34,96 B	24,42	24,27	25,6	24,76 A
	Hüyük Asit	35,85	32,18	36,68	34,90 C	24,8	22,58	23,13	23,50 C
	Deniz Yosunu	34,95	31,38	36,82	34,83 D	23,59	22,9	22,8	23,10 D
	Ort.	35,28 B	32,37 C	36,49 A		24,18 A	23,11 C	23,48 B	
LSD	Ç: 7,45** U:9,615** ÇxU: ö.d				Ç: 3,81** U: 4,9**3 ÇxU: ö.d				

Ç; çeşit, U; uygulama, ÇxU; çeşit x uygulama İnteraksiyonu, ö.d; önemli değil,

**; %1 düzeyinde önemli ve *; %5 düzeyinde önemli.

3.3 Kül Oranı

Keten çeşitlerinde kül oranı 2022 yılında %3,22-3,32 ve 2023 yılında % 3,29-3,48 arasında değişmiş, her iki deneme yılında da en yüksek kül oranı değerleri Beyaz Gelin çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler kıyaslandığında Kara kız keten çeşidinin en düşük kül oranına (% 3,22 ve % 3,29) sahip olduğu belirlenmiştir. Organik gübreler incelendiğinde ise; denemenin ilk yılında kül oranı açısından en yüksek değer %3,42 ile hayvan gübresinden, en düşük değer ise %3,16 ile girdisiz

(kontrol) uygulamadan elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise; kül oranı yönünden en yüksek değer %3,49 ile hayvan gübresinden en düşük kül oranı değeri ise % 3,25 ile girdisiz (kontrol) uygulamadan elde edilmiştir. Kül oranı tohumda var olan mineral içeriğin bir göstergesi olduğundan organik gübrelemenin keten tohumunda kül oranını artırıcı bir etkisi olduğu çalışma sonucunda saptanmıştır.

Madhusudhan [19], Ketende kül oranının yaklaşık olarak %4 civarında olduğunu bildirmiştir. Morris [20], keten tohumunun %3,4 külden oluştuğunu ortaya koymuştur. Arslan ve ark. [21], yaptıkları iki yıllık çalışmada ketende kül oranının % 3,57 ile % 4,23 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışma bulguları, adı anılan literatür bulgularından kısmen düşük sonuçlar göstermektedir. Yapılan araştırmalar, bu özelliğin genotip ve yetiştirme koşullarından önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir [22].

3.4 Nem Oranı

Tablo 8 incelendiğinde, ketende nem oranı (%) yönünden çeşitler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu ve organik gübreler ve çeşit × gübre etkisi arasındaki farkların önemli olmadığı görülmektedir.

Tablo 8. Farklı organik gübre uygulamalarının keten çeşitlerinde kül oranı ve nem içeriği üzerine etkisi

Yıl	Uygulama	Kül Oranı (%)				Nem Oranı (%)			
		Çeşit				Çeşit			
		Kara Kız	Sarı Dane	Beyaz Gelin	Ort.	Kara Kız	Sarı Dane	Beyaz Gelin	Ort.
2022	Girdisiz	3,1	3,2	3,18	3,16 D	6,93	7,04	6,8	6,92
	Solucan Gübresi	3,25	3,3	3,32	3,29 B	6,91	7,13	6,85	6,96
	Hayvan Gübresi	3,32	3,4	3,55	3,42 A	6,89	7,29	6,87	7,02
	Hüyük Asit	3,19	3,22	3,30	3,23 C	6,88	7,1	6,94	6,97
	Deniz Yosunu	3,25	3,31	3,25	3,27 B	6,9	7,16	6,8	6,95
	Ort.	3,22 C	3,28 B	3,32 A		6,90 B	7,14 A	6,85 C	
LSD		Ç: 6,02** U:3,44** ÇxU: ö.d				Ç: 4,16** U: ö.d ÇxU: ö.d			
2023	Girdisiz	3,15	3,25	3,35	3,25 D	6,88	7,12	6,85	6,96
	Solucan Gübresi	3,28	3,4	3,53	3,40 B	6,9	7,25	6,82	6,98
	Hayvan Gübresi	3,4	3,43	3,66	3,49 A	6,93	7,15	6,81	6,96
	Hüyük Asit	3,32	3,29	3,42	3,34 C	6,95	7,15	6,83	7,01
	Deniz Yosunu	3,3	3,25	3,48	3,34 C	6,93	7,2	6,86	7,03
	Ort.	3,29 C	3,32 B	3,48 A		6,92 B	7,17 A	6,83 C	
LSD		Ç: 1,57** U: 2,03* ÇxU: ö.d				Ç: 3,82** U: ö.d ÇxU: ö.d			

Ç;çeşit, U; uygulama, ÇxU; çeşit x uygulama İnteraksiyonu, ö.d; önemli değil,

**; %1 düzeyinde önemli ve *; %5 düzeyinde önemli.

Denemeye alınan keten çeşitlerinin ortalamalarına bakıldığında; denemenin ilk yılında en yüksek nem oranı %7,14 ile Sarı Dane çeşidinde, en düşük 6,85 ile Beyaz Gelin çeşidinde belirlenmiştir. 2023 yılında; bulgular bir önceki yıl ile benzerlik göstermiş ve en düşük nem oranı %6,83'lik bir pay ile Beyaz Gelin çeşidinden elde edilmiştir.

Öksüz ve ark., [3] % 4,87 - 7.79 arasında nem değerleri bildirmişlerdir. Morris [20], keten tohumunun %7,7 nem içeriğine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, söz konusu çalışmalarda yer alan değerler ile uyumlu olduğu ifade edilebilir.

3.5 Karbonhidrat Oranı

Yürütülen çalışmada; keten çeşitlerinde karbonhidrat oranı 2022 yılında % 8,67- %8,90 ve 2023 yılında % 8,72- % 8,92 arasında değişmiş, her iki çalışma yılında da en yüksek karbonhidrat oranları Sarı Dane çeşidinden elde edilmiştir. Kara Kız keten çeşidinin en düşük karbonhidrat oranına sahip çeşit olduğu belirlenmiştir. Organik Gübreler incelendiğinde ise; denemenin ilk yılında karbonhidrat oranı açısından en yüksek değer %9,15 ile hayvan gübresinden, en düşük karbonhidrat oranı değeri ise %8,42 ile girdisiz (kontrol) uygulamadan elde edilmiştir. Denemenin diğer yılında ise; karbonhidrat oranı açısından en yüksek değer %9,14 ile hayvan gübresinden, en düşük karbonhidrat oranı değeri ise %8,44 ile girdisiz (kontrol) uygulamadan elde edilmiştir (Tablo 9).

Mevcut bulgular, Arslan ve ark.[21]'inin sekiz farklı keten genotipinde karbonhidrat oranının % 6,73 ile % 9,62 olduğunu bildirdiği çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 9. Farklı organik gübre uygulamalarının keten çeşitlerinde karbonhidrat oranı üzerine etkisi

Yıl	Uygulama	Karbonhidrat Oranı (%)			
		Kara Kız	Sarı Dane	Beyaz Gelin	Ort.
2022	Girdisiz	8,13	8,55	8,58	8,42 D
	Solucan Gübresi	8,87	8,95	8,78	8,86 B
	Hayvan Gübresi	8,95	9,33	9,17	9,15 A
	Hüyük Asit	8,63	8,82	9,00	8,81 C
	Deniz Yosunu	8,80	8,88	8,82	8,83 AB
	Ort.	8,67 C	8,90 A	8,87 B	
	LSD	Ç: 4,775 ** U: 0,522 * ÇxU: ö.d			
2023	Girdisiz	8,20	8,60	8,53	8,44 E
	Solucan Gübresi	8,74	8,98	9,00	8,90 B
	Hayvan Gübresi	8,99	9,22	9,23	9,14 A
	Hüyük Asit	8,85	8,60	8,68	8,71 D
	Deniz Yosunu	8,83	9,21	8,90	8,98 C
	Ort.	8,72 C	8,92 A	8,86 B	
	LSD	Ç: 12,82 ** U: 1,654 ** ÇxU: ö.d			

Ç;çeşit, U; uygulama, ÇxU; çeşit x uygulama İnteraksiyonu, ö.d; önemli değil,

**; %1 düzeyinde önemli ve *; %5 düzeyinde önemli.

4. SONUÇLAR

Diyarbakır ekolojik koşullarında 2 yıl süreyle yürütülen bu çalışmada, kontrol grubu ile kıyaslandığında uygulanan organik gübrelerin yağ oranı, protein oranı, nem içeriği, kül oranı ve karbonhidrat oranı gibi ketenin kalite özellikleri üzerine olumlu etki yaptığı anlaşılmıştır. Kullanılan gübre yöntemi olarak solucan gübresi ve hayvan gübresinin denemede kullanılan diğer gübrelere kıyasla incelenen özellikler üzerine olumlu etki yaptığı çalışma neticesinde saptanmış olup, çeşit yönünden denemede kullanılan materyallerden Beyaz Gelin keten çeşidinin bölgede tercih edilmesi önerilmektedir.

Yetiştirme tekniklerinin, özellikle de gübrelemenin keten tohumunda verim ve kalite üzerine olan etkileri hakkındaki çalışmaların sayısının artırılması, önemli bir potansiyele sahip keten bitkisinin üretim desenine entegre edilmesine katkıda bulunacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: ZİRAAT.22.015).

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduklarını, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Şilan ÇİÇEK BAYRAM: Çalışmayı kurma ve yürütme, veri toplama, yazma-gözden geçirme ve düzenleme, verinin düzenlenmesi, analiz, makale yazma-orijinal taslak hazırlama. Sema BAŞBAĞ: Yazma-orijinal taslak hazırlama, kavramlaştırma, proje yönetimi, finansman edinimi (mali desteğin alınması), gözetim ve liderlik sorumluluğu. Nazlı AYBAR YALINKILIÇ: Makale yazma-orijinal taslak hazırlama, inceleme, doğrulama.

KAYNAKLAR

- [1] V. M. Raole and V. V. Raole, "Flaxseed and seed oil: Functional food and dietary support for health," *EAS Journal of Nutrition and Food Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 68-77, 2022, doi: <https://doi.org/10.36349/easjnfs.2022.v04i0.007>
- [2] A. Öksüz, N. P. Bahadırılı, M. U. Yıldırım and E. O. Sarihan, "Comparison of proximate, fatty acids and element composition of different varieties (cultivars) and species of flax seeds," *Food and Health*, vol. 1, no. 3, pp. 124-134, 2015, doi: <https://doi.org/10.3153/JFHS15012>.
- [3] A. Goyal, V. Sharma, N. Upadhyay, S. Gill, and M. Sihag, "Flax and flaxseed oil: An ancient medicine and modern functional food," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 51, no. 9, pp. 1633-1653, 2014, doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
- [4] A. Goyal, V. Sharma, M. K. Sihag, A. K. Singh, S. Arora, and L. Sabikhi, "Fortification of dahi (Indian yoghurt) with omega 3 fatty acids using microencapsulated flaxseed oil microcapsules," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 53, pp. 2422-2433, 2016, doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2220-1>
- [5] C. Hall, M. C. Tulbek, and Y. Xu, "Flaxseed. In: Advances in Food and Nutrition Research," *Academic Press, Elsevier*, vol. 51, pp. 1-97, 2006, doi: [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(06\)51001-0](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(06)51001-0)
- [6] G. Flower, H. Fritz, L. G. Balneaves, S. Verma, B. Skidmore, R. Fernandes, D. Kennedy, K. Cooley, R. Wong, S. Sagar, D. Fergusson, and D. Seely, "Flax and breast cancer: A systematic review," *Integrative Cancer Therapies*, vol. 13, no. 3, pp. 181-192, 2014, doi: <https://doi.org/10.1177/1534735413502076>.
- [7] S. Y. Al-Okbi, "Highlights on functional foods, with special reference to flaxseed," *Journal of Natural Fibers*, vol. 2, no. 3, pp. 63-68, 2005, doi: https://doi.org/10.1300/J395v02n03_06.
- [8] Ş. Çiçek Bayram, N. Aybar Yalınkılıç, and S. Başbağ, "Investigation of germination and early seedling development of some flax (*Linum usitatissimum* L.) seeds under salt stress," *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, vol. 14, no. 1, pp. 64-70, 2024, doi: <https://doi.org/10.53518/mjavl.1424429>
- [9] A. Laza and G. Pop, "The influence of fertilization and seeding density on flax oil production quality," *Research Journal of Agricultural Sciences*, vol. 44, pp. 96-102, 2012.
- [10] V. Jogić, S. Džafić and J. Nikitović, "Effects of fertilization on the fatty acid content of oil flax," *International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology*, vol. 5, pp. 21-27, 2018.
- [11] J. Butorac, M. Pospíšil, Z. Mustapić and I. Duvnjak, "Estimation of agronomic and morphological traits of fibre flax varieties without and with topdressing by nitrogen," *Šjemenarstvo*, vol. 26, pp. 119-129, 2009.
- [12] W. S. Arnold and E. S. Malcolm, "Formulation of environmentally sound waste mixtures for land application," *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 152, no. 1-4, pp. 195-217, 2004, doi: [10.1023/B:WATE.0000015357.03531.b1](https://doi.org/10.1023/B:WATE.0000015357.03531.b1)
- [13] A. Çoban, C. B. Şahin ve N. İşler, "Bazı keten çeşitlerinde farklı sıra aralıklarının verim ve verim unsurları üzerine etkisi," *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, c. 14, sayı. 2, ss. 208-213, 2021, doi: <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.891740>.

- [14] N. Çöl Keskin, Ö. Öztürk, Z. Endes Eğribaş ve E. Yılmaz, “Bazı yağlık keten çeşitlerinde farklı sıra aralıklarının verim ve verim unsurları üzerine etkilerinin belirlenmesi,” *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı, ss. 109-120, 2020.
- [15] Ö. U. Diri, “Tohumluk miktarı ve azotlu gübre dozlarının ketenin verim ve verim öğelerine etkisi,” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1996.
- [16] R. Can Akçalı, “Bazı keten genotiplerinin agronomik ve kalite özellikleri üzerinde araştırmalar,” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 1999.
- [17] M. Özdamar, “Tokat Kazova şartlarında bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinin verim ve verimle ilgili özelliklerinin incelenmesi,” Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye, 2003.
- [18] M. Tunçtürk, “Van koşullarında bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinin verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi,” *Tarım Bilimleri Dergisi*, c. 13, sayı. 4, ss. 365-371, 2007.
- [19] B. Madhusudhan, “Potential benefits of flaxseed in health and disease,” *A Perspective, Agriculturae Conspectus Scientificus*, vol. 74, no. 2, pp. 67-72, 2009.
- [20] D. H. Morris, *Flax: A health and nutrition primer*, 3rd ed. (2003). Winnipeg: Flax Council of Canada. Accessed: June 4, 2012. [Online]. Available: <http://www.jitinc.com/flax/brochure02.pdf>
- [21] O. Arslan, F. Kahrıman, Ö. T. Bayram ve H. Turhan, “Çanakkale koşullarında yetiştirilen keten genotiplerinin tohum verimi ve bazı kalite özelliklerinin incelenmesi,” *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 8, sayı. 3, ss. 1-7, 2011.
- [22] M. C. Rubilar, M. Gutiérrez, C. Verdugo, Shene and J. Sineiro, “Flaxseed as a source of functional ingredients,” *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 10, no. 3, pp. 373–377, 2010.



Araştırma Makalesi / Research Article


Diyarbakır İli Dicle İlçesinin Nar Alanlarında Bulunan Zararlılar ve Doğal Düşmanların Belirlenmesi

Determination of Pests and Natural Enemies in the Pomegranate Orchards of Dicle District of Diyarbakır Province, Türkiye

Mehmet BALIKÇI ^{1,*} , Erol BAYHAN ² 

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

 <https://doi.org/10.55007/dufed.1559879>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 02 Ekim 2024

Revize, 28 Ekim 2024

Kabul, 30 Ekim 2024

Online Yayınlama, 09 Aralık 2024

Anahtar Kelimeler

Punica granatum, Nar, Zararlılar, Doğal düşman, Sörvey

ÖZ

Ülkemizde son yıllarda ekonomik açıdan önem kazanan bir bitki olan narın önemli entomolojik sorunları bulunmaktadır. Narda bulunan zararlıların tespitine yönelik faunistik çalışmalar mücadele açısından önemli veriler içermektedir. Bu çalışma Diyarbakır ili Dicle ilçesinin nar bahçelerinde bulunan zararlılar ve faydalı türleri tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında Dicle ilçesine bağlı nar bahçelerinde 2021 ve 2022 yılları arasında narın çiçeklenme ve hasat dönemleri dikkate alınarak Nisan-Ekim ayları arasında, düzenli ve düzensiz aralıklarla sörveyler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada dal sayım, gözle kontrol, kültüre alma ve darbe yöntemleri kullanılmış; ağacın sürgün, çiçek, dal, meyve ve gövdesi gözle kontrol edilirken Japon şemsiyesi, emgi tüpü, atrap ve D-vac (vakumlu toplama aleti) yardımıyla örnekler toplanmıştır. Nar yetiştiriciliği yapılan alanlarda yürütülen çalışmalar sonucunda Araneae, Dermaptera, Hemiptera, Neuroptera Coleoptera, Lepidoptera ve Diptera takımlarına bağlı 21 familyaya ait faydalı ve zararlı türleri içeren toplam 36 tür bulunmuştur. Zararlılardan en yaygın görülen türler; *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae), *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera: Pyralidae), *Carpophilus nepos* Murray, 1864 (Coleoptera: Nitidulidae) ve *Aphis punicae* Passerini, 1863 (Hemiptera: Aphididae) olurken, faydalı türlerden ise; *Scymnus araticus* lablokoff-Khrzorian, 1969; *Adalia bipunctata* (L.,1758) (Coleoptera: Coccinellidae), *Deraeocoris serenus* (Douglas & Scott, 1868) (Hemiptera: Miridae) ve *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) yaygın olarak tespit edilmiştir. Ayrıca sörveylerde, narın önemli zararlılarından olan *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) (Akdeniz meyvesineği) tespit edilmiş olmasına rağmen yoğunluğunun düşük olduğu görülmüştür.

***Sorumlu Yazar**

E-posta Adresleri: mhmt.balikci@gmail.com (Mehmet BALIKÇI), erolbayhan@gmail.com (Erol BAYHAN)

ARTICLE INFO

Article History

Received, 02 October 2024

Revised, 28 October 2024

Accepted, 30 October 2024

Available Online, 09 December 2024

Keywords

Punica granatum, Pomegranate,
Pests, Natural enemies, Survey

ABSTRACT

Pomegranate, a plant that has gained economic importance in our country in recent years, has important entomological problems. Faunistic studies for the detection of pests in pomegranate contain important data in terms of control. This research was conducted to find the harmful and beneficial insect species in the pomegranate groves in Dicle district of Diyarbakır province, Türkiye. Within the scope of the study, regular and irregular surveys were carried out between April and October in 2021 and 2022, taking into account the flowering and harvesting periods of the pomegranate. Branch counting, visual inspection, culturing and impact methods were used in the study; shoots, flowers, branches, fruits and trunk of the tree were visually inspected and samples were gathered with the help of Japanese umbrella, suction tube, atrap and D-vac (vacuum collector). Thanks to the surveys, 36 species from 21 families include pests and beneficial insect species belonging to the orders Araneae, Dermaptera, Hemiptera, Neuroptera Coleoptera, Lepidoptera and Diptera were found in Dicle district of Diyarbakır city, Türkiye. The most common found of pests; *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae), *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera: Pyralidae), *Carpophilus nepos* Murray, 1864 (Coleoptera: Nitidulidae) and *Aphis punicae* Passerini, 1863 (Hemiptera: Aphididae) are useful species to use; *Scymnus araticus* lablokoff-Khrzorian, 1969 was identified as *Adalia bipunctata* (L., 1758) (Coleoptera: Coccinellidae), *Deraeocoris serenus* (Douglas & Scott, 1868) (Hemiptera: Miridae) and *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae). Also during the surveys, the *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) (Mediterranean fruitfly), an important pest of pomegranate, was detected, but its density was low.

1. GİRİŞ

İnsan kültürü ve ticari faaliyetinde önemli bir yer tutan nar, taksonomik olarak Lythraceae familyasına bağlı *Punica* cinsine ait bir meyvedir. Nar için Orta Çağ İtalya'sında kullanılan ve çekirdekli elma anlamına gelen *Pomoni granatum* Linnaeus tarafından *Punica granatum* şeklinde meyvenin bilimsel adı olarak kullanılmıştır [1,2].

Asıl olarak narın anavatanı İran ve Hindistan'ın kuzeyi olarak kabul edilmekle birlikte, nar Türkiye'nin güney-güneydoğusunu da içine alan, Ortadoğu, Akdeniz havzası ve Kafkasya'da tarih öncesi dönemden beri bilinmektedir [3,4,5,6]. Bugün nar yetiştiriciliğinde Türkiye dâhil olmak üzere ABD, Afganistan, Arjantin, Avustralya, Azerbaycan, Cezayir, Çin, Endonezya, Ermenistan, Fas, Güney Afrika, Gürcistan, Hindistan, İran, İspanya, Irak, İsrail, İtalya, Mısır, Meksika, Kıbrıs, Özbekistan, Pakistan, Peru, Rusya, Suriye, Tacikistan, Yunanistan ve Tunus başta gelmektedir [7, 8, 9]. Narın anavatanını oluşturan coğrafya Türkiye'yi de kapsadığı için Ülkemiz geniş bir form ve çeşit zenginliğine sahiptir. Ayrıca Türkiye nar yetiştiriciliği için uygun arazi yapısına sahiptir [7]. Nar genellikle taze ve meyve suyu şeklinde tüketilen bir meyve iken; depolama, nakliyat ve gıda

teknolojisinde meydana gelen gelişmeler sonucunda endüstriyel olarak da önemi artmıştır. Bugün nar hayvan yemi, sirke, boya, yağ ve ilaç gibi birçok ürünün ham madde kaynağı olarak değerlendirilmektedir [10].

Ülkemizdeki nar üreticileri yetiştiricilik sorunlarıyla birlikte, önemli sayıda bitki koruma sorunuyla da yüze yüze kalmaktadır [11, 12]. Bu bitki koruma sorunlarından entomolojik etmenlerle mücadele nar üretiminde önemli bir yer tutmaktadır. Hem ülkemizde hem de dünyada nar zararlıları ve doğal düşman türlerini belirlemek amacıyla yapılan faunistik çalışma sayısı fazla değildir. Dünyada ve ülkemizde nar alanlarında yürütülmüş faunistik çalışmaların yeterince yapılmadığı bilinmektedir [10, 11, 12, 13, 14]. Bu çalışma Diyarbakır ili Dicle ilçesinin nar bahçelerinde bulunan zararlı ve faydalı böcek türlerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma, Diyarbakır'ın Dicle ilçesinde bulunan nar bahçelerinde 2021-2022 yılları arasında yapılmıştır. Nar ağaçları, doğal düşmanlar, zararlılar, Japon şemsiyesi, D-vac, atrap, emgi tüpü, sarı yapışkan tuzaklar ve feromon tuzaklar çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü dönem itibariyle nar bahçelerindeki zararlı ve doğal düşmanları tespit etmek amacıyla düzenli (haftalık veya iki haftada bir) ve düzensiz arazi çalışmaları yürütülmüştür. Çalışma narların gövde, sürgün, kök boğazı, dal, yaprak, çiçek ve meyvelerinin gözle kontrol edilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları nar ağacının çiçeklenme ve hasat dönemleri dikkate alınarak bu dönemlerde sıklıkları artırılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan örnekleme yöntemleri Öztürk ve ark. [11] esas alınarak yapılmıştır.

2.1 Dal Sayım Yöntemi

Nar ağacının dal, sürgün ve yapraklarında bulunan türler toplanmıştır. Toplananlar içerisindeki ergin bireyler doğrudan öldürme şişeleri yardımıyla öldürülmüş olup, etiket bilgileriyle birlikte buz kaplarına konularak laboratuvara götürülmüştür. Larva ve nimfler ise uygun şekilde buldukları bitkiyle beraber alınmış ve plastik kutulara konularak laboratuvarında ergin elde etmek amacıyla kültüre alınmıştır. Elde edilen erginler uygun metotlar kullanılarak teşhise hazır hale getirilip teşhis için; Cicadellidae, Cercopidae, Aphrophoridae ve Cixidae (Hemiptera) türleri Prof. Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)'na; Aleyrodidae (Hemiptera) türleri Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY (Çukurova Üniversitesi)'a; Chrysomelidae (Coleoptera) türleri Prof. Dr. Ebru Gül ASLAN (Süleyman Demirel Üniversitesi)'a; Chrysopidae (Neuroptera) türleri Prof. Dr. Ali SATAR (Dicle Üniversitesi)'a; Aphididae (Hemiptera) türleri Prof. Dr. Selime ÖLMEZ BAYHAN (Dicle Üniversitesi)'a; Tephritidae (Diptera) türleri Prof. Dr. Murat KÜTÜK (Gaziantep Üniversitesi)'e;

Nitidulidae (Coleoptera) türleri Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ (Ankara Üniversitesi)'ye; Araneae türleri Prof. Dr. Tanık DANIŞMAN (Kırıkkale Üniversitesi)'a Coccinellidae (Coleoptera) türleri Doç. Dr. Derya ŞENAL (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi)'a; Drosophilidae (Diptera) türleri Doç. Dr. Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE (Çukurova Üniversitesi)'ye; Miridae türleri Doç. Dr. Gülten YAZICI (Ankara ZMAE Müdürlüğü)'ya gönderilmiştir.

2.2 Gözle Kontrol Yöntemi ile Örneklem

Örneklem yapılan bahçenin ağaç sayısı dikkate alınarak seçilen her ağacın etrafında 2-3 dakika dolaşarak gözle görülen zararlı ve yararlılar doğrudan elle, pensle, emgi tüpü kullanılarak veya etmenin biyolojik durumuna göre budama makasıyla buldukları bitki kısmıyla beraber kültür kutularına alınarak laboratuvara getirilip, uygun koşullarda kültüre alınmıştır.

2.3 Darbe Yöntemi ile Örneklem

Hareketli türlerin toplanmasında kullanılan başlıca yöntem olarak darbe yöntemi tercih edilmiştir. Bahçenin büyüklüğü ve bahçede bulunan ağaç sayısını temsilen rastgele seçilen ağaçların her yönünde bulunan bir dalına sopa ile 4-5 defa vurularak zararlı ve yararlı türlerin Japon şemsiyesine düşmeleri sağlanmıştır. Japon şemsiyesine düşen bireyler uygun şekilde alınıp öldürme şişelerine alınmıştır. Ölen böcekler daha sonra etiketlenerek örnek kaplarına alınmış ve bu materyaller laboratuvara getirilip, eldeki örnekler teşhise hazır hale getirilmiştir.

2.4 Tuzak Yöntemi ile Örneklem

Tuzak yönteminde özellikle Akdeniz meyve sineğinin yakalanması için sarı renkli yapışkan tuzaklar ve delta tipi feromon tuzaklar kullanılmıştır. Hedef türün yanı sıra yakalanan zararlı ve faydalı diğer türler de teşhise uygun hale getirilmiş olup, daha sonra konu uzmanı kişilere gönderilmiştir.

Kullanılan Tuzak yöntemi ile toplanan türler Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümündeki böcek koleksiyonlarında bulunan teşhisli materyal ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra teyit ve teşhis için 2.1 alt başlığında belirtilen konu uzmanlarına gönderilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada Dicle ilçesi (Diyarbakır) nar alanlarında 2021-2022 yıllarında yapılan sörveylerde elde edilen türler Tablo 1'de listelenmiştir.

Tablo 1. Diyarbakır ili Dicle ilçesi nar bahçelerinde tespit edilen zararlı böcek türleri

Takım	Familiya	Tür
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Zell.)
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis punicae</i> Pass.
	Aleyrodidae	<i>Siphoninus phillyreae</i> (Haliday) <i>Tetraleurodes neemani</i> Bink-M <i>Dialeurolobus rhamni</i> Bink-M
Coleoptera	Cicadellidae	<i>Balclutha punctata</i> (Fabricius)
	Nitidulidae	<i>Carpophilus nepos</i> (Murray)
Diptera	Tephritidae	<i>Ceratitidis capitata</i> (Wied.)
	Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i> Meigen <i>Zaprionus indianus</i> (Gupta)

Çalışmada Pyralidae (Col.) familyasından bir tür, Aphididae (Hem.) bir tür, Aleyrodidae (Hem.) familyasından üç tür, Ciadellidae (Hem.) familyasından bir tür, Nitidulidae (Col.) bir tür, Tephritidae (Dip.) familyasından bir tür ve Drosophilidae familyasından iki tür tanımlanmıştır. Toplamda dört takımdan 7 familyaya bağlı 10 zararlı tür tespit edilmiştir.

Ectomyelois ceratoniae, *Drosophila melanogaster*, *Zaprionus indianus*, *Carpophilus nepos*, *Aphis punicae* ve *Balclutha punctata*'nın nar bahçelerinde yaygın olarak buldukları belirlenmiştir (Tablo 1). Bu türlerden nar için ekonomik öneme sahip olanlar hakkında literatür desteği ile daha fazla bilgi verilmiş ve tartışılmıştır.

3.1 Harnup Güvesi (*Ectomyelois ceratoniae* (Zell.))

Ülkemizde turunçgil ve nar yetiştirilen bütün alanlarda türe rastlanılmaktadır [12, 15, 16]. Dünyada hurma güvesi olarak da bilinen harnup güvesi (*E. Ceratoniae*), önemli bir meyve zararlısı olmasının yanı sıra dünya genelinde fındıkta da zarar yaptığı bilinmektedir [17, 18]. Polifag beslenen tür dünya çapında çok sayıda üründe yaptığı zarar dolayısıyla araştırma konusu olmuştur. Al Izzi ve ark. [19] önemli bir nar zararlısı olarak bildirirken, Dhouibi [20] ve Mehrnejad [21] ise antepfıstığında zarar yaptığını bildirmektedirler. Dünya genelinde yapılan çalışmalarla hurma [22], badem [17], incir [23] kurutulmuş meyveler ve kabuklu yemişler ile ekonomik öneme sahip olmayan çok sayıda bitkide zararlı olduğu ortaya konulmuştur [24]. Benzer şekilde bu çalışmada da *E. ceratoniae*'nin nar bahçelerinde yaygın olarak bulunduğu gözlenmiştir.

3.2 Sirke Sinekleri (*Drosophila melanogaster* Meigen ve *Zaprionus indianus* (Gupta))

Sirke sinekleri nar meyvesinin sekonder zararlısı olarak bilinmektedirler. Çeşitli nedenlerle yaralanmış, çatlamış veya harnup güvesi gibi birincil zararlılardan zarar görmüş meyvelerde beslenerek önemli verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Sirke sineklerinin beslendiği meyvelerde meyve kabuğu yumuşamakta, bunlarda saprofit mantarlar gelişmektedir. Bunların sonucunda da elde

edilen ürünlerin pazar değeri kaybolmaktadır [25]. Bu zararlılardan *Zaprionus indianus*'un ülkemizdeki varlığı Hatay, Adana ve Osmaniye illerinde 2017 yılında ilk olarak tespit edilmiştir [26]. Çalışmada tespit edilen iki sirke sineği türü de Afrika orjinli olup günümüzde Dünya'nın tropikal ve subtropikal özellik gösteren Hindistan, Fransa, İspanya, Brezilya, ABD, Suudi Arabistan, Panama, Arjantin, Uruguay ülkelerinde tespit edilmiştir [27, 28, 29, 30, 31, 32]. Çalışmanın yapıldığı Dicle ilçesindeki bütün nar bahçelerinde iki sirke sineği türü de tespit edilmiştir.

3.3 Nar Yaprakbiti (*Aphis punicae* Pass.)

Monofag bir beslenme tipine sahip olan tür, beslenmesini sürgün uçlarında, yaprak altında, çiçek ve meyveler üzerinde koloniler oluşturup bitki özsuğunu emerek gerçekleştirir. Beslenme sonucunda zayıf düşen bitkide, çiçek ve meyve dökülmeleri, yaprak ve meyvelerde deformasyonlar meydana gelir. Ayrıca, tür beslenirken fumajine neden olan şekerli bir madde salgılayarak bitkiye zarar verir [11, 33, 34]. Ülkemizde nar tarımının yapıldığı bölgelerde varlığı tespit edilen bir türdür. Türün ekolojisi, biyolojisi ve popülasyon takibi ile ilgi çok sayıda çalışma yapılmıştır [11, 34, 35, 36]. Ortadoğu, Akdeniz Havzası, İsviçre, Rusya, İran, Mısır, Pakistan, Etiyopya, Hindistan, Kore, Japonya ve Endonezya'da bulunan nar alanlarında zararlı olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır [37, 38, 39, 40, 41]. Ayrıca Mamay [33] Şanlıurfa'da; Gülmez ve ark. [42] Adıyaman, Diyarbakır ve Siirt'te *A. punicae* türünü narda tespit etmiş olmaları türün bölgede yaygın olarak bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın yapıldığı 2021 yılında yapılan sörveylerde türün yaygın olmadığı gözlenirken; 2022 yılında yapılan sörveylerde bütün bahçelerde yaygın olduğu belirlenmiştir. Mamay [33] tarafından Şanlıurfa nar alanlarında yürütülen bir çalışmada zararlıya ait popülasyon yoğunluğunun çiçeklenme döneminde (Mayıs-Haziran ayları) yüksek seyrettiğini, meyve döneminde (Temmuz ayı) düşüşe geçtiğini bildirmiştir. Bu çalışma nar yaprakbiti popülasyon seyri açısından ele alındığında Mamay [33] tarafından yapılan çalışma ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada nar bahçelerinde *Fieberiella florii* (Stal) (Hemiptera: Cicadellidae), *Hyalesthes obsoletus* Signoret, (Hemiptera: Cixidae), *Cercopis vulnerata* Rossi (Hemiptera: Cercopidae), *Neophilaenus lineatus* (L.), (Hemiptera: Aphrophoridae), *Aphthona maculata* Allard (Coleoptera: Chrysomelidae) ve *Hermaeophaga ruficollis* (Lucas) (Coleoptera: Chrysomelidae) türleri saptanmış fakat yapılan gözlemlerde ve literatür taramasında narda zarar yaptıklarına dair bilgiye rastlanmamıştır.

Dicle ilçesi nar alanlarında 2021-2022 yıllarında yapılan sörveylerde toplanan faydalı türler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Diyarbakır ili Dicle ilçesi nar bahçelerinde tespit edilen faydalı böcek türleri

Takım	Familiya	Tür		
Araneae	Salticidae	<i>Macaroeris nidicolens</i> (Walckenaer) <i>Heliophanus</i> sp.		
	Philodromidae	<i>Philodromus margaritatus</i> (Clerck) <i>Philodromus</i> sp. <i>Thanatus</i> sp.		
		Theridiidae	<i>Steatoda triangulosa</i> (Walckenaer) <i>Araneus</i> sp.	
			Araneidae	<i>Larinioides</i> sp.
	Thomisidae	<i>Xysticus</i> sp.		
	Clubionidae	<i>Clubiona</i> sp.		
	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (L.) <i>Coccinella septempunctata</i> L. <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) <i>Hyperaspis quadrimaculata</i> Redtb. <i>Oenopia conglobata</i> (L.) <i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze) <i>Nephus nigricans</i> Weise <i>Scymnus apetzii</i> (Mulsant) <i>Scymnus rubromaculatus</i> (Goeze) <i>Scymnus flagellisiphonatus</i> (Fürsch) <i>Scymnus araraticus</i> Khrzorian <i>Scymnus marginalis</i> (Rossi) <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephen)	
Neuroptera			Chrysopidae	<i>Deraeocoris serenus</i> (Douglas and Scott)
Hemiptera			Miridae	<i>Forficula auricularia</i> L.
Dermaptera			Forficulidae	

Bu çalışmada Coccinellidae (Col.) familyasından 13 tür, Chrysopidae (Neur.) familyasına bağlı bir tür, Miridae (Hem.) familyasına bağlı bir tür ve Forficulidae (Derm.) familyasına bağlı bir tür olmak üzere toplamda 16 faydalı böcek türü tespit edilmiştir. Ayrıca Araneae takımına bağlı Salticidae, Philodromidae, Theridiidae, Thomisidae ve Clubionidae familyasına bağlı 10 örümcek türü genel predatör olarak tespit edilmiştir. Tablo 2’de belirtilen türlerin içerisinde en çok Coccinellidae familyasına bağlı türlerin (13 tür) olduğu görülmüştür. Gülmez ve ark. [43] tarafından 2017-2018 yılları arasında Adıyaman ve Siirt illeri nar bahçelerindeki parazitoit ve predatör böcek türlerinden Hymenoptera takımına bağlı dört familyadan sekiz adet parazitoit tür ile dört takıma bağlı birer familyadan 22 adet predatör türünü tespit etmişlerdir. Gülmez ve ark. [43] tarafından tespit edilen yaygın predatör türler ile bu çalışmadan elde edilen yaygın predatör türlerden bazıları aynı olup biyolojik mücadele açısından oldukça etkin türler olduğu görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda Dermaptera takımına bağlı Forficulidae familyasına ait bir tür, Hemiptera takımına bağlı yedi familyaya ait 10 tür, Neuroptera takımına bağlı Chrysopidae familyasına ait bir tür, Coleoptera takımına bağlı üç familyaya ait 16 tür, Lepidoptera takımına Pyralidae

familiyasına ait bir tür, Diptera takımına bağlı iki familyaya ait üç böcek türü tespit edilmiştir. Ayrıca Araneae takımına bağlı altı familyaya ait 10 örümcek türü de genel predatör olarak tespit edilmiştir. Nar alanlarında tespit edilmiş ancak narda zararlı veya yararlı etmen olduğuna dair herhangi bir literatür bilgisi bulunmayan türler de nötr tür olarak ifade edilmiştir. Bu nötr türlerin iki takıma bağlı beş familyaya ait toplam altı tür olduğu saptanmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü nar alanlarından zararlı, faydalı ve nötr olmak üzere yedi takıma bağlı 21 familyaya ait 42 tür tespit edilmiştir. Narın önemli bir zararlısı olan Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Weid.) tespit edilmiş olmasına rağmen yoğunluklarının düşük olduğu görülmüştür.

Çalışmada elde edilen veriler ışığında; Dicle İlçesi nar alanlarında yararlı böcek türlerinin tür sayısı ve yoğunluklarının fazla olduğu belirlenmiştir. Yararlı böceklerin tür zenginliği ve yoğunlukları dikkate alındığında organik nar yetiştiriciliğinin bölge için uygun olduğu, narda zararlılar ile kimyasal mücadeleye karar verilirken yararlı böceklerin varlığı mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2022 yılında tamamlanan “Diyarbakır İli Dicle İlçesi Nar Alanlarında Bulunan Zararlılar ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezinden alınmıştır. Türlerin teşhisi aşamasında, Cicadellidae, Cercopidae, Aphrophoridae ve Cixidae (Hemiptera) türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü)’na; Aleyrodidae (Hemiptera) türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BKB)’a; Chrysomelidae (Coleoptera) türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Ebru Gül ASLAN (Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü)’a; Chrysopidae (Neuroptera) türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Ali SATAR (Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü)’a; Aphididae (Hemiptera) türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Selime ÖLMEZ BAYHAN (Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BKB)’a; Tephritidae (Diptera) türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Murat KÜTÜK (Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü)’e; Nitidulidae (Coleoptera) türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BKB)’ye; Araneae türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Tarık DANIŞMAN (Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü)’a Coccinellidae (Coleoptera) türlerinin teşhisini yapan Doç. Dr. Derya ŞENAL (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, BKB)’a; Drosophilidae (Diptera) türlerinin teşhisini yapan Doç. Dr. Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BKB)’ye; Miridae türlerinin teşhisini yapan Doç. Dr. Gülten YAZICI (Ankara ZMMAE Müdürlüğü)’ya çok teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmanın yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedirler.

ETİK BEYANI

Çalışmanın yazarları “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” tarafından belirtilen kuralların tümüne uyduklarını, bu yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında nitelenen fiillerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Mehmet BALIKÇI: İlgili beyanların doğruluğundan, veri toplama, görselleştirme, verinin düzenlenmesi, yazma-orijinal taslak hazırlama, kavramsallaştırma ve incelemesinden sorumludur. Erol BAYHAN: Gözetim ve liderlik sorumluluğu, kavramsallaştırma, metodoloji, veri toplama, taslak hazırlama, inceleme, görselleştirme, gözden geçirme ve düzenlemeden sorumludur.

KAYNAKLAR

- [1] J. H. La Rue, *Growing pomegranates in California*. University of California, USA: Division of Agricultural Sciences, 1977.
- [2] İ. H. Oğuz, İ. Ukav ve D. Eroğlu, “Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Nar (*Punica granatum* L.) Üretimi ve Pazarlanması,” GAP VI. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye, 09-12 Mayıs 2011.
- [3] J. F. Morton, *Fruits of warm climates*. Miami, USA: JF Morton, 1987.
- [4] E. Stover and E. W. Mercure, “The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise,” *Hort Science*, vol. 42, no. 5, pp. 1088-1092, 2007.
- [5] K. Glozer and L. Ferguson, *Pomegranate Production in Afghanistan*. (2008). Erişim Tarihi: 27.05.2019. [Online]. <https://ucanr.edu/sites/kingscounty/files/19305.pdf>
- [6] A. Ünal, *Bahçe Tarımı II. Yumuşak Çekirdekli Meyve Türleri ve Nar Yetiştiriciliği*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2358, 2011.
- [7] C. Onur, “Nar,” *Derim*, c. 5, sayı. 4, ss. 147-191, 1988.
- [8] H. Tibet ve İ. Baktır, “Nar Meyvesinin Çiçeklenmesi,” *Derim*, c. 8, sayı. 4, ss. 166-173, 1991.
- [9] Ş. Gözlekçi, “Narın dünü, bugünü ve yarını,” *TÜRKTÖB*, c. 3, sayı. 9, ss. 20-23, 2014.
- [10] H. Pala, A. Tatlı, C. Yılmaz, and A. I. Özgüven, “Important diseases of pomegranate fruit and control possibilities in Turkey,” *Acta Horticulturae*, no. 818, pp. 285–290, Mar. 2009. doi:10.17660/actahortic.2009.818.42

- [11] N. Öztürk, M. R. Ulusoy ve E. Bayhan, “Doğu Akdeniz Bölgesi nar alanlarında saptanan zararlılar ve doğal düşman türleri,” *Türkiye Entomoloji Dergisi*, c. 29, no. 3, ss. 225-235, 2005.
- [12] N. Öztürk and M. R. Ulusoy, “Pests and natural enemies determined in pomegranate orchards in Turkey,” *Acta Horticulturae*, no. 818, pp. 277–284, Mar. 2009.
- [13] P. Juan, J. Martinez, J. J. Martinez, M. A. Oltra and M. Ferrandez, “Current situation of pomegranate growing (*Punica granatum* L.) in southern Alicante. Chemical control of pests and diseases and financial cost,” *Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens*, no. 42, pp. 157-161, 2000.
- [14] C. Mart ve N. Altın, “Güneydoğu Anadolu Bölgesi nar alanlarında belirlenen böcek ve akar türleri,” *Türkiye II Entomoloji Kongresi*, 28-31, Ocak 1992, ss. 725-731.
- [15] A. Özkan, Ş. Akteke, A. Keleş, N. Türkyılmaz, G. Zeren, F. Kumaş ve H. Damdere, “Turunçgil Hastalık ve Zararlıları,” TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Narenciye Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, Genel Yayın, c. 15, ss. 75-76, 1991.
- [16] A. Öztop, M. Kıvradım, ve S. Tepe, “Antalya ili nar üretim alanlarında bulunan zararlılar ile bunların parazitoitlerinin ve predatörlerinin belirlenmesi ve popülasyon değişiminin izlenmesi,” T.C. Tarım ve Köyişleri Bak. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Proje no: Bs-99-06-09-130, Sonuç Raporu (yayınlanmamış), 16, 2002.
- [17] S. Gothilf, “Biology of *Spectrobates ceratoniae* on almonds in Israel,” *Phytoparasitica*, vol. 12 no. 2, pp. 77-87, 1984.
- [18] R. L. Warner, *Contributions to the biology and the management of the carob moth, Ectomyelois ceratoniae* (Zeller), in 'Deglet Noor' date gardens in the Coachella Valley of California. Riverside, California, USA: University of California, 1988.
- [19] M. A. J. Al-Izzi, S. K. Al-Maliky, M. A. Younis and N. F. Jabbo, “Bionomics of *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) on pomegranates in Iraq,” *Environmental Entomology* vol. 14, no. 2, pp. 149-153, 1985.
- [20] M. H. Dhouibi, “Etude bioécologique d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie,” Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1982.
- [21] M. R. Mehrnejad, “Biology of carob moth (*Apomyelois ceratoniae*) a new pest of pistachio in Refsanjan,” *Applied entomology and Phytopathology*, vol. 60, no. 1&2, pp. 1-11, 1993.
- [22] I. D. Eichlin, “Carob moth in California: New State record,” California Department of Food and Agriculture, Memo, Nov. 26, 1982.
- [23] M. Shakeri, “First report of attack of *Spectrobates ceratoniae* Zell. to figs in Iran,” *Applied Entomology and Phytopathology*, vol. 60, no. 1&2, pp. 29, 1993.
- [24] B. Doumandji-Mitiche and S. Doumandji, “Les ennemis naturels d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans les palmeries de Briskra,” *Bulletin de Zoologie Agricola*, no. 4, pp. 1-10, 1982.
- [25] N. Uygun, M. R. Ulusoy, İ. Karaca ve S. Satar, *Meyve ve bağ zararlıları*. Adana: Özyurt Matbaacılık, 2010.
- [26] B. Ö. Çatal, A. F. Ç. Keçe and M. R. Ulusoy, “New invasive species in Turkey: *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae),” *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, sayı. 22, ss. 110-113, 2019.
- [27] J. R. David and P. Capy, “Genetic variation of *Drosophila melanogaster* natural populations,” *Trends in Genetics*, vol. 4, no. 4, pp. 106-111, 1988.

- [28] C. R. Vilela, "Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the neotropical region?," *Drosophila Information Service*, vol. 82, pp. 37-39, 1999.
- [29] I. Soto, C. Corio, J. J. Fanara, and E. Hasson, "First record of *Zaprionus indianus* Gupta 1970 (Diptera, Drosophilidae) in Argentina," *Drosophila Information Service*, vol. 89, pp. 13-14, 2006.
- [30] K. Van der Linde, G. J. Steck, K. Hibbard, J. S. Birdsley, L. M. Alonso and D. Houle, "First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae), a pest species on commercial fruits from Panama and the United States of America," *Florida Entomologist*, vol. 89, no. 3, pp. 402-404, 2006.
- [31] M. Carles-Tolrà, "*Zaprionus indianus* Gupta: género y especie nuevos para la Península Ibérica (Diptera: Drosophilidae)," *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, no. 45, pp. 316, 2009.
- [32] L. Kremmer, J. David, N. Borowiec, M. Thaon, N. Ris, M. Poirie and J. L. Gatti, "The African fig fly *Zaprionus indianus*: a new invasive pest in France," *Bulletin of Insectology*, vol. 70, no. 1, pp. 57-62, 2017.
- [33] M. Mamay, "Nar Yaprakbiti, *Aphis punicae* Passerini, 1863 (Hemiptera: Aphididae)'nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki popülasyon gelişimi," *Bitki Koruma Bülteni*, c. 56, sayı. 2, ss. 125-134, 2016.
- [34] E. Yıldırım, M. H. Başpınar, "Aydın İli Nar Bahçelerinde Saptanan Zararlılar ve Predatör Türler, Yayılışı, Zararlı Türlerden Önemlilerinin Popülasyon Değişimi ve Zararı," *Türkiye Entomoloji Bülteni* c. 1, sayı. 3, ss.169-179, 2011.
- [35] E. Bayhan, S. Ölmez-Bayhan, M. R. Ulusoy and J. K. Brown, "Effect of temperature on the biology of *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) on pomegranate," *Environmental Entomology*, vol. 34, no. 1, pp. 22-26, 2005.
- [36] Ş. Kök ve İ. Kasap, "Çanakkale İlinde Belirlenen Yaprakbitlerinin (Hemiptera: Aphididae) Konukçu Bitki Tercihleri," *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 6, sayı. 1, ss. 99-104, 2018.
- [37] A. A. Abd- Ella, "Effect of several insecticides on pomegranate aphid, *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) and its predators under field conditions," *EPPO Bulletin*, vol. 45, no. 1, pp. 90-98, 2015.
- [38] N. Ananda, Y. K. Kotikal, and R. A. Balikai, "Sucking insect and mite pests of pomegranate and their natural enemies," *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, vol. 22, no. 4, pp. 781-783, 2009.
- [39] F. S. Bodenheimer and E. Swirski, *Aphidoidea of the Middle East*. Israel: Weizmann Science Press, 1957.
- [40] A. Mirkarimi, "The effects of dormant oil spraying on pomegranate aphids and mites in Varamin, Iran," *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 30, no. 1, pp. 1-9, 1999.
- [41] Y. Lee, W. Lee, H. Kimc and S. Lee, "A new record of *Aphis punicae* Passerini, 1863 (Hemiptera: Aphididae) from Korea," *Journal of Asia-Pacific Entomology*, vol. 18, no. 2, pp. 157-163, 2015.
- [42] M. Gülmez, A.F. Çalışkan Keçe, M. Kaplan ve M.R. Ulusoy, "Adıyaman ve Siirt İlleri Nar (*Punica granatum* L.) Bahçelerinde Belirlenen Zararlı Böcek Türleri," *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, c. 25, sayı. 4, ss. 677-686, 2022.
- [43] M. Gülmez, A. F. Çalışkan Keçe ve M. R. Ulusoy, "Adıyaman ve Siirt illeri nar bahçelerinde tespit edilen parazitoit ve predatör türler," *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, c. 12, sayı. 1, ss. 1-11, 2021.

Copyright © 2024 Balıkçı and Bayhan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).



Derleme Makalesi / Review Article

Bulanık Küme ve Bulanık Sayı: Uygulamalarla Aritmetik İşlemler

Fuzzy Set and Fuzzy Number: Arithmetic Operations with Applications

Ammar HOMAIDA ^{1,*}, Mustafa Hilmi PEKALP ², Meral EBEGİL ³

¹ Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, 06560, Ankara, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü, 06590, Ankara, Türkiye

³ Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, 06560, Ankara, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1441147>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 21 Şubat 2024

Revize, 25 Eylül 2024

Kabul, 28 Eylül 2024

Online Yayınlama, 24 Aralık 2024

Anahtar Kelimeler

α -kesim yöntemi, Aritmetik işlemler, Bulanık mantık, Genişletme prensibi

ARTICLE INFO

Article History

Received, 21 February 2024

Revised, 25 September 2024

Accepted, 28 September 2024

Available Online, 24 December 2024

Keywords

α -cut method, Arithmetic operations, Fuzzy logic, Extension principle

ÖZ

Klasik mantıkta ifadeler sadece “doğru” veya “yanlış” olarak ifade edilen iki değerli karar verme yapısına sahip olduğundan belirsizlik durumlarını inceleyemez. Buna karşın gerçek dünyadaki problemler genellikle kesinlik içermemektedir. Bulanık mantık ise insanların günlük hayatta çok yönlü düşünme ve karar verme mekanizmasına benzeyen, kesin olmayan durum ve olaylarla ilgilenen bir sistemdir. Bulanık mantık ilk defa matematiksel olarak, Zadeh’in (1965) çalışmasında ortaya atılmıştır. Klasik mantığın aksine bulanık mantık gerçek dünya problemlerinin içinde bulunan belirsizliğin incelenmesini ve matematiksel olarak modellenmesini sağladığı için kısa sürede pek çok alanda kullanılan bir araç olmuştur. Bu nedenle, bulanık küme teorisine dayanan bulanık mantık ile ilgili kavramların iyi anlaşılması ve bulanık sayılara dayalı olarak yapılan temel aritmetik işlemlerin doğru yapılması önemlidir. Buradan hareketle bu çalışmada öncelikle bulanık mantıkla ilgili temel tanım ve kavramlar anlatılmıştır. Daha sonra ise bulanık sayılarla aritmetik işlemler yapmanın mantığını açıklayabilmek için hem kesikli bulanık sayılarla hem de sürekli bulanık sayılarla aritmetik işlemler örneklerle incelenmiştir.

ABSTRACT

In classical logic, propositions have a two-valued decision structure, expressed solely as 'true' or 'false,' and it cannot examine situations of uncertainty. However, real-world problems often lack precision. Fuzzy logic, contrastingly, is a system that resembles the multifaceted thinking and decision-making mechanisms of humans in daily life and deals with uncertain situations and events. Fuzzy logic was first introduced mathematically in Zadeh’s work (1965). The widespread adoption of

*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: ammarhomaida89@gmail.com (Ammar HOMAIDA), mpekalp@ankara.edu.tr (Mustafa

Hilmi PEKALP), mdemirel@gazi.edu.tr (Meral EBEGİL)

fuzzy logic stems from its capacity to represent the uncertainty present in real-world issues, making it a valuable tool across fields. Hence, it is crucial to grasp the concepts associated with fuzzy logic, rooted in fuzzy set theory, and execute fundamental arithmetic operation with precision when dealing with fuzzy numbers. With this in mind, this study first provides fundamental definitions and concepts related to fuzzy logic. Subsequently, arithmetic operations with both discrete and continuous fuzzy numbers are examined with examples to establish the logic of performing arithmetic operations with fuzzy numbers.

1. GİRİŞ

Klasik mantık olarak da bilinen Aristoteles mantığı, önermeler sadece “doğru” ya da “yanlış” olarak ifade edildiği ikili bir değerlendirme mekanizmasına sahiptir. Açıkta ki klasik mantık üçüncü bir durumun varlığına izin vermediğinden belirsizlik durumlarını inceleyen bir yapıya sahip değildir. Buna karşın gerçek dünyadaki problemler ele alındığında kesinlik içermeyen olgular ile karşılaşmaktadır. 20. yüzyılın başlarından itibaren, basit olmayan sistemlerin analizinde çeşitli mantık sistemleri, klasik mantık sistemleri teorisinin alternatifi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan birisi bulanık mantıktır [1].

Bulanık mantık, kesin olmayan durumlarla ilgilenir. Gerçek hayatta çoğu zaman bir olayın ya da durumun kesin olarak doğru ya da yanlış olduğuna karar verilemez. Zadeh’in çalışmasında belirsizliği içinde barındıran bulanık mantık kavramı ilk defa matematiksel olarak literatüre girmiştir [2].Klasik mantığına göre “Bir nesne bir kümenin ya elemanıdır ya da elemanı değildir”[3]. Buna karşı, bulanık mantık, klasik iki değerli (doğru/yanlış) karar verme yapılarına ek olarak, doğruluk ve yanlışlık arasındaki derecelendirmeyi içeren çoklu karar alma yapılarına sahiptir. Diğer bir ifadeyle, bulanık mantıkta sadece “doğru” veya “yanlış” durumu değil, aynı zamanda sonsuz sayıda durumda mümkündür. Bu nedenle, matematiksel olarak sadece 0 ya da 1 değerleri almak yerine, $[0,1]$ aralığındaki sayılardan sonsuz tane değerleri de kullanabilir. Örneğin klasik mantıkta bir nesne siyah ya da beyazdır. Oysaki siyah ve beyaz arasında grinin sayısız tonu vardır. Klasik mantıkta arada kalan bu renk tonlarının incelenmesi imkânsızken, bulanık mantığın yapısı gereği bu ara renk tonlarının incelenmesi mümkün olabilecektir [4]. Bulanık mantık, bulanık küme teorisine dayanır. Bulanık küme, belirsizlik kavramının gerçek dünyadaki düşüncelerin ve davranışlarındaki karmaşıklığından kaynaklanan özelliklerini benzersiz bir şekilde inceleyen ve matematiksel olarak tanımlanan bir mantık sistemidir [5, 6]. Bulanık mantık, insanların düşünce sistemine benzer bir yaklaşımla problem çözme ve karar verme imkânı sunması, belirsizlik içeren karmaşık sistemlerin çözümlenmesinde hızlı ve etkili sonuçlar ortaya koyması, aynı zamanda esnek bir modelleme olanağı sunması sebebiyle çeşitli alanlarda klasik yöntemlere tercih edilmektedir.

Bulanık mantığın temelini oluşturan Zadeh (1965), çalışmasında bulanık küme tanımlarını vermiştir. Aynı zamanda bu çalışmada bulanık kümeler için ana işlemler üzerinde de durulmuştur. Ek olarak, bulanık kümelerin özel bir durumu olarak bulanık sayılarda matematiksel işlemler (bulanık aritmetik) için kurallar da belirtilmiştir [2, 3, 7]. 1975 yılında, Assilian ve Mamdani tarafından geliştirilen bulanık mantık kavramı, ilk kez bir buhar makinasının kontrol sistemi için entegre edilerek uygulanmıştır. Bu tarihten itibaren, bulanık mantık her alanda uygulanmaya başlanmıştır [8].

Bulanık mantık üzerine çalışan bir araştırmacı, olasılık teorisiyle benzerliklerinden dolayı bulanık mantığı olasılık teorisiyle karıştırabilir. Ancak, bu iki kavram arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bulanık mantık, önerilen ifadenin doğruluğunun belirsizlik derecesini 0 ile 1 arasında değişen bir değer olarak ölçer. Diğer yandan olasılık teorisi, önerilen ifadenin ne kadar olası olduğunu ölçmek için $[0,1]$ aralığından bir değer atar. Başka bir deyişle, bulanık mantık kısmi doğruluk dereceleriyle ilgili bir mantık olarak kabul edilebilir. Buna karşılık, olasılık teorisi kesin kavramlar ve önermelerle uğraşır, önermeler ya doğru ya da yanlış olurlar; bir önermenin olasılığı, o önermenin doğruluğuna olan inanç derecesini ölçer. Örneğin, bugün güneşli olma olasılığı %40 olarak ifade edildiğinde, sayısal bir olasılık sunulmaktadır. Ancak, bugün hava güneşli olarak ifade edildiğinde, şiddet veya derece hakkında herhangi bir bilgi verilmediği görülmektedir [2, 9].

Bulanık mantıkta, elemanlar bir kümeye belirli bir üyelik derecesiyle dâhil olurlar. Üyelik derecesi 1 olan bir eleman kümeye tamamen aitken, üyelik derecesi 0 olan bir eleman tamamen ait değildir. Üyelik derecesi 0 ile 1 arasında olan elemanlar ise kümeye kısmen aittir. Bu anlamda, klasik kümeler, yalnızca 0 veya 1 üyelik derecelerine sahip özel bir bulanık küme türü olarak kabul edilebilir. Buna örnek olarak renklerin sınıflandırılması verilebilir. Renkler; açık, orta ve koyu renkler şeklinde sınıflandırılabilir. Bu durumda bazı renklerin sınıflandırılmasında belirsizlik oluşabilir.

Bulanık kümelerin özel sınıfı bulanık sayılar, belirli bir değere tam olarak sahip olmayan bir sayıdır. Yani bulanık küme, birbirleriyle ilişkili nesnelere bir araya getirilmesiyle oluşurken, bulanık sayı belirsizlik ve kesin olmayan durumları ifade etmek için kullanılan bir matematiksel kavramdır. Bulanık kümenin kesin bir değeri yoktur. Ancak bulanık sayı, üçgensel, yamuksal gibi formalarda veya belirli bir olasılık dağılımı yardımıyla ifade edilebilir [2, 3].

Bulanık kümeler kesikli ya da sürekli olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. Kesikli bulanık kümeler, elemanları sayılabilir sayıda olan kümelerdir. Örnek olarak, yemeklerin baharat derecesi verilebilir: Hiç (0), Az (1-3 arası), orta (4-6 arası), çok (7-9 arası) ve aşırı (10) olarak değerlendirildiğinde yemeği tadan kişilerden baharat derecesi bakımından yemeklere 1-10 arası puan vermeleri istensin. Açıktır ki 1, 2'den daha azdır fakat o da aynı sınıfa aittir. Sürekli kümeler ise elemanları sayılamaz sonsuzlukta olan kümelerdir. Örneğin, hava durumu tahmini için sıcaklık

bulanık bir kümedir: Çok soğuk (-10°C ile 5°C), Soğuk (-5°C ile 10°C), ılık (5°C ile 20°C), sıcak (15°C ile 30°C) ve çok sıcak (25°C ile 40°C) gibi.

Bulanık mantık alanındaki çoğu çalışma, matematiksel işlemleri teorik bir bilgi sunmadan gerçekleştirir. Dahası, bu işlemlerin sonuçlarını doğrudan sunarlar. Bir şeyin nasıl yapılacağını bilmek onu kusursuz bir şekilde anlamak ve uygulamak açısından önem taşır. Bu nedenle yapılan çalışmada bulanık kümeler ve bulanık sayıların mantığını anlamaya ve bunlarla ilgili yapılacak aritmetik işlemlerin nasıl uygulayacağına dair adım adım bilgi sunulmaktadır. 2. bölümde bulanık kümeler için temel tanımlamalar ele alınmaktadır. Ayrıca, bulanık kümeler üzerinde yapılacak aritmetik işlemlerin tanımları örneklerle birlikte verilmektedir. 3. bölümde literatürde en sık kullanılan bulanık sayı kavramları yer almaktadır. 4. bölümde ise bulanık sayılar üzerindeki işlemler Zadeh'in genişletme prensibi ve α -kesim yöntemi kullanılarak örneklerle incelenmektedir. İfade edilen kavramların gerçek hayatta nasıl ve ne şekilde karşımıza çıkabileceğine yönelik olarak örnekler de sunulmaktadır.

2. BULANIK KÜME TEORİSİ

Klasik mantığın kesinlik içeren yapısından dolayı, 1900'lü yılların başlarından itibaren açıklayıcı olmayan ve karmaşık sistemlerin çözümü için klasik mantık teorisi dışında diğer mantık yaklaşımları üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Bu doğrultuda 1930 yılında, Lukasiewicz[10] ile başlayan üç değerli mantık çalışmaları, 1981 yılında, Knuth ile devam etmiştir [11]. 1924-1927 yılları arasında Alman fizikçi Heisenberg belirsizlikler üzerine çalışmalar yapmıştır [12]. Heisenberg 1927'de kuantum mekaniğindeki belirsizlikleri modellemek üzerine yaptığı çalışmalar sonucunda 'Heisenberg belirsizlik ilkesi' ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar çok değerli mantığa başlangıç niteliğinde çalışmalar olmuştur. Bulanık mantık, belirsizlik kavramını ele alan bir akademik disiplindir ve 1965 yılında Zadeh'in çalışmasıyla literatüre kazandırılmıştır [2]. Bulanık mantık, klasik mantığın ikili (iki değerli) karar verme yapısına karşılık gelir ve doğruluk ve yanlışlık dereceli doğruluk ve yanlışlık kavramlarını içerir. Bulanık mantıkta önermeler "doğru" ya da "yanlış" olmanın yanı sıra sonsuz derecelerde olabilir. Bulanık mantık, matematiksel olarak ifade edildiğinde önermelerin $[0,1]$ aralığındaki reel sayılardan değerler alabileceği bir sistemdir. Böylece, bulanık küme teorisine dayanarak insan düşünce ve davranışlarındaki belirsiz kavramlarını incelemek ve onları matematiksel olarak ifade etmek mümkün olabilir[1]. Diğer bir ifadeyle, klasik küme mantığında bir elemanın bir kümeye ait olup olmadığı kesin bir durumu ifade ederken, bulanık mantık kavramına dayalı bulanık küme mantığında bir elemanın bir kümeye aidiyet derecesi üzerinde durulur. Yani bir eleman, belirli bir aitik derecesine sahip olabilir ve bu derece farklı olabilir.

Bulanık kümeler, klasik kümelerin bir genellemesi olarak düşünülebilir. Örneğin, X evrensel küme olmak üzere 20 yaşından az olan bir bireyin genç bir insan olduğu varsayıldığında klasik bir küme, Eşitlik (1)'deki gibi ifade edilebilir:

$$genç = \{x \in X : x \leq 20\} \quad (1)$$

$x = 30$ değerini aldığı anda x 'in “genç” kümesine ait olmayacağı açıktır.

Şimdi bulanık kümeler için aynı örneğin değerlendirilebilmesi adına bazı kavramlar aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

Üyelik fonksiyonu $\mu: X \rightarrow [0,1]$ ile tanımlanmaktadır. Üyelik fonksiyonu değeri bir elemanın o kümeyle ait olma üyelik derecesidir. Üyelik fonksiyonu sadece 0 ya da 1 değerlerini alıyorsa klasik mantığa dönülmüş olur. Örneğin, yukarıda verilen “genç” klasik kümesi göz önüne alındığında herhangi bir x değerinin o kümeyle ait olup olmadığını gösteren üyelik fonksiyonunun Eşitlik (2)'deki gibi olacağı açıktır.

$$\mu_{genç}(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x > 20 \\ 1 & , \quad x \leq 20 \end{cases} \quad (2)$$

Görüldüğü gibi Eşitlik (2)'deki fonksiyon yalnızca 0 ya da 1 değerlerini alan iki değerli bir fonksiyondur. Yani bir kişi 20 yaşında ya da 20 yaşın altında ise genç, 20 yaşın üstünde ise genç değil kategorisine alınmaktadır. Bu durum, her zaman mantıklı olmayabilir. Çünkü genç algısı kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Bu tür durumlarda, göz önüne alınan kişinin yaşına bağlı olarak gruplardan birine aitlik derecesi verilebilir. Örneğin, 20 yaşın altı herkes tarafından genç olarak kabul edildiğinde üyelik fonksiyonu değeri kesin olarak 1, 30 yaşın üstü herkes tarafından “genç değil” olarak kabul edildiğinde üyelik fonksiyonu değeri kesin olarak 0 olacaktır. Ancak bu iki yaş arasındaki bireyler kısmi olarak genç grubuna dahil olabilir. Örneğin, 21 yaşında olan bir kişi, 20 yaşına çok yakın olmasına rağmen klasik mantığa göre “genç olmayanlar” grubuna dahil olacaktır. Bunun için Eşitlik (3)'deki gibi üyelik derecesini belirleyecek bir başka fonksiyon tanımlanabilir.

$$\mu_{genç}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad x \leq 20 \\ 1 - \frac{(x - 20)}{10} & , \quad 20 < x \leq 30 \\ 0 & , \quad x > 30 \end{cases} \quad (3)$$

Eşitlik (3)'teki üyelik fonksiyonu göz önüne alındığında, 20 ve 20 yaşın altında olan kişilerin üyelik değerleri 1; 21-30 yaş arasında olan kişilerin üyelik değerleri 0 ile 1 arasında ve 30 yaşın üstündeki kişilerin üyelik değerleri ise 0 olarak verilebilir. Örneğin, $x \in \{5,20,22,28,29,30,35,40\}$ yaş

değerleri için Eşitlik (2) ve Eşitlik (3)'teki üyelik fonksiyonları kullanılarak, klasik mantık ve bulanık mantık kümelerinin sırasıyla kişilerin yaşları ve ait oldukları kümeye ait üyelik dereceleri ikililer şeklinde aşağıdaki gibi yazılabilir:

- Klasik mantık: $\{(5,1), (20,1), (22,0), (28,0), (29,0), (30,0), (35,0), (40,0)\}$.
- Bulanık mantık: $\{(5,1), (20,1), (22,0.8), (28,0.2), (29,0.1), (30,0), (35,0), (40,0)\}$.

Herhangi bir bulanık küme için, bir eleman kısmen o kümeye dâhil olabilir veya kısmen dışında kalabilir.

Tanım 2.1: $\forall x \in X$ için $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) : x \in X\}$ ile verilen \tilde{A} kümesine bir bulanık küme denir. $\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu, X kümesinin her bir elemanını $[0,1]$ aralığında bir değere taşır. Bu değere ise o elemanın üyelik derecesi veya üyelik değeri adı verilir. Bulanık kümelerdeki bir elemanın üyelik derecesi ya da değeri, 1'e yaklaştıkça o kümeye aitlik derecesinin arttığı gözlemlenir. Bu durum, elemanların kümeye aitlik derecelerinin belirsizliğini açıklar.

\tilde{A} bulanık kümenin kesikli veya sürekli olduğu durumlarda üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

$$\tilde{A} = \begin{cases} \sum \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i} & , \quad X - \text{Sayılabilir veya sonlu} \\ \int \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)}{x} & , \quad X - \text{Sayılamaz} \end{cases}$$

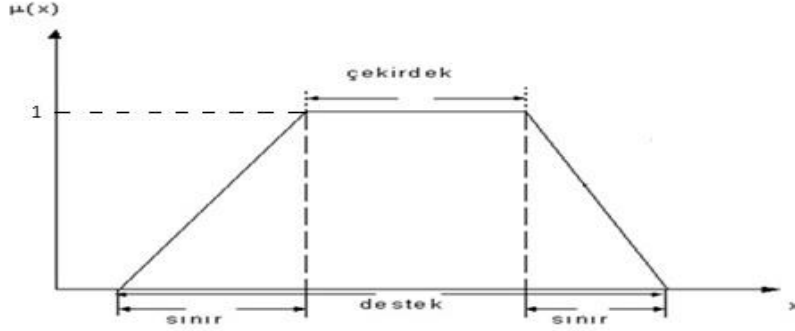
X evrensel küme olmak üzere aşağıdaki tanımlamalar verilsin [2-4, 13, 14]:

Tanım 2.2: $\forall x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) > 0$ olacak şekilde elde edilen tüm x noktalarının oluşturduğu kümeye destek kümesi denir ve $D(\tilde{A}) = \{x \in X : \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\}$ ile gösterilir.

Tanım 2.3: $\forall x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ olacak şekilde elde edilen tüm x noktalarının oluşturduğu kümeye çekirdek kümesi denir ve $\mathcal{C}(\tilde{A}) = \{x \in X : \mu_{\tilde{A}}(x) = 1\}$ ile gösterilir.

Tanım 2.4: $\forall x \in X$ için $0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1$ olacak şekilde elde edilen tüm x noktalarının oluşturduğu kümeye sınır kümesi denir ve $S(\tilde{A}) = \{x \in X : 0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1\}$ ile gösterilir.

Yukarıdaki tanımlara göre destek, çekirdek ve sınır kümelerinin grafik sunumu aşağıdaki gibi verilebilir.



Şekil 1. Üyelik Fonksiyonunun Bileşenleri

Tanım 2.5: Çekirdek kümesi boş kümeden farklı olan bulanık kümeye normal denir.

Tanım 2.6: $\forall x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0.5$ şartını sağlayan tüm x noktalarının kümesine geçiş noktaları kümesi denir ve $GN(\tilde{A}) = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) = 0.5\}$ ile gösterilir.

Tanım 2.7: Destek kümesi tek elemandan oluşan bir bulanık kümeye tekildir (singleton) denir.

Tanım 2.8: $\alpha \in [0,1]$ olmak üzere $\forall x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha$ olacak şekilde elde edilen tüm x noktalarının kümesine α -kesim veya α -seviye kümesi denir ve $\tilde{A}_{\alpha} = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$ ile gösterilir. Eğer x noktalarının kümesi $\mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha$ ile elde ediliyorsa bu kümeye de güçlü α -kesim veya güçlü α -seviye kümesi denir ve $\check{\tilde{A}}_{\alpha} = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\}$ ile gösterilir.

Bu noktaya kadar sunulan tanımları bir örnek üzerinde açıklayalım.

Örnek 1: $X = \{1,2, \dots, 10\}$ evrensel küme ve $\tilde{A} = \{(2,0.3), (3,0.2), (4,0.9), (6,0.6), (8,1)\}$ bulanık kümesi verilsin:

$\alpha \in \{0.2,0.3,0.6,0.9,1\}$ değerleri için α -kesim kümeleri: $\tilde{A}_{0.2} = \{2,3,4,6,8\}$, $\tilde{A}_{0.3} = \{2,4,6,8\}$, $\tilde{A}_{0.6} = \{4,6,8\}$, $\tilde{A}_{0.9} = \{4,8\}$, $\tilde{A}_1 = \{8\}$.

$\alpha \in \{0.2,0.3,0.6,0.9\}$ değerleri için güçlü α -kesim kümeleri: $\check{\tilde{A}}_{0.2} = \{2,4,6,8\}$, $\check{\tilde{A}}_{0.3} = \{4,6,8\}$, $\check{\tilde{A}}_{0.6} = \{4,8\}$, $\check{\tilde{A}}_{0.9} = \{8\}$.

Destek kümesi: $D(\tilde{A}) = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\} = \{2,3,4,6,8\}$. Açık ki, destek kümesi tek elemandan oluşmadığı için \tilde{A} tekil değildir.

Çekirdek kümesi: $\mathcal{C}(\tilde{A}) = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) = 1\} = \{8\}$. Açık ki, çekirdek kümesi boş kümeden farklı olduğu için \tilde{A} 'ya normal bulanık küme denir.

Sınır kümesi: $S(\tilde{A}) = \{x \in X: 0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1\} = \{2,3,4,6\}$.

Geçiş noktaları kümesi: $GN(\tilde{A}) = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) = 0.5\} = \emptyset$.

X evrensel küme, $\mu_{\tilde{A}}$ ve $\mu_{\tilde{B}}$ sırasıyla \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümelerinin üyelik fonksiyonları olsun. Bulanık kümeler üzerindeki küme işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir [2, 3, 15]:

Tanım 2.9: $\forall x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x)$ ise \tilde{A}, \tilde{B} 'nin alt kümesidir, yani $\tilde{A} \subseteq \tilde{B} \Leftrightarrow \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x)$ 'dir.

Tanım 2.10: $\forall x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x)$ ise \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümeleri eşittir denir, yani $\tilde{A} = \tilde{B} \Leftrightarrow \mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x)$ 'dir.

Tanım 2.11: $\tilde{C} = \tilde{A} \cup \tilde{B}$ olmak üzere $\mu_{\tilde{C}}(x) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$ olacak şekilde elde edilen tüm x değerlerinin oluşturduğu kümeye birleşim kümesi denir, yani $\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{C}}(x)): \mu_{\tilde{C}}(x) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}\}$ 'dir.

Tanım 2.12: $\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B}$ olmak üzere $\mu_{\tilde{C}}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$ olacak şekilde elde edilen tüm x değerlerinin oluşturduğu kümeye kesişim kümesi denir, yani $\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{C}}(x)): \mu_{\tilde{C}}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}\}$ 'dir.

Tanım 2.13: $\tilde{C} = \tilde{A} \cdot \tilde{B}$ olmak üzere $\mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)$ olacak şekilde elde edilen tüm x değerlerinin oluşturduğu kümeye \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümelerinin cebirsel çarpımı denir, yani $\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{C}}(x)): \mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)\}$ 'dir.

Tanım 2.14: $\tilde{C} = \tilde{A} \oplus \tilde{B}$ olmak üzere $\mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)$ olacak şekilde elde edilen tüm x değerlerinin oluşturduğu kümeye \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümelerinin cebirsel toplamı denir, yani $\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{C}}(x)): \mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)\}$ 'dir.

Tanım 2.15: \tilde{A}^c olmak üzere $\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$ olacak şekilde elde edilen tüm x değerlerinin oluşturduğu kümeye tümleyen denir, yani $\tilde{A}^c = \{(x, \mu_{\tilde{A}^c}(x)): \mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)\}$ 'dir.

Tanım 2.16: $\tilde{C} = \tilde{A} - \tilde{B}$ olmak üzere $\mu_{\tilde{C}}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}^c}(x)\}$ olacak şekilde elde edilen tüm x değerlerinin oluşturduğu kümeye \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümelerinin farkı denir, yani $\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{C}}(x)): \mu_{\tilde{C}}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}^c}(x)\}\}$ 'dir.

Tanım 2.17: Bulanık kümelerin yoğunlaştırılması $\tilde{A}^k = \{(x, (\mu_{\tilde{A}}(x))^k): x \in X\}$ şeklinde tanımlanır.

Aynı şekilde, bulanık kümelerin genişletilmesi $\tilde{A}^{\frac{1}{k}} = \{(x, \sqrt[k]{\mu_{\tilde{A}}(x)}): x \in X\}$ olarak ifade edilir. Burada $k \in \mathbb{Z}^+$ 'dir.

Şimdi, son sunulan tanımları bir örnek üzerinden açıklayalım.

Örnek 2: $X = \{1,2, \dots, 10\}$ evrensel küme olmak üzere $\tilde{A} = \{(2,0.6), (6,1), (8,0.4)\}$ ve $\tilde{B} = \{(2,0.7), (3,1), (8,0.6)\}$ iki bulanık küme olsun:

$$\frac{\tilde{A} \cup \tilde{B} = \{(2,0.7), (3,1), (6,1), (8,0.6)\}}{\tilde{A} \cdot \tilde{B} = \{(2,0.42), (8,0.24)\}} \quad \frac{\tilde{A} \cap \tilde{B} = \{(2,0.6), (8,0.4)\}}{\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \{(2,0.88), (3,1), (6,1), (8,0.76)\}}$$

$$\frac{\tilde{B}^c = \{(1,1), (2,0.3), (4,1), (5,1), (6,1), (7,1), (8,0.4), (9,1), (10,1)\}}{k = 2 \text{ için: } \tilde{A}^k = \tilde{A}^2 = \{(2,0.36), (6,1), (8,0.16)\}} \quad \frac{\tilde{A} - \tilde{B} = \{(2,0.3), (6,1), (8,0.4)\}}{k = 2 \text{ için: } \tilde{A}^{\frac{1}{k}} = \tilde{A}^{\frac{1}{2}} = \{(2,0.77), (6,1), (8,0.63)\}}$$

Bulanık küme teorisinin temel taşlarından biri, klasik matematiksel kavramları, bulanık kümelere genişletme amacıyla kullanılabilen genişletme prensibidir. Bu önemli kavram, ilk olarak Zadeh, çalışmasında, tanımlanmıştır. Genişletme prensibi aşağıdaki şekilde tanımlanır [2]:

Tanım 2.18: X evrensel kümelerin kartezyen çarpımları yani $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_r$ olsun. $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_r$ sırasıyla X_1, X_2, \dots, X_r 'de r tane bulanık küme olmak üzere, $f: X \rightarrow Y$ fonksiyonu $y = f(x_1, x_2, \dots, x_r)$ bağıntısıyla verilsin. Genişletme prensibi,

$$\tilde{B} = \{(y, \mu_{\tilde{B}}(y)) : y = f(x_1, x_2, \dots, x_r); (x_1, x_2, \dots, x_r) \in X\} \quad (4)$$

$$\mu_{\tilde{B}}(y) = \begin{cases} \sup_{(x_1, x_2, x_3, \dots, x_r)} \min\{\mu_{\tilde{A}_1}(x_1), \mu_{\tilde{A}_2}(x_2), \mu_{\tilde{A}_3}(x_3), \dots, \mu_{\tilde{A}_r}(x_r)\} & , f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0 & , f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases} \quad (5)$$

ile verilir.

$r = 1$ için genişletme prensibi:

$$\tilde{B} = f(\tilde{A}) = \{(y, \mu_{\tilde{B}}(y)) : y = f(x); x \in X\} \quad (6)$$

ve

$$\mu_{\tilde{B}}(y) = \begin{cases} \sup_{x \in f^{-1}(y)} \mu_{\tilde{A}}(x) & , f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0 & , f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases} \quad (7)$$

biçiminde uygulanabilir. Bu prensip aşağıdaki örnek ile açıklanır.

Örnek 3: $X = \{-5, -9, \dots, 9, 5\}$ evrensel küme ve $\tilde{A} = \{(-2,0.3), (-1,0.6), (0,0.9), (1,0.7), (2,0.2)\}$ bulanık kümesi verilsin. $f(x^2 + 1)$ fonksiyonu için genişletme prensibi kullanarak:

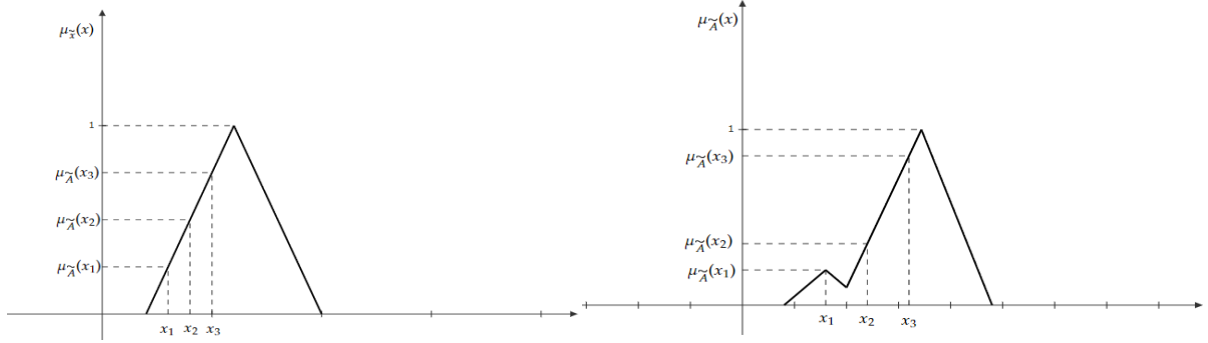
$$\begin{aligned} \tilde{B} &= \{(f(-2), 0.3), (f(-1), 0.6), (f(0), 0.9), (f(1), 0.7), (f(2), 0.2)\} \\ &= \{(5,0.3), (2,0.6), (1,0.9), (2,0.7), (5,0.2)\} \end{aligned}$$

\tilde{B} 'nin iki elemanı farklı birden fazla üyelik değerine sahiptir. Dolayısıyla:

$$\tilde{B} = \{(1,0.9), (2, \max\{0.6,0.7\}), (5, \max\{0.3,0.2\})\} = \{(0,0.9), (2,0.7), (5,0.3)\} \text{ olur.}$$

Tanım 2.19: X evrensel bir küme ve \tilde{A} , $\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu ile bulanık bir küme olsun. Herhangi $x_1, x_2, x_3 \in X$ için aşağıdaki koşulu sağlıyorsa dışbükey bulanık küme olarak adlandırılır (Şekil 2):

$$\mu_{\tilde{A}}(x_2) \geq \min\{\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_3)\}; \forall x_1 \leq x_2 \leq x_3 \quad (8)$$



Şekil 2. Dışbükey Küme (Sol) ve Dışbükey Olamayan (Sağ) Bulanık Küme.

3. BULANIK SAYI

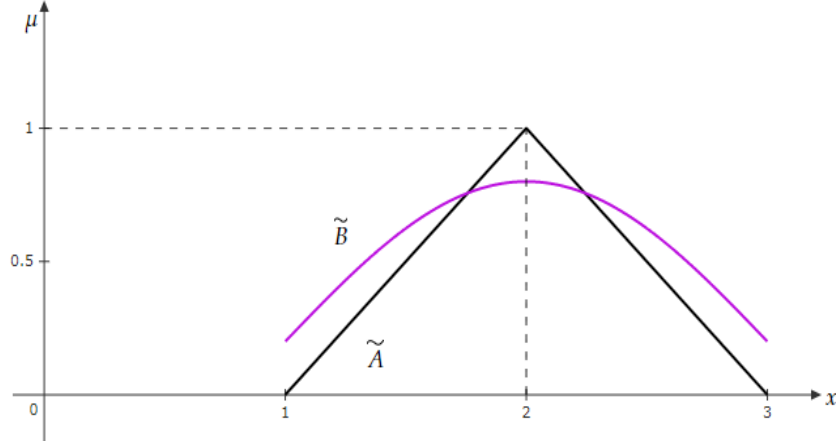
Bazı durumlarda, kesin sayılar veya belirli aralıkların yerine bulanık sayıların kullanılması tercih edilebilir. Bulanık sayılar, kesin sayılara göre daha geniş bir tanım ve esneklik sunar.

Tanım 3.1: X evrensel küme ve \tilde{A} , $\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu ile bir bulanık küme olsun. \tilde{A} kümesi, aşağıda belirtilen koşulları sağlıyorsa, bu küme bulanık bir sayı olarak kabul edilir [16]:

- \tilde{A} normaldir.
- Bulanık küme dışbükey (konveks) olmalıdır.
- $\alpha \in (0,1]$ değerleri için \tilde{A}_α kapalı bir aralıktır.
- \tilde{A} 'nın desteği sınırlıdır.

Bulanık sayılar, bulanık kümeler teorisinde özel bir konumda bulunan bir alt kümedir. Her bulanık sayı, dışbükey bir bulanık küme oluşturur; ancak bu durumun tersi her zaman geçerli değildir. Örneğin,

X evrensel kümesinde iki bulanık küme $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)): x \in [1,3], \mu_{\tilde{A}}(x) = 1 - |x - 2|\}$ ve $\tilde{B} = \{(x, \mu_{\tilde{B}}(x)): x \in [1,3], \mu_{\tilde{B}}(x) = 0.2 + 0.6 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}(x - 1)\right)\}$ olsun. Bu bulanık kümeler \tilde{A} ve \tilde{B} aşağıdaki şekilde gösterilebilir:



Şekil 3. Bulanık Kümeler \tilde{A} ve \tilde{B}

\tilde{A} , üçgensel bir bulanık sayıdır. Tanım 2.19'a göre, \tilde{A} 'nın bulanık bir sayı olduğu aynı zamanda dışbükey bir küme olduğu açıktır. \tilde{B} de dışbükey bir bulanık kümeyi temsil eder; ancak, \tilde{B} bulanık bir sayıyı ile temsil etmez (Tanım 3.1'e göre \tilde{B} normal olmayan bir küme olduğundan).

Teorem: X evrensel küme ve \tilde{A} , $\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu ile bir bulanık küme olsun. \tilde{A} 'nın bulanık bir sayı olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlanmalı[16]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad x \in [a, b] \\ l(x) & , \quad x \in (-\infty, a) \\ r(x) & , \quad x \in (b, \infty) \end{cases} \quad (9)$$

burada, $[a, b] \neq \emptyset$.

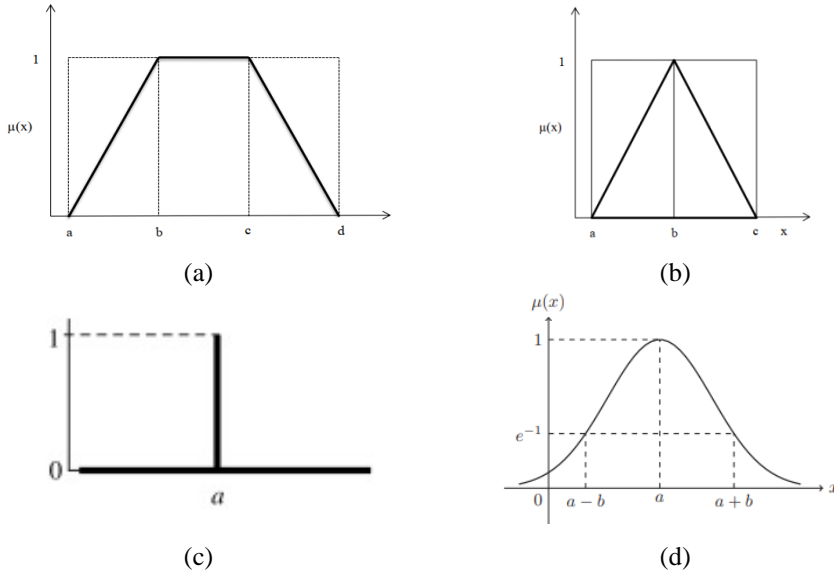
$\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- $l: (-\infty, a) \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu artan ve sağdan süreklidir.
 $x \rightarrow l(x)$
- $\omega_1 < a$ için $\forall x \in (-\infty, \omega_1)$ ise $l(x) = 0$ 'dır.
- $r: (b, \infty) \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu azalan ve soldan süreklidir.
 $x \rightarrow r(x)$
- $\omega_2 > b$ ise $\forall x \in (\omega_2, \infty)$ ise $r(x) = 0$ 'dır.

Üyelik fonksiyonları çeşitli formlarda ifade edilebilmektedir. En sık kullanılan bazı üyelik fonksiyonları, Tablo 1'de özetlenmiştir [2, 13]:

Tablo 1. En Yaygın Kullanılan Bazı Üyelik Fonksiyonları (Şekil 4)

Adlandırma	Üyelik Fonksiyonu	Adlandırma	Üyelik Fonksiyonu
Yamuk	$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ 1 & , b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & , c \leq x \leq d \\ 0 & , d.d. \end{cases}$	Tekil (Singleton)	$\mu(x) = \begin{cases} 0 & , x \neq a \\ 1 & , x = a \end{cases}$
Üçgen	$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & , b \leq x \leq c \\ 0 & , d.d. \end{cases}$	Gauss	$\mu(x) = e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^2}$ $x \in R, b > 0$



Şekil 4. Üyelik Fonksiyonları: (a) Yamuk, (b) Üçgen, (c) Tekil (singleton), (d) Gauss.

Bulanık mantık bağlamında, aritmetik işlemler, bulanık sayının temsil edildiği biçime bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Klasik mantıktaki gibi, kesin sayıların işlemleri tek bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bulanık sayılar, klasik mantığa benzer bir yapıya sahip olduklarından, aritmetik işlemler bu yapıyı dikkate alarak geliştirilmiştir [11, 13, 17-21].

4. ARİTMETİK İŞLEMLER

Bulanık sayılar üzerindeki aritmetik işlemler, klasik sayılarla yapılan işlemlerden geliştirilmiştir. Bulanık sayılar üzerinde toplama ve çıkarma işlemleri değişme ve birleşme özelliklerine sahipken, çarpma ve bölme işlemleri bu özelliklere sahip değildir. Aritmetik işlemleri uygulayabilmek için genellikle genişletme prensibi veya α -kesim yöntemi ele alınır. Bu bölümde bu yöntemler tanımlanarak nasıl uygulandıklarına yönelik örnekler sunulacaktır.

4.1 Genişletme Prensibi ile Aritmetik İşlemler

Kesikli ya da sayılabilir bulanık sayılar aritmetik işlemleri için genişletme prensibi kullanılarak yapılabilir. * herhangi bir aritmetik işlemi temsil etsin. Genişletme prensibini kullanarak bulanık * işlemini gerçekleştirmek için, $x * y = z, x \in \tilde{A}$ ve $y \in \tilde{B}$ olacak şekilde $z \in (\tilde{A} * \tilde{B})$ 'nin üyelik değerini elde etmek için aşağıdaki ifade göz önüne alınır [2, 3]:

$$\mu_{\tilde{A} * \tilde{B}}(x) = \max\{\min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)\}\}$$

Bu ifade aşağıda verilen örnek üzerinde açıklansın.

Örnek 4: X evrensel kümesinde iki bulanık sayı $\tilde{A} = \{(8,0.4), (11,1), (12,0.6)\}$ ve $\tilde{B} = \{(2,0.3), (4,0.6), (5,1), (8,0.7), (10,0.5)\}$ olsun. Genişletme prensibi kullanılarak, temel işlemler aşağıdaki şekilde uygulanabilir:

Toplama:

$$\begin{aligned} \tilde{A} + \tilde{B} = & \{(8 + 2, \min\{0.4, 0.3\}), (8 + 4, \min\{0.4, 0.6\}), (8 + 5, \min\{0.4, 1\}), (8 + 8, \min\{0.4, 0.7\}), \\ & (8 + 10, \min\{0.4, 0.5\}), (11 + 2, \min\{1, 0.3\}), (11 + 4, \min\{1, 0.6\}), (11 + 5, \min\{1, 1\}), \\ & (11 + 8, \min\{1, 0.7\}), (11 + 10, \min\{1, 0.5\}), (12 + 2, \min\{0.6, 0.3\}), (12 + 4, \min\{0.6, 0.6\}), \\ & (12 + 5, \min\{0.6, 1\}), (12 + 8, \min\{0.6, 0.7\}), (12 + 10, \min\{0.6, 0.5\})\} \end{aligned}$$

Yukarıda yapılan işlemlerin sonucunda aşağıdaki toplam elde edilir:

$$\begin{aligned} \tilde{A} + \tilde{B} = & \{(10, 0.3), (12, 0.4), (13, 0.4), (16, 0.4), (18, 0.4), (13, 0.3), (15, 0.6), (16, 1), (19, 0.7), (21, 0.5), \\ & (14, 0.3), (16, 0.6), (17, 0.6), (20, 0.6), (22, 0.5)\} \end{aligned}$$

Genişletme prensibinin tanımına göre, bazı değerler birden fazla üyelik fonksiyonu değerine sahip olduğundan üyelik fonksiyonunun en büyük değeri alınır, yani

$$\begin{aligned} \tilde{A} + \tilde{B} = & \{(10, 0.3), (12, 0.4), (13, \max(0.4, 0.3)), (14, 0.3), (15, 0.6), (16, \max(0.4, 1, 0.6)), (17, 0.6), \\ & (18, 0.4), (19, 0.7), (20, 0.6), (21, 0.5), (22, 0.5)\} \\ = & \{(10, 0.3), (12, 0.4), (13, 0.4), (14, 0.3), (15, 0.6), (16, 1), (17, 0.6), (18, 0.4), (19, 0.7), (20, 0.6), \\ & (21, 0.5), (22, 0.5)\} \end{aligned}$$

Yukarıda yapılan tüm işlemler yardımcı tabloların kullanılmasıyla aşağıdaki biçimde yeniden ifade edilebilir.

Tablo 2. Genişletme Prensibi ile İki Bulanık Sayının Toplaması

$\tilde{A} + \tilde{B}$	(2,0.3)	(4,0.6)	(5,1)	(8,0.7)	(10,0.5)
(8,0.4)	10 0.3	12 0.4	13 0.4	16 0.4	18 0.4
(11,1)	13 0.3	15 0.6	16 1	19 0.7	21 0.5
(12,0.6)	14 0.3	16 0.6	17 0.6	20 0.6	22 0.5

Çıkarma: X evrensel bir küme olmak üzere $\tilde{A} = \{(7,0.4), (8,1), (9,0.6)\}$ ve $\tilde{B} = \{(1,0.3), (2,0.6), (3,1), (4,0.7), (5,0.5)\}$ iki bulanık küme yardımcı tablonun kullanılmasıyla çıkarma işlemi aşağıdaki gibi verilir.

Tablo 3. Genişletme Prensibi ile İki Bulanık Sayının Çıkarması

$\tilde{A} - \tilde{B}$	(1,0.3)	(2,0.6)	(3,1)	(4,0.7)	(5,0.5)
(7,0.4)	6 0.3	5 0.4	4 0.4	3 0.4	2 0.4
(8,1)	7 0.3	6 0.6	5 1	4 0.7	3 0.5
(9,0.6)	8 0.6	7 0.6	6 0.6	5 0.6	4 0.5

Bu durumda $\tilde{A} - \tilde{B} = \{(2,0.4), (3,0.5), (4,0.7), (5,1), (6,0.6), (7,0.6), (8,0.6)\}$ olarak hesaplanır.

Çarpma: X evrensel bir küme olmak üzere $\tilde{A} = \{(3,0.2), (4,1), (5,0.8)\}$ ve $\tilde{B} = \{(2,0.1), (3,0.4), (4,1), (5,0.5), (6,0.3)\}$ iki bulanık küme yardımcı tablonun kullanılmasıyla çarpma işlemi aşağıdaki gibi verilir.

Tablo 4. Genişletme Prensibi ile İki Bulanık Sayının Çarpması

$\tilde{A} \cdot \tilde{B}$	(2,0.1)	(3,0.4)	(4,1)	(5,0.5)	(6,0.3)
(3,0.2)	6 0.1	9 0.2	12 0.2	15 0.2	18 0.2
(4,1)	8 0.1	12 0.4	16 1	20 0.5	24 0.3
(5,0.8)	10 0.1	15 0.4	20 0.8	25 0.5	30 0.3

Bu durumda $\tilde{A} \cdot \tilde{B} = \{(6,0.1), (8,0.1), (9,0.2), (10,0.1), (12,0.4), (15,0.4), (16,1), (18,0.2), (24,0.3), (25,0.5), (30,0.3)\}$ olarak hesaplanır.

Bölme: X evrensel bir küme olmak üzere $\tilde{A} = \{(10,0.5), (12,1), (14,0.4)\}$ ve $\tilde{B} = \{(2,0.6), (5,1), (6,0.3)\}$ iki bulanık küme yardımcı tablonun kullanılmasıyla bölme işlemi aşağıdaki gibi verilir.

Tablo 5. Genişletme Prensipleri ile İki Bulanık Sayının Bölmesi

\tilde{A}/\tilde{B}	(2,0.6)	(5,1)	(6,0.3)
(10,0.5)	5 0.5	2 0.5	1.67 0.3
(12,1)	6 0.6	2.4 1	2 0.3
(14,0.4)	7 0.4	2.8 0.4	2.33 0.3

Bu durumda $\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}} = \{(1.67,0.3), (2,0.5), (2.33,0.3), (2.4,1), (2.8,0.4), (5,0.5), (6,0.6), (7,0.4)\}$ olarak hesaplanır.

4.2 α -kesim ile Aritmetik İşlemler

Bulanık sayılar üzerindeki aritmetik işlemleri yapabilmek için kullanılan diğer bir yöntem olan α -kesim yöntemi aşağıdaki gibi tanımlanır [22]:

Varsayalım ki \tilde{A} ve \tilde{B} iki bulanık sayı olsun ve $*$ işareti temel aritmetik işlemleri temsil etsin. Bu durumda $\tilde{A} * \tilde{B}$ işlemi.

$$\tilde{C} = \tilde{A} * \tilde{B} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\tilde{A}_\alpha * \tilde{B}_\alpha) = \{(x, \mu_{\tilde{C}}(x)) : \exists y, z; x = y * z, y \in \tilde{A}, z \in \tilde{B}\} \tag{10}$$

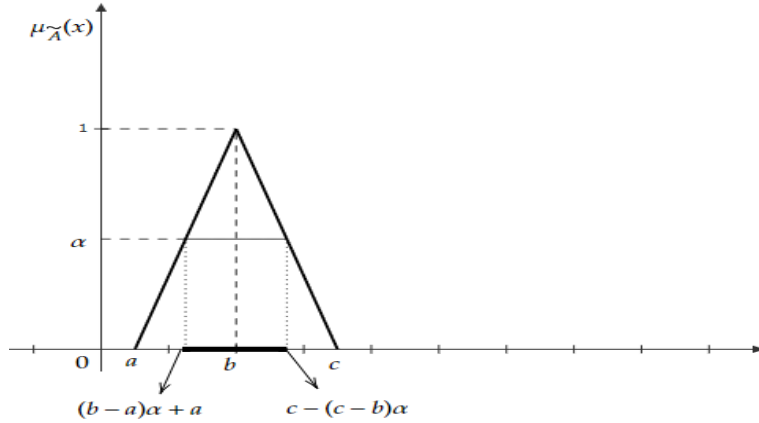
ile verilir. $*$ işareti için bölme işlemi göz önüne alınırsa $0 \notin \tilde{B}_\alpha$ olacağı açıktır.

Bulanık sayıların üzerindeki aritmetik işlemleri daha açık bir şekilde açıklayabilmek amacıyla üçgen bulanık sayıları ele alarak işlemlere devam edilecektir. $\tilde{A} = (a, b, c)$ bir üçgensel bulanık sayı olsun. \tilde{A} sayının üyelik fonksiyonu

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b \leq x \leq c \\ 0 & ; d. d. \end{cases} \tag{11}$$

ile verilir. α -kesim yönteminin tanımına göre, \tilde{A} bulanık sayısının α -kesim kümesi bir aralık tanımlar. \tilde{A} üçgen bulanık sayının α 'ya göre sol ve sağ referans fonksiyonları sırasıyla $\alpha = \frac{x-a}{b-a}$ ve $\alpha = \frac{c-x}{c-b}$ olarak ifade edilir. Burada $\alpha \in [0,1]$ 'dir. Bu durumda α 'ya göre karşılık gelen x değerleri $x = (b - a)\alpha + a$ ve $x = c - (c - b)\alpha$ olarak hesaplanır. Dolayısıyla üçgen bulanık sayının α -kesimi $\tilde{A}_\alpha =$

$[(b - a)\alpha + a, c - (c - b)\alpha]$ gibi elde edilir.



Şekil 5. Üçgen Bulanık Sayının α -Kesimi

$\alpha = 0$ alındığında $\tilde{A}_0 = [a, c]$ ve $\alpha = 1$ olduğunda $\tilde{A}_1 = [b, b] = b$ olacağını açıklar. Sol ve sağ uzunluklar birbirine eşit ise bulanık sayı simetrik olur.

Bulanık sayılar pozitif, negatif veya kısmi negatif olabilirler. Örneğin, $\tilde{A} = (a, b, c)$ üçgen bulanık sayısı için [23]:

- $a > 0$ olduğunda \tilde{A} pozitiftir.
- $c < 0$ olduğunda \tilde{A} negatiftir.
- $a < 0$ ve $((b < 0$ ve $c > 0))$ veya $((b > 0$ ve $c > 0))$ olduğunda \tilde{A} kısmi negatif bir sayıdır.

α -kesim ile aritmetik işlemler aşağıdaki adımlar takip edilerek gerçekleştirilir [2, 3, 18, 24]:

1. Bulanık sayıların α -kesimleri bulunur.
2. Aralık aritmetiği kuralları göz bulundurularak işlem gerçekleştirilir.
3. Elde edilen sonucun, α değerine bağlı olarak sağ ve sol sınırları, yani x değerleri hesaplanır.
4. Elde edilen sonucun α değerine göre, aralıklar üzerindeki üyelik fonksiyonu değerleri hesaplanır.
5. Yapılan işlemin üyelik fonksiyonu hesaplanır.

$\tilde{A} = (a, b, c)$ ve $\tilde{B} = (l, m, n)$ iki üçgensel bulanık sayı olsun. Bu iki sayının üyelik fonksiyonları, aşağıdaki gibi verilsin.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b \leq x \leq c \\ 0 & ; d.d. \end{cases} \quad \mu_{\tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & ; l \leq x \leq m \\ \frac{n-x}{n-m} & ; m \leq x \leq n \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$$

Önerilen adımlara göre; \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık sayılarının α -kesimleri sırasıyla $\tilde{A}_\alpha = [(b - a)\alpha + a, c - (c - b)\alpha]$ ve $\tilde{B}_\alpha = [(m - l)\alpha + l, n - (n - m)\alpha]$ olarak bulunur. Şimdi bu α -kesimleri kullanılarak bazı aritmetik işlemler üzerinde yukardaki adımlarının nasıl uygulanacağını açıklayalım:

Toplama:

Adım 2. $\tilde{A}_\alpha + \tilde{B}_\alpha = [(b - a)\alpha + a, c - (c - b)\alpha] + [(m - l)\alpha + l, n - (n - m)\alpha]$
 $= [(b - a + m - l)\alpha + a + l, c + n - (c - b + n - m)\alpha]$

Adım 3. $x = (b - a + m - l)\alpha + a + l$ ve $x = c + n - (c - b + n - m)\alpha$

Adım 4. $\alpha = \frac{x - (a + l)}{(b + m) - (a + l)}$; $(a + l) \leq x \leq (b + m)$ ve $\alpha = \frac{(c + n) - x}{(c + n) - (b + m)}$; $(b + m) \leq x \leq (c + n)$

Adım 5. $\mu_{\tilde{A} + \tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x - (a + l)}{(b + m) - (a + l)} & ; (a + l) \leq x \leq (b + m) \\ \frac{(c + n) - x}{(c + n) - (b + m)} & ; (b + m) \leq x \leq (c + n) \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$

Çıkarma:

Adım 2. $\tilde{A}_\alpha - \tilde{B}_\alpha = [(b - a)\alpha + a, c - (c - b)\alpha] - [(m - l)\alpha + l, n - (n - m)\alpha]$
 $= [(b - a)\alpha + a - (n - (n - m)\alpha), c - (c - b)\alpha - ((m - l)\alpha - l)]$
 $= [(a - n) + (b - a + n - m)\alpha, (c - l) - (c - b + m - l)\alpha]$

Adım 3. $x = (a - n) + (b - a + n - m)\alpha$ ve $x = (c - l) - (c - b + m - l)\alpha$

Adım 4. $\alpha = \frac{x - (a - n)}{(b - m) - (a - n)}$; $(a - n) \leq x \leq (b - m)$ ve $\alpha = \frac{(c - l) - x}{(c - l) - (b - m)}$; $(b - m) \leq x \leq (c - l)$

Adım 5. $\mu_{\tilde{A} - \tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x - (a - n)}{(b - m) - (a - n)} & ; (a - n) \leq x \leq (b - m) \\ \frac{(c - l) - x}{(c - l) - (b - m)} & ; (b - m) \leq x \leq (c - l) \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$

Çarpma: Çarpma işlemi, pozitif ve pozitif olmayan sayılar için farklı sonuçlar üretebilir. \tilde{A} ve \tilde{B} iki pozitif bulanık sayı olarak kabul edilsin, yani \tilde{A} için $a > 0$ ve \tilde{B} için $l > 0$ olsun.

Adım 2. $\tilde{A}_\alpha \cdot \tilde{B}_\alpha = [(b - a)\alpha + a, c - (c - b)\alpha] \cdot [(m - l)\alpha + l, n - (n - m)\alpha]$
 $= [((b - a)\alpha + a) \cdot ((m - l)\alpha + l), (c - (c - b)\alpha) \cdot (n - (n - m)\alpha)]$

Adım 3. $x = (b - a)(m - l)\alpha^2 + ((b - a)l + (m - l)a)\alpha + al$
 $x = (c - b)(n - m)\alpha^2 - ((n - m)c + (c - b)n)\alpha + cn$

Adım 4. $\alpha = \frac{-((b - a)l + (m - l)a) + \sqrt{((b - a)l + (m - l)a)^2 - 4(b - a)(m - l)(al - x)}}{2(b - a)(m - l)}$; $al \leq x \leq bm$
 $\alpha = \frac{((n - m)c + (c - b)n) - \sqrt{((n - m)c + (c - b)n)^2 - 4(c - b)(n - m)(cn - x)}}{2(c - b)(n - m)}$; $bm \leq x \leq cn$

Adım 5. $\mu_{\tilde{A} \cdot \tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{-((b - a)l + (m - l)a) + \sqrt{((b - a)l + (m - l)a)^2 - 4(b - a)(m - l)(al - x)}}{2(b - a)(m - l)} & ; al \leq x \leq bm \\ \frac{((n - m)c + (c - b)n) - \sqrt{((n - m)c + (c - b)n)^2 - 4(c - b)(n - m)(cn - x)}}{2(c - b)(n - m)} & ; bm \leq x \leq cn \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$

Bölme: Çarpma işlemi gibi bölme işlemi de pozitif ve pozitif olmayan sayılar için işlemlerde farklı sonuçlar üretebilir. \tilde{A} ve \tilde{B} iki pozitif bulanık sayı olarak kabul edilsin, yani \tilde{A} için $a > 0$ ve \tilde{B} için $l > 0$ olsun.

Adım 2. $\frac{\tilde{A}_\alpha}{\tilde{B}_\alpha} = \frac{[(b-a)\alpha+a, c-(c-b)\alpha]}{[(m-l)\alpha+l, n-(n-m)\alpha]} = \left[\frac{(b-a)\alpha+a}{n-(n-m)\alpha}, \frac{c-(c-b)\alpha}{(m-l)\alpha+l} \right]$

Adım 3. $x = \frac{(b-a)\alpha+a}{n-(n-m)\alpha}$ ve $x = \frac{c-(c-b)\alpha}{(m-l)\alpha+l}$

Adım 4. $\alpha = \frac{xn-a}{(b-a)+(n-m)x}$; $\frac{a}{n} \leq x \leq \frac{b}{m}$ ve $\alpha = \frac{c-lx}{(c-b)+(m-l)x}$; $\frac{b}{m} \leq x \leq \frac{c}{l}$

Adım 5. $\mu_{\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}}}(x) = \begin{cases} \frac{xn-a}{(b-a)+(n-m)x} & ; \frac{a}{n} \leq x \leq \frac{b}{m} \\ \frac{c-lx}{(c-b)+(m-l)x} & ; \frac{b}{m} \leq x \leq \frac{c}{l} \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$

Bulanık sayının tersi: \tilde{A} pozitif bir sayı olsun. ($a > 0$ olmak üzere)

Adım 2. $\frac{1}{\tilde{A}_\alpha} = \frac{1}{[(b-a)\alpha+a, c-(c-b)\alpha]} = \left[\frac{1}{c-(c-b)\alpha}, \frac{1}{(b-a)\alpha+a} \right]$

Adım 3. $x = \frac{1}{c-(c-b)\alpha}$ ve $x = \frac{1}{(b-a)\alpha+a}$

Adım 4. $\alpha = \frac{cx-1}{x(c-b)}$; $\frac{1}{c} \leq x \leq \frac{1}{b}$ ve $\alpha = \frac{1-ax}{x(b-a)}$; $\frac{1}{b} \leq x \leq \frac{1}{a}$

Adım 5. $\mu_{\frac{1}{\tilde{A}}}(x) = \begin{cases} \frac{cx-1}{x(c-b)} & ; \frac{1}{c} \leq x \leq \frac{1}{b} \\ \frac{1-ax}{x(b-a)} & ; \frac{1}{b} \leq x \leq \frac{1}{a} \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$

Bulanık sayının üstel formu: \tilde{A} pozitif bir sayı olsun. ($a > 0$ olmak üzere)

Adım 2. $e^{\tilde{A}_\alpha} = e^{[(b-a)\alpha+a, c-(c-b)\alpha]} = [e^{(b-a)\alpha+a}, e^{c-(c-b)\alpha}]$

Adım 3. $x = e^{(b-a)\alpha+a}$ ve $x = e^{c-(c-b)\alpha}$

Adım 4. $\alpha = \frac{\ln(x)-a}{b-a}$; $e^a \leq x \leq e^b$ ve $\alpha = \frac{c-\ln(x)}{c-b}$; $e^b \leq x \leq e^c$

Adım 5. $\mu_{e^{\tilde{A}}}(x) = \begin{cases} \frac{\ln(x)-a}{b-a} & ; e^a \leq x \leq e^b \\ \frac{c-\ln(x)}{c-b} & ; e^b \leq x \leq e^c \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$

Bulanık sayının logaritma formu: \tilde{A} pozitif bir sayı olsun. ($a > 0$ olmak üzere)

Adım 2. $\ln(\tilde{A}_\alpha) = \ln([(b-a)\alpha+a, c-(c-b)\alpha]) = [\ln((b-a)\alpha+a), \ln(c-(c-b)\alpha)]$

Adım 3. $x = \ln((b-a)\alpha+a)$ ve $x = \ln(c-(c-b)\alpha)$

Adım 4. $\alpha = \frac{e^x-a}{b-a}$; $\ln(a) \leq x \leq \ln(b)$ ve $\alpha = \frac{c-e^x}{c-b}$; $\ln(b) \leq x \leq \ln(c)$

Adım 5. $\mu_{\ln(\tilde{A})}(x) = \begin{cases} \frac{e^x-a}{b-a} & ; \ln(a) \leq x \leq \ln(b) \\ \frac{c-e^x}{c-b} & ; \ln(b) \leq x \leq \ln(c) \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$

n. dereceden kökü: \tilde{A} pozitif bir sayı olsun. ($a > 0$ olmak üzere)

$$\text{Adım 2. } \sqrt[n]{\tilde{A}_\alpha} = \sqrt[n]{[(b-a)\alpha + a, c - (c-b)\alpha]} = \left[\sqrt[n]{(b-a)\alpha + a}, \sqrt[n]{c - (c-b)\alpha} \right]$$

$$\text{Adım 3. } x = \sqrt[n]{(b-a)\alpha + a} \text{ ve } x = \sqrt[n]{c - (c-b)\alpha}$$

$$\text{Adım 4. } \alpha = \frac{x^n - a}{b-a}; \sqrt[n]{a} \leq x \leq \sqrt[n]{b} \text{ ve } \alpha = \frac{c - x^n}{c-b}; \sqrt[n]{b} \leq x \leq \sqrt[n]{c}$$

$$\text{Adım 5. } \mu_{\sqrt[n]{\tilde{A}}}(x) = \begin{cases} \frac{x^n - a}{b-a} & ; \sqrt[n]{a} \leq x \leq \sqrt[n]{b} \\ \frac{c - x^n}{c-b} & ; \sqrt[n]{b} \leq x \leq \sqrt[n]{c} \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$$

olur. Şimdi, yukarıda sunulan işlemleri bir örnek üzerinde açıklayalım.

Örnek 5: $\tilde{A} = (2,4,9)$ ve $\tilde{B} = (3,8,10)$ iki üçgen bulanık sayı olsun. ($a > 0$ ve $f > 0$ olduğundan bu iki bulanık sayının pozitif olduğu açıktır)

\tilde{A} ve \tilde{B} bulanık sayının α -kesimleri, $\tilde{A}_\alpha = [2\alpha + 2, 9 - 5\alpha]$ ve $\tilde{B}_\alpha = [5\alpha + 3, 10 - 2\alpha]$ olarak bulunur.

Toplama:

$$\text{Adım 2. } \tilde{A}_\alpha + \tilde{B}_\alpha = [7\alpha + 5, 19 - 7\alpha]$$

$$\text{Adım 3. } x = 7\alpha + 5 \text{ ve } x = 19 - 7\alpha$$

$$\text{Adım 4. } \alpha = \frac{x-5}{7}; 5 \leq x \leq 12 \text{ ve } \alpha = \frac{19-x}{7}; 12 \leq x \leq 19$$

$$\text{Adım 5. } \mu_{\tilde{A}+\tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x-5}{7} & ; 5 \leq x \leq 12 \\ \frac{19-x}{7} & ; 12 \leq x \leq 19 \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$$

Çıkarma:

$$\text{Adım 2. } \tilde{A}_\alpha - \tilde{B}_\alpha = [-8 + 4\alpha, 6 - 10\alpha]$$

$$\text{Adım 3. } x = -8 + 4\alpha \text{ ve } x = 6 - 10\alpha$$

$$\text{Adım 4. } \alpha = \frac{x+8}{4}; -8 \leq x \leq -4 \text{ ve } \alpha = \frac{6-x}{10}; -4 \leq x \leq 6$$

$$\text{Adım 5. } \mu_{\tilde{A}-\tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x+8}{4} & ; -8 \leq x \leq -4 \\ \frac{6-x}{10} & ; -4 \leq x \leq 6 \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$$

Çarpma:

$$\text{Adım 2. } \tilde{A}_\alpha \cdot \tilde{B}_\alpha = [10\alpha^2 + 16\alpha + 6, 10\alpha^2 + 68\alpha + 90]$$

$$\text{Adım 3. } x = 10\alpha^2 + 16\alpha + 6 \text{ ve } x = 10\alpha^2 + 68\alpha + 90$$

$$\text{Adım 4. } \alpha = \frac{-16 + \sqrt{256 - 40(6-x)}}{20}; 6 \leq x \leq 32 \text{ ve } \alpha = \frac{68 - \sqrt{4624 - 40(90-x)}}{20}; 32 \leq x \leq 90$$

$$\text{Adım 5. } \mu_{\tilde{A} \cdot \tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{-16 + \sqrt{256 - 40(6-x)}}{20} & ; 6 \leq x \leq 32 \\ \frac{68 - \sqrt{4624 - 40(90-x)}}{20} & ; 32 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; d. d. \end{cases}$$

Bölme:

Adım 2. $\frac{\tilde{A}_\alpha}{\tilde{B}_\alpha} = \left[\frac{2\alpha+2}{10-2\alpha}, \frac{9-5\alpha}{5\alpha+3} \right]$

Adım 3. $x = \frac{2\alpha+2}{10-2\alpha}$ ve $x = \frac{9-5\alpha}{5\alpha+3}$

Adım 4. $\alpha = \frac{10x-2}{2+2x}$; $0.2 \leq x \leq 0.5$ ve $\alpha = \frac{9-3x}{5+5x}$; $0.5 \leq x \leq 3$

Adım 5. $\mu_{\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}}}(x) = \begin{cases} \frac{10x-2}{2+2x} & ; 0.2 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{9-3x}{5+5x} & ; 0.5 \leq x \leq 3 \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$

Bulanık sayının tersi:

Adım 2. $\frac{1}{\tilde{A}_\alpha} = \left[\frac{1}{9-5\alpha}, \frac{1}{2\alpha+2} \right]$

Adım 3. $x = \frac{1}{9-5\alpha}$ ve $x = \frac{1}{2\alpha+2}$

Adım 4. $\alpha = \frac{9x-1}{5x}$; $\frac{1}{9} \leq x \leq 0.25$ ve $\alpha = \frac{1-2x}{2x}$; $0.25 \leq x \leq 0.5$

Adım 5. $\mu_{\frac{1}{\tilde{A}}}(x) = \begin{cases} \frac{9x-1}{5x} & ; \frac{1}{9} \leq x \leq 0.25 \\ \frac{1-2x}{2x} & ; 0.25 \leq x \leq 0.5 \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$

Bulanık sayının üstel formu:

Adım 2. $e^{\tilde{A}_\alpha} = [e^{2\alpha+2}, e^{9-5\alpha}]$

Adım 3. $x = e^{2\alpha+2}$ ve $x = e^{9-5\alpha}$

Adım 4. $\alpha = \frac{\ln(x)-2}{2}$; $e^2 \leq x \leq e^4$ ve $\alpha = \frac{9-\ln(x)}{5}$; $e^4 \leq x \leq e^9$

Adım 5. $\mu_{e^{\tilde{A}}}(x) = \begin{cases} \frac{\ln(x)-2}{2} & ; e^2 \leq x \leq e^4 \\ \frac{9-\ln(x)}{5} & ; e^4 \leq x \leq e^9 \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$

Bulanık sayının logaritma formu:

Adım 2. $\ln(\tilde{A}_\alpha) = [\ln(2\alpha+2), \ln(9-5\alpha)]$

Adım 3. $x = \ln(2\alpha+2)$ ve $x = \ln(9-5\alpha)$

Adım 4. $\alpha = \frac{e^x-2}{2}$; $\ln(2) \leq x \leq \ln(4)$ ve $\alpha = \frac{9-e^x}{5}$; $\ln(4) \leq x \leq \ln(9)$

Adım 5. $\mu_{\ln(\tilde{A})}(x) = \begin{cases} \frac{e^x-2}{2} & ; \ln(2) \leq x \leq \ln(4) \\ \frac{9-e^x}{5} & ; \ln(4) \leq x \leq \ln(9) \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$

n. dereceden kökü:

Adım 2. $\sqrt[n]{\tilde{A}_\alpha} = \left[\sqrt[n]{2\alpha+2}, \sqrt[n]{9-5\alpha} \right]$

Adım 3. $x = \sqrt[n]{2\alpha+2}$ ve $x = \sqrt[n]{9-5\alpha}$

Adım 4. $\alpha = \frac{x^n-2}{2}$; $\sqrt[n]{2} \leq x \leq \sqrt[n]{4}$ ve $\alpha = \frac{9-x^n}{5}$; $\sqrt[n]{4} \leq x \leq \sqrt[n]{9}$

$$\text{Adım 5. } \mu_{\sqrt[n]{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x^n - 2}{2} & ; \quad \sqrt[n]{2} \leq x \leq \sqrt[n]{4} \\ \frac{9 - x^n}{5} & ; \quad \sqrt[n]{4} \leq x \leq \sqrt[n]{9} \\ 0 & ; \quad d. d. \end{cases}$$

Bulanık sayıların kullanımı, çalışma alanlarına göre farklılık gösterecektir. Aşağıda, gerçek dünya problemlerine göre ele alınan örnekler için yukarıda tanımlanan kavramlar kullanılarak iki örnek sunulacaktır. İlk örnekte genişletme prensibi, ikinci örnekte ise α -kesim yöntemi ele alınacaktır.

Örnek 6: Bir firma, müşterilerine sunduğu Hizmet A ve Hizmet B ile ilgili olarak müşterilerinin memnuniyet seviyelerini belirlemek istesin. Bunun için müşteri memnuniyet ölçümlerindeki belirsizliği modelleyebilmek amacıyla \tilde{A} , Hizmet A ile ilgili memnuniyeti ve \tilde{B} , Hizmet B ile ilgili memnuniyeti temsil eden bulanık sayılar olarak ele alınsın.

Hizmet A ile Müşteri Memnuniyeti: $\tilde{A} = \{(80,0.9), (60,1), (40,0.7)\}$.

Hizmet B ile Müşteri Memnuniyeti: $\tilde{B} = \{(70,0.8), (50,1), (30,0.6)\}$.

\tilde{A} , mümkün olan memnuniyet seviyelerini ve bunların ilişkilendirilmiş üyelik derecelerini içerir. Üyelik fonksiyonu değerleri, uzmanlar tarafından yapılan önceki hizmet değerlendirmeleri ve bazı değerlendirme ölçütleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hizmet A için 80, 60, 40 değerleri üç yeni müşterinin değerlendirme puanlarını ifade etmektedir. Ayrıca, bu değerlere ilişkin üyelik değerleri, önceki anketlerden elde edilen verilere dayanarak belirli ölçülere göre hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, önceki dönemlerde her bir puanı veren müşteri sayısı da dikkate alınmıştır. Örneğin, 60 puan, müşteriler tarafından en çok verilen puan olmak üzere 300 kişinin 60 puan verdiğini ve aynı değerlendirme döneminde 270 kişinin de 80 puan verdiğini varsayalım. Bu değerlendirmeleri göz önüne alarak 60 puan için 1 ve 80 puan için 0.9 üyelik değerleri atanabilir. Bu atama yapılırken 300 ve 270 sayıları arasındaki oran dikkate alınmıştır. Benzer yöntemle Hizmet B için de üyelik fonksiyonu değerleri atanmıştır.

Şimdi bu iki sayı için bazı aritmetik işlemlerin sonuçları aşağıdaki gibidir:

Toplam $\tilde{A} + \tilde{B} = \{(70,0.6), (90,0.7), (110,1), (130,0.9), (150,0.8)\}$, Hizmet A ve Hizmet B ile müşteri memnuniyetinin birleşik seviyesini temsil eder. İki bulanık sayının toplamı, memnuniyet seviyelerin toplamı gösterir.

Çıkarma $\tilde{A} - \tilde{B} = \{(-30,0.7), (-10,0.7), (10,0.6), (30,0.6), (50,0.6)\}$, Hizmet A ve Hizmet B ile müşteri memnuniyeti seviyeleri arasındaki potansiyel farklılık veya sapmayı temsil eder. İki bulanık sayı arasındaki fark, memnuniyet seviyeleri arasındaki belirsizliği içerir.

Çarpma $\tilde{A} \cdot \tilde{B} = \{(1200,0.6), (1800,0.6), (2000,0.7), (2400,0.6), (2800,0.7), (3000,1), (4000,0.9), (4200,0.8), (5600,0.8)\}$ Hizmet A ve Hizmet B ile müşteri memnuniyeti seviyelerinin birleşik etkisini temsil eder. Bu iki bulanık sayının çarpımı, bulanık sayıların ayrık doğasını göz önünde bulundurarak memnuniyet seviyelerinin potansiyel etkileşimlerini gösterir.

Bölme $\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}} = \{(0.57,0.7), (0.8,0.7), (0.86,0.8), (1.14,0.8), (1.2,1), (1.33,0.6), (1.6,0.9), (2.7,0.6), (2,0.6)\}$, Hizmet A ve Hizmet B ile müşteri memnuniyeti seviyeleri arasındaki oranı veya orantıyı temsil eder. Bu iki sayının oranı, iki hizmetteki memnuniyet seviyelerinin göreceli büyüklüklerini ve ilişkili belirsizlikleri yansıtır.

Şimdi α -kesim yöntemi için aşağıdaki örnek ele alınsın.

Örnek 7: Belirli bir ürüne ait üretim süreci ele alınsın. Bu ürün iki farklı üretim hattı kullanılarak üretilsin ve üretim miktarlarındaki belirsizliği temsil etmek amacıyla iki üçgensel bulanık sayı kullanılsın.

A Hattı için: $\tilde{A} = (12,13,14)$.

B Hattı için: $\tilde{B} = (11,12,13)$.

\tilde{A} ve \tilde{B} , iki farklı üretim hattı için tahmin edilen üretim miktarını temsil eder, yani üretim tahminlerindeki belirsizliği tespit etmek için bu üçgensel bulanık sayılar ele alındığında \tilde{A} için 12 değeri birim cinsinden minimum değeri, 13 değeri mod ve 14 değeri de maksimum üretim miktarını temsil eder. Benzer olarak \tilde{B} için 11 değeri birim cinsinden minimum değeri, 12 değeri mod ve 13 değeri de maksimum üretim miktarını temsil eder. Bununla birlikte bu iki sayıya ait üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi verilsin:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} x - 12 & ; & 12 \leq x \leq 13 \\ 14 - x & ; & 13 \leq x \leq 14, \\ 0 & ; & d. d. \end{cases} \quad \mu_{\tilde{B}}(x) = \begin{cases} x - 11 & ; & 11 \leq x \leq 12 \\ 13 - x & ; & 12 \leq x \leq 13 \\ 0 & ; & d. d. \end{cases}$$

Bu iki sayının toplamı, her iki üretim hattındaki mümkün toplam üretim miktarını temsil eder.

$$\mu_{\tilde{A}+\tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x - 23}{2} & ; & 23 \leq x \leq 25 \\ \frac{27 - x}{2} & ; & 25 \leq x \leq 27 \\ 0 & ; & d. d. \end{cases}$$

Bu iki sayının farkı, iki üretim hattı için üretim miktarlarının arasındaki farkı ifade edecektir.

$$\mu_{\bar{A}-\bar{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x+1}{2} & ; -1 \leq x \leq 1 \\ \frac{3-x}{2} & ; 1 \leq x \leq 3 \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$$

Bu iki sayının çarpımı, her iki üretim hattındaki üretim miktarlarının birleşik etkisini veya etkileşimini gösterecektir.

$$\mu_{\bar{A} \cdot \bar{B}}(x) = \begin{cases} \frac{-23 + \sqrt{529 - 4(132 - x)}}{2} & ; 132 \leq x \leq 156 \\ \frac{27 - \sqrt{729 - 4(182 - x)}}{2} & ; 156 \leq x \leq 182 \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$$

Bu iki sayının oranı, iki hat arasındaki üretim miktarlarının oranını veya orantısını ifade edecektir.

$$\mu_{\frac{\bar{A}}{\bar{B}}}(x) = \begin{cases} \frac{13x - 12}{1 + x} & ; \frac{12}{13} \leq x \leq \frac{13}{12} \\ \frac{14 - 11x}{1 + x} & ; \frac{13}{12} \leq x \leq \frac{14}{11} \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$$

\tilde{A} sayının üstel formu, A üretim hattı çıkış değerlerinin büyüme faktörünü değerlendirmemize imkan sağlayacaktır.

$$\mu_{e^{\tilde{A}}} = \begin{cases} \ln(x) - 12 & ; e^{12} \leq x \leq e^{13} \\ 14 - \ln(x) & ; e^{13} \leq x \leq e^{14} \\ 0 & ; d.d. \end{cases}$$

5. SONUÇLAR

Bu çalışma, bulanık mantığın temel prensiplerini ele alarak bulanık küme ve sayıların aritmetik işlemlerle uygulanmasının önemi vurgulamıştır. Geleneksel mantık ile karşılaştırıldığında, bulanık mantığın daha fazla bilgi sunma kapasitesine sahip olduğu açıkça görülmüştür. Bu durum, özellikle belirsizlik içeren veya kesin sınırların belirlenmesinin zor olduğu durumlar için büyük bir avantaj sunar. Bulanık sayılar, geniş bir aralığı temsil edebilme yeteneği sayesinde gerçek dünyadaki belirsizlikleri ve karmaşıklıkları daha iyi ifade edebilirler. Ancak, bu esnekliğin bir sonucu olarak, bulanık sayıların farklı biçimlerde ifade edilebileceği ve kullanılabilmesi unutulmamalıdır. Kesin sayılar kullanıldığında, elde edilebilecek ek bilgilerin kaybedileceği bir durum ortaya çıkabilir. Bu,

bulanık sayılarla ifade edilen belirsizlik ve esneklik özelliklerine kıyasla önemli bir sınırlamayı temsil eder.

Bu çalışmanın öne çıkardığı temel amaç, bulanık mantığın temel prensiplerini kavramak ve bu prensipleri aritmetik işlemlerle etkili bir şekilde bütünleştirmektir. Aritmetik işlemler, yazılım araçları kullanılarak hızlıca gerçekleştirilebilir olsa da bu işlemlerin nasıl gerçekleştirildiğini anlamak, araştırmacılara daha fazla bilgi ve içgörü sağlar. Dolayısıyla bu çalışma, bulanık mantığın temel prensiplerini derinlemesine anlamayı hedeflemektedir. Bu anlayış, bilim ve mühendislik alanlarındaki uygulamalara önemli katkılar sunabilir ve gelecekteki çalışmalar için sağlam bir temel oluşturabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK BEYANI

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

YAZARLARIN KATKILARI

Yazarların makaleye katkıları eşit orandadır.

KAYNAKLAR

- [1] A. A. Vargeloğlu, “Sezgisel kümelere dayalı bulanık regresyon analizi ve uygulamaları,” Yüksek lisans tezi, İstatistik, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2020.
- [2] L. A. Zadeh, “Fuzzy sets,” *Information and Control*, vol. 8, no. 3, 1965
- [3] L. A. Zadeh, “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I,” *Information Sciences*, vol. 8, no. 3, pp. 199-249, 1975.
- [4] G. J. Klir and B. Yuan, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and its Applications*. New York, Jersey: Prentice Hall PTR, 1995.
- [5] N. Baykal and T. Beyan, *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*.1sted, Ankara: Bıçaklar Kitabevi, 2004.
- [6] M. B. Başkır, “Bulanık kalite fonksiyon yayılımı yaklaşımının iyileştirilmesi ve uygulamaları,” Doktora tezi, İstatistik, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2011.
- [7] J. C. Bezdek, “Numerical taxonomy with fuzzy sets,” *Journal of Mathematical Biology*, vol. 1, pp. 57-71, 1974.
- [8] E. H. Mamdani and S. Assilian, “An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller,” *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 51, no. 2, pp. 135-147, 1999.

- [9] P. Hajek, L. Godo and F. Esteva, “Fuzzy logic and probability,” presented at Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, Canada, from August 18th to August 20th, pp. 237-244, 1995.
- [10] J. Lukasiewicz, “Philosophische Bemerkungen zu mehrwertigen Systemen des Aussagenkalküls [Philosophical Remarks on Many-Valued Systems of Propositional Logic],” *Comptes Rendus Des Séances De La Société Des Sciences Et Des Lettres De Varsovie Cl III*, vol. 23, pp. 51–77, 1930.
- [11] D. Dubois and H. Prade, “Operations in a fuzzy-valued logic,” *Information and Control*, vol. 43, no. 2, pp. 224-240, 1979.
- [12] W. Heisenberg, “Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik,” *Z. Physik*, vol. 43, pp. 172–198, 1927.
- [13] O. Castillo and P. Melin, “Type-1 fuzzy logic,” in *Type-2 Fuzzy Logic: Theory and Applications*, Berlin, Heidelberg: Springer, 2008.
- [14] D. Dubois and H. Prade, “Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications,” United States of America: Academic Press INC, 1980.
- [15] Y. Kocatürk, “Bulanık değişkenler ve bulanık yenileme süreçleri,” Yüksek lisans tezi, İstatistik, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2007.
- [16] C. Bector and S. Chandra, “Fuzzy mathematical programming and fuzzy matrix games,” *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2005.
- [17] L. Stefanini and M. L. Guerra, “On fuzzy arithmetic operations: Some properties and distributive approximations,” *Int. J. Appl. Math*, vol. 19, pp. 171–199, 2007.
- [18] S. Chandrasekaran and E.-. Tamilmani, “Arithmetic operation of fuzzy numbers using α -cut method,” *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, vol. 2, no. 10, pp. 299-315, 2015.
- [19] A. M. Shapique, “Arithmetic operations on heptagonal fuzzy numbers,” *Asian Research Journal of Mathematics*, vol. 2, no. 5, pp. 1-25, 2017.
- [20] E. H. Eljaoui, S. Melliani, and L. S. Chadli, “Multiplication operations and powers of trapezoidal fuzzy numbers,” *Journal of Universal Mathematics*, vol. 1, no. 2, pp. 204-215, 2018.
- [21] P. Jayasri and P. Elavarasi, “Fuzzy set theory and arithmetic operations on fuzzy numbers,” *International Journal of Scientific Research and Management*, vol. 6, no. 2, pp. 2321-3418, 2018.
- [22] I. M. Musa, “Investigation of basic concepts of fuzzy arithmetic,” Master of Science, Applied Mathematics and Computer Science, Eastern Mediterranean University, Gazimağusa, North Cyprus, 2015.
- [23] M. Y. Ali, A. Sultan, and A.F.M.K. Khan, “Comparison of fuzzy multiplication operation on triangular fuzzy numbers,” *IOSR Journal of Mathematics*, vol. 12, no. 4, pp. 35-41, 2016.
- [24] R. Chutia, S. Mahanta, and H.K. Baruah, “An alternative method of finding the membership of a fuzzy numbers,” *International Journal of Latest Trends in Computing*, vol. 1, no. 2, 2010