



Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt 2 Sayı 1

Yayınlanma Tarihi: 10 Temmuz 2023



Dergi Kurulları

Dergi Sahibi

Prof. Dr. TUĞRUL YAKUPOĞLU

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dekanı

Baş Editör

Doç. Dr. Servet ARAS

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

İletişim: bozok.ziraatdergi@yobu.edu.tr

Teknik Editörler

Cennet YAMAN, cennet.yaman@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ (Editör Yardımcısı)

Müjgan GÜNEY, mujgan.guney@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ (Editör Yardımcısı)

Tansu USUKUTOĞLU, tansu.uskutoglu@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ (Dil Editörü)

Selcan ÖZYALIN, selcan.ozyalin@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ (Dil Editörü)

Saber DELPASAND, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ (Dil Editörü)

Gökçe AYDÖNER ÇOBAN, gokce.aydoner@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ (Yazım Editörü)

Tuğba KILIÇ, tugba.kilic@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ (Mizanpaj Editörü)

E-ISSN: 2822-4604

Bilimsel Danışma Kurulu

Abdulkaki BİLGİÇ, abdulbaki.bilgic@bilecik.edu.tr, UNIVERSITY OF BILECIK ŞEYH EDEBALI, TURKEY
Ahmet Doğan DUMAN, adduman@mku.edu.tr, UNIVERSITY OF MUSTAFA KEMAL, HATAY HIGH SCHOOL OF HEALTH, TURKEY
Aysen KOÇ, aysen.koc@bozok.edu.tr, UNIVERSITY OF YOZGAT BOZOK, YOZGAT, TURKEY
Belgin COŞKE ŞENKAL, belgin.senkal@bozok.edu.tr, UNIVERSITY OF YOZGAT BOZOK, TURKEY
Cuma AKBAY, cakbay@ksu.edu.tr, UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM, KAHRAMANMARAŞ, TURKEY
Cafer GENÇOĞLAN, gencoglan@ksu.edu.tr, UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM, KAHRAMANMARAŞ, TURKEY
Elmira ZIYA MOTALEBİPOUR, ISLAMIC AZAD UNIVERSITY, ISFAHAN, IRAN
Gamze PEKBAY, gamze.pekbey@bozok.edu.tr, UNIVERSITY OF YOZGAT BOZOK, YOZGAT, TURKEY
Güngör YILMAZ, gungor.yilmaz@bozok.edu.tr, UNIVERSITY OF YOZGAT BOZOK, YOZGAT, TURKEY
Larisa CAISIN, STATE AGRARIAN UNIVERSITY OF MOLDOVA
Sayed Morteza ZAHEDİ, UNIVERSITY MARAGHEH, IRAN
Recep GÜNDOĞAN, rgundogan@harran.edu.tr, UNIVERSITY OF HARRAN, TURKEY
Resul GERÇEKÇİOĞLU, resul.gercekcioglu@gop.edu.tr, UNIVERSITY OF TOKAT GAZIOSMANPASA, TOKAT, TURKEY
Tanzer ERYILMAZ, tanzer.eryilmaz@bozok.edu.tr, UNIVERSITY OF YOZGAT BOZOK, YOZGAT, TURKEY
Tuğrul YAKUPOĞLU, tugrul.yakupoglu@bozok.edu.tr, UNIVERSITY OF YOZGAT BOZOK, YOZGAT, TURKEY
Yavuz GÜRBÜZ, yavuz.gurbuz@bozok.edu.tr, UNIVERSITY OF YOZGAT BOZOK, YOZGAT, TURKEY
Hanifeh Seyed Hajizadeh, hhajizade@ut.ac.ir, UNIVERSITY OF MARAGHEH, MARAGHEH, IRAN
Surendra Barpete, surendrabarpete@gmail.com, ICARDA, INDIA
Allah Bakhsh, allahbakhsh@cemb.edu.pk, UNIVERSITY OF PUNJAB, PAKISTAN
Faiz Ahmad Joyia, faizahmad1980@gmail.com, UNIVERSITY OF AGRICULTURE, FAISALABAD, PAKISTAN
Naeem Sattar, naeem.sattar1177@gmail.com, KING FAISAL UNIVERSITY, SAUDIA ARABIA

Alan Editörleri

Belgin COŞGE ŞENKAL, belgin.senkal@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Tarla Bitkileri
Aysen KOÇ, aysen.koc@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ - Bahçe Bitkileri
Bekir SITKI ŞİRİKÇİ, bekirsirikci@gmail.com, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Tarım Ekonomisi
Ali ENDES, ali.endes@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Bitki Koruma
Esra BALIKCI, esra.balikci@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Su Ürünleri
Hakan KELES, hakan.keles@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Bahçe Bitkileri
Hikmet ORHAN, hikmetorhan@sdu.edu.tr, SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ -Biyostatik
Fatma HAYIT, fatma.hayit@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Gıda Mühendisliği
Murat GÜNEY, murat.guney@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Bahçe Bitkileri
Musa YAVUZ, musayavuz@isparta.edu.tr, ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ -Zootekni Bölümü
Orhan ERMETİN, orhan.ermetin@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Zootekni Bölümü
Tanzer ERYILMAZ, tanzer.eryilmaz@bozok.edu.tr, YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ -Tarım Makineleri Teknolojileri Mühendisliği
Emre BABUR, emrebabur@ksu.edu.tr, KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ- Orman Mühendisliği
Kader ERÇİK, kader.ercik@tarimorman.gov.tr, ALATA BAHÇE KÜLTÜRLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

İÇİNDEKİLER

Makale Künyesi

Syf

Yozgat İli, Alişar Köyü'nün Ekoturizm Kapsamında Değerlendirilmesi.....	1-11
Determination of Physical Characteristics for Dry Agricultural Land of Ciliwung Hulu Watershed.....	12-18
Azadiraktin Üzerine Genel Bir Değerlendirme.....	19-30
Dışsal Triptofan Uygulamasının Böğürtlende Bazı Biyokimyasal ve Meyvelerinin Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri.....	31-40
Meriç Deltası Milli Parkı Topraklarının Geçirgenlik Durumlarının Tespiti ve K Faktörünün Belirlenmesi.....	41-48
Melezleme Islahı ile Halfeti Gülünün (R. odorata Louis XIV) Islah Performansının Belirlenmesi.....	49-57
Bingöl Kenti Açık Yeşil Alanlarının Doğal Afetlere Hazırlık Durumları ve Leke Senaryoları.....	58-72



Araştırma Makalesi

Yozgat İli, Alışar Köyü'nün Ekoturizm Kapsamında Değerlendirilmesi

Selin TEMİZEL¹

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

¹ <https://orcid.org/0000-0002-8945-8856>

*Sorumlu Yazar e-mail: selin.temizel@yobu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 14.11.2022

Kabul: 27.09.2022

Online yayınlanma: 13.06.2023

Anahtar Kelimeler

Ekoturizm,
Alışar köyü,
Yozgat,
Sürdürülebilir turizm,
Turizm

Öz: Uluslararası Doğa Koruma Birliği, ekoturizmi doğayı ve kültürel kaynakları anlayarak korumayı hedefleyen, düşük ziyaretçi etkili, yerel halk katılımı ile yöreye sosyo-ekonomik yarar sağlayan, bozulmamış doğal alanlara çevresel açıdan sorumlu seyahat ve ziyaret olarak tanımlamaktadır. Ekoturizm, doğal ve kültürel kaynakları koruyarak, sürdürülebilir turizm anlayışı içinde turizme konu olan alanların sürdürülebilir gelişimine katkıda bulunmalıdır. Türkiye, zengin coğrafi özellikleri, doğal ve kültürel değerleri ile alternatif turizm türleri için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınmaya ve yerel kaynak yönetimine katkı sağlayan ekoturizm faaliyetleri de önemli olmaktadır. Alışar Köyü, Yozgat İli'nin Sorgun İlçesi'ne bağlı, merkeze 61 km. uzaklıkta bulunan bir yerleşmedir. M.Ö. 3200 – 2600 arası ilk yerleşimin görüldüğü Alışar Höyüğü gibi önemli bir miras alanının burada bulunması Alışar Köyü'nü önemli kılmaktadır. Bu makalede Alışar Köyü'nün ekoturizm kapsamında, kırsal ve kültürel turizme katkı sağlayan bir yerleşim olarak değerlendirilme olanakları irdelenecektir. Öncelikle Alışar Köyü doğal ve kültürel değerleri ile tanıtılacak; daha sonra potansiyel ekoturizm olanakları irdelenerek, yörenin çevre duyarlı turizm amaçlı kullanımı ve gelişimi için ekoturizmin ilkeleri doğrultusunda çözüm önerileri geliştirilecektir.

Atıf Künyesi: Temizel S. (2022). Yozgat İli, Alışar Köyü'nün Ekoturizm Kapsamında Değerlendirilmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-11. **How to Cite:** Temizel S. (2022). The Evaluation of Yozgat Alışar Village in the Frame of Ecotourism, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 2(1), 1-11.

The Evaluation of Yozgat Alışar Village in the Frame of Ecotourism

Article Info

Abstract: The International Union for Conservation of Nature defines ecotourism as environmentally responsible travel and visit to unspoiled natural areas, which aims to protect nature and cultural resources by understanding, low visitor impact, providing socio-economic benefit to the region with the participation of local people. Ecotourism should contribute to the sustainable development of the areas subject to tourism in case of sustainable tourism by preserving natural and cultural resources. Turkey is a potential country as far as its rich geographical features, natural and cultural values are concerned for

Received: 14.11.2022
Accepted: 27.09.2022
Online published: 13.06.2023

Keywords

Ecotourism,
Alişar village,
Yozgat,
Sustainable tourism,
Tourism

such alternative tourism types. In this context, ecotourism activities, which make a great contribution to sustainable development, gains importance. Alişar Village is a settlement in the Sorgun District of Yozgat Province, at a distance of 61 km from the city center. The presence of an important heritage site such as Alişar Tumulus, where the first settlement was seen between 3200 and 2600 BC, makes Alişar Village important. In this article, the evaluation of Alişar Village as a settlement contributing to rural and cultural tourism within the scope of ecotourism is aimed. In this context; first of all, Alişar Village was introduced with its natural and cultural values then, ecotourism possibilities of Alişar Village were examined and solution were proposed in the frame of ecotourism principles so that the location can be used and developed for environmentally conscious tourism purposes.

1. Introduction

Alişar Village is a settlement located in Sorgun District of Yozgat Province, 61 km away from the center. The feature that makes Alişar Village special is that it dates back to BC. Alişar Mound, where the first settlement was seen between 3200 and 2600, is found here. Alişar Village is an important heritage site with its architecture reflecting traditional Turkish culture and socio-cultural structure.

The implementation of ecotourism in Alişar Höyük in Yozgat Province, Alişar Village and its immediate surroundings, which has been a settlement since 4000 BC, where trade started and where writing was first used in Anatolia, will be an important step for the rural development of the region. In this sense, first of all, the current situation of Alişar Mound and its settlement was evaluated with its natural and cultural characteristics, and the current situation of the area was revealed. Suggestions and opinions have been given for the implementation of ecotourism.

For many years, tourism in Turkey has been identified with coastal areas. However, in many countries of the world, many regions that have no or very little touristic value have been turned into areas that will create potential for tourism by preserving their organic texture or natural values very well or by some visual intervention and landscape design. In this sense, Anatolia, as a country with different characteristics and natural-cultural values with each region, has sufficient potential without even the need for such an intervention. What needs to be done here is to protect the historical texture and adequate infrastructure, as well as green areas, archaeological and urban sites, and many natural values rich in biodiversity, which create potential in terms of tourism, and exhibit them in an integrated manner into ecology.

The concept of sustainability, which emerged with the aim of preserving the ecological balance, recognizing the negative effects of tourism activities on natural and cultural resources, understanding that tourism endanger its own future and based on longer-term use, nature tourism, low-impact tourism, soft tourism, natural life tourism, green Tourism types, which are called by different names such as tourism, environmentally friendly tourism, special interest tourism, appropriate tourism, responsible tourism, partnership-based tourism, rural tourism, sustainable tourism, alternative tourism, ecotourism, and all of them have the same basis, have emerged (Uçkun ve Türkay, 2003; Akşit, 2007; Akpınar ve Bulut, 2010).

2. The Concept and Scope of Ecotourism

Ecotourism is defined by the International Ecotourism Society (TIES) as “responsible travel to natural areas that conserves the environment and promotes the well-being of local people”. According to the definition of the International Union for Conservation of Nature (IUCH), ecotourism is

environmentally responsible travel and visitation to unspoiled natural areas that support conservation by understanding nature and cultural resources, have low visitor impact, and provide socio-economic benefits to local people (Kurdoğlu, 2001; Akpınar ve Bulut, 2010).

The concept of ecotourism is a phenomenon that comes to the fore with the sustainability discussions. For sustainable development and at the same time, ecological and economic decisions are handled together, protecting natural areas and rural areas from the negative environmental effects of tourism as tourism areas of the future, and participating in touristic activities in nature in the context of current tourism activities, where there are no environmental problems (Atabay, 1998; Özbey, 2002; Akpınar ve Bulut, 2010). In rural area; It is aimed to develop alternative tourism activities by directing the population whose main economic occupation is agriculture in regions where natural and/or historical attractions are located to a certain extent, in a way that can accommodate visitors while continuing their agricultural activities (Yürük, 2003; Akşit, 2007; Akpınar ve Bulut, 2010). Recreational activities and the determination of the time they will spend these activities depend on the preferences of the individuals (Yazici and Temizel, 2020). In this sense, accessibility is also important. For ecotourism activities, easy-to-reach areas will be preferred more and people will be able to spend their time comfortably in this area.

When the characteristics of ecotourism are examined;

Tourist type: It consists of people who like to travel to natural areas and cultural environments, who want to learn and appreciate local cultures and regions.

Location: Usually includes natural, sometimes protected areas or culturally rich regions.

Activities: Based on the use of resources with the least impact on the environment and the promotion of environmental education.

Facilities: Requires the use of environmentally friendly technologies and local resources.

Development approach: It is based on combining economic development and conservation objectives.

Development processes: They should have minimal negative impacts on society and the environment and involve the active participation of local people. In addition, it should provide economic benefits to the local people (Pratiwi, 2000; Demir and Çevirgen, 2006; Sungur, 2012).

Ecotourism communities combine conservation awareness and sustainable travel concepts. This requires those who implement or participate in ecotourism activities to comply with the principles of ecotourism. Ecotourism principles are:

- Minimizing the impact on the environment and ecology,
- Creating an environmental and cultural awareness and respect,
- Providing positive experiences to visitors and local people,
- Providing direct financial benefits for protection,
- Providing and strengthening financial benefits for local people,
- Creating a sensitivity regarding the political, environmental and social structure of the host country (Sungur, 2012; <http://www.ecotourism.org/what-is-ecotourism>).

According to Sadler (1990) and Wight (1993), an ideal sustainable ecotourism model is based on 9 basic principles. According to these principles, ecotourism;

- It should not reduce environmental resources and should be sensitive to the environment,
- It should provide primary, participatory and enlightening experiences,
- It should cover the training of the parties (local communities, government, non-governmental organizations, industry, visitors) before, during and after the trip,
- It should encourage awareness of the real values of the resource; conditions and boundaries must be properly defined.
- It should develop an understanding and act in sync between the state, non-governmental organizations, industry, scientists and local governments before and after the events,
- It should promote moral and ethical responsibilities and behaviors towards the natural and cultural environment for all parties,
- It should provide long-term benefits (be it conservation, scientific, social, cultural or economic) to the resource, the local community and the industry;

- Ecotourism activities should be sensitive to the environment in internal activities as well as external resources (Sungur, 2012).

3. Material and Method

In this study, data were collected about Alişar village of Sorgun district of Yozgat province, which has important natural and cultural assets in terms of ecotourism and is thought to contribute to the economy (Figure 1.). The features related to the area have been revealed with the data obtained from the literature reviews, interviews with the local people and observations.



Figure 1. The Study Area, Alişar Village

By collecting data about Alişar Village, natural, cultural, historical etc. features have been revealed. After the data were collected, an evaluation was made with SWOT analysis. In important settlements with tourism potential, it should be possible to take measures to keep up with the age by revealing the current situation of the area, and design and applications should be allowed. In the strategic management process, it is also very important to prepare, implement and evaluate the steps to be taken in this regard. SWOT analysis, which is described as SWOT analysis as Turkish abbreviation, is a form of analysis used to determine the strengths and weaknesses of the individual or a business, to identify threats and opportunities arising from external environments and to take precautions or actions against them. With the SWOT analysis applied in Alişar Village; It is necessary to update the current situation of the changing conditions, the demands of the people, and the tourism-oriented development at certain periods.

4. Research Findings

In this section, the natural and cultural characteristics of Alişar Village in Yozgat are evaluated.

4.1. Natural Environment Features

Yozgat, which has approximately 2% of Turkey's territory, has Sivas in the east, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir in the south, Kırıkkale in the west and Amasya, Çorum and Tokat provinces in the north and its total surface area is 14,123 km² (Bulut, 2000). Most of the landforms in and around Yozgat, which is at an altitude of 1300 m above sea level, are plateaus. The average height of this plateau varies between 1200-1400 m. There are mountains and hills that are not very high on the Bozok Plateau. The mountains in the east and northeast of Yozgat are curved mountain ranges that are generally not very high. The area covered by the plains in and around Yozgat is small. Plains are generally formed in valley

floors and depressions that break up the Plateau surface. The most important water resources of Yozgat and its surroundings are Kızılırmak, Delice River and their tributaries. In addition, this region is very rich in terms of groundwater. Groundwater in the region rises above ground as a source in various places. The semi-arid continental climate of the Central Anatolia Region is dominant in Yozgat and its surroundings. Summers in the region are hot and dry, and winters are cold and rainy. The temperature differences between night and day are quite high (Ünsal, 2016). When evaluated in terms of demographics, it is seen that the village population is gradually decreasing.

The climate in Sorgun, which has a long winter season, is continental. It has harsh and dry cold. Spring is rainy and summer is dry. Autumn is the most beautiful season. The hottest months are July and August. In these months, the temperature fluctuates between 25-30 degrees. In winter, it is -2 to -10 degrees. Annual precipitation average is between 45-50 kg. Snow mostly falls in January, February and March and its thickness reaches 60 cm from time to time. Due to the fact that the district is on the plain and is open from all sides, it is open to winds blowing from all directions. Poyraz wind blowing from the northeast and lodos wind is mostly seen (Umut, 2006).

Endemic plants in Yozgat: 213 Genus and 399 Species belonging to 56 Families have been identified, 70 of these 399 species are endemic. In addition, 69 of these 399 species are subspecies and 48 of them are at the variety level. As a result of the examination of the fauna species of Yozgat Province, the fauna species were examined in three sections as mammals, birds and reptiles. As a result of the examination, 4 types of mammals, 9 types of birds and 3 types of snakes were identified. Some of these are Fox, Rabbit, Dormouse, Squirrel, Wild Boar, Golden Eagle, Little Hawk, Crab, Starling, Mountain Crow (Anonim, 2014).

4.2. Natural Environment Features

Excavation was carried out between 1927-32 by a team under the direction of Hans Henning von der Oste from the University of Chicago in Alişar, which is located on the border of Yozgat Province and 204 km east of Ankara and 85 km southeast of Ankara. The importance of the excavation is that it is one of the exemplary applications where systematic excavations were made and the Central Anatolian stragrapy was extracted. The importance of Troy in Western Anatolia is equivalent to the importance of Alişar in the Central Anatolian Region. Alişar Village and Mound are shown in Figure 2.



Figure 2. Alişar Village and Mound (Anonim, 2022a)

During the excavations, skeletons buried in jars belonging to the Chalcolithic period, terracotta pottery, seals, human and animal figures well worked on stone and bone were found. During the period when the mound was first settled (3200-2600 BC), the area looks like a simple village with its rectangular plan, mud-brick walls and flat-roofed houses. In the next period, it is seen that the city has an inner castle, the houses were built according to a certain plan, and some of the walls were plastered from the inside and outside. During this period, the city was surrounded by walls. It is also understood that cultural exchange with Mesopotamia started in this period (Kinal, 1987).



Figure 3. Settlement Detail From The Mound (Anonim, 2022b)

In the third period, the two walls, namely the inner castle and the outer castle, were strengthened and the area of the inner castle was expanded. This period is between 2200-2000 BC and continues until the Hittite age. The settlements of Alişar Mound can be seen in Figure 4.2.2. When it comes to the fourth period, between 2000-1500 BC, Alişar became a big city. Unlike the old bronze age, the Hittites settled in the lower city. The lower city has the character of the old Hittite era and was strengthened by a large wall. The city has been strengthened with wide-planned castle gates, underground roads and towers in places, making it defensive. The mound, which did not lose its importance in the Great Hittite era (1400-1200 BC), became a small settlement area again. In the fifth period, between 1200-700 BC, the Hittite - Phrygian culture is seen in Alişar. After this period, the lower city has lost its importance. After that, the artifacts unearthed in the city revealed the weight of the Phrygian culture. Although the citadel was rebuilt on its old foundations in this era, the citadel wall of the first building level belonging to the 19th century BC was destroyed by a fire (Kinal, 1987).

The Chalcolithic age is defined by vessels in which geometric shapes consisting of latticed lines, crosses and zigzags on a black background are filled with a white or yellow paste and embroidered. When it comes to the Bronze Age, there are geometrically patterned chessboards, wavy lines, zigzags, equilateral triangles vessels, which are called Kappadokian ceramics, drawn with dark brown or black paint on a red-brown slip (Kinal, 1987). The city was ruled as a state until the middle of 3000 BC (Akture, 1997). Although Alişar Mound is a regional settlement with local characteristics, it is understood that

commercial relations were established with Southeastern Europe and Mesopotamia in terms of pottery and figures (Sevin, 1999).

It is known that there have been settlements in Yozgat Province since the Chalcolithic period (5500-3000 BC) as a result of the excavations and surface researches carried out to date. In particular, the number of settlements started to increase from the Middle Chalcolithic (4500-4000 BC) and Late Chalcolithic (4000-3500 BC) Periods.

If the settlements and artifacts in Yozgat Province are analyzed chronologically;

- Middle and Late Chalcolithic Periods
- Bronze Period (3000-1200 BC),
- Hittite Period (1800-1200 BC),
- Iron Age (1200-700 BC),
- Phrygian Period (750-680 BC),
- Med Period (700 BC)
- Persian Period in Anatolia (540-333 BC),
- Hellenistic Period (330-30 BC),
- Galatian Period (280-25 BC),
- Roman Period for Anatolia (30 BC - AD 395),
- Byzantine Period (395-1453 AD),
- Anatolian Seljuk Period (1060-1308 AD),
- Ottoman Period (1299-1923 AD) (Ünsal, 2016)

If we look at the historical processes, Alişar Mound has been a settlement in all periods and is an important center in terms of historical richness.

5. Suggestions and Conclusion for Alişar Village

There are many tourism activities that can be evaluated within the scope of ecotourism in Turkey. Strengths, weaknesses, opportunities and threats are given in Table 1 by performing a SWOT analysis of the area in line with the findings. Within the scope of this research, tourism activities suitable for the region for ecotourism purposes were evaluated for the natural and cultural values of Alişar Village.

Strengths	Weaknesses
Presence of Alişar mound, one of the largest mounds in Central Anatolia Region, in the area	Local people do not have sufficient knowledge and awareness of conservation awareness
Presence of many mounds and tumulus in the area	Gradual decline of the village population
The area has an undisturbed landscape potential	Decrease in agriculture and livestock activities
The topographic structure is suitable for daily recreational activities.	The fact that the village people do not directly participate in tourism
The area is located on the main road route	Increase in illegal excavations in the mound
Being close to Yozgat province	Failure to carry out excavations by experts in the field
Being close to Kayseri province	Bad images resulting from illegal excavation

To be accessible Local culture still exists. Active use of agricultural lands	Insufficient promotion and advertisement of the area Lack of accommodation units
Opportunities	Threats
The high tourism potential of the nearby settlements (close to Sarıkaya Roman Bath, Hattusha Antique City and Kaman Kalehöyük...) Increasing interest in ecotourism Presence of thermal water resources The richness of the food culture of the region	Environmental pollution The dents formed as a result of illegal excavation in the mound Destruction of natural areas

Table 1. SWOT Analysis of Alişar Village

- **Historical/Archaeological Site Cultural Tourism:** Alişar Village, with its Alişar Mound, is an ideal settlement for ecotourists interested in cultural assets. It is one of the rare places in Yozgat Province, which has been inhabited continuously since 5500 BC (Chalkoltic Age), according to scientific archaeological studies. Therefore, the main tourism potential in the research area is cultural assets and historical values. The mound area, which will create cultural awareness, is an important attraction point for tourism. The local people will benefit from tourism sufficiently by opening them to tourism by exhibiting the remains that will be unearthed as a result of surface surveys and excavations.
- An archaeological park is proposed in the area by making the necessary arrangements in line with the data and findings obtained from the excavation in this area. It is a great advantage that Alişar Mound is close to the ancient city of Hattusa and Kaman Kalehöyük and is on the main road route. Alişar Mound, which is the most important cultural resource for Alişar Village, should be integrated with other archaeological sites in the vicinity and included in tour itineraries and its recognition should be increased.
- **Nature Walks (Trekking):** The region, which is located in the Kızılırmak arc in Alişar Village and includes rich forest areas, is a suitable region for trekking within the scope of ecotourism with its climate and topographic characteristics. Nature sports associations to be established throughout the province will help to make these sports more conscious, accompanied by trained guides. Thus, ecotourists will be able to learn about the natural and cultural resources in the region along the hiking trails; will be able to experience natural vegetation and wildlife.



Figure 4. General view of Alişar Mound (Blasweiler, 2012)

- **Bicycle Tourism:** In parallel with nature tourism, where interest is increasing rapidly in Turkey as in the world, bicycle tourism offers an alternative for ecotourists with tours organized by travel agencies, especially in rural areas that have preserved its natural structure. Alişar Village and its surroundings are also suitable for such activities.
- **Agriculture and Farm (Agro) Tourism:** Agriculture and animal husbandry are carried out as an economic activity in Alişar Village. The number of visitors who want to experience and live the natural life directly, especially in farms for ecotourism, is increasing. Turkey has a great potential in this sense (Tunç and Saç, 1998; Çağatay vd., 2002; Akpınar and Bulut, 2010). When evaluated from this point of view, this type of tourism will offer a different alternative for ecotourists who will come to this region.
- **Photo Safari:** Alişar Village is a suitable place for photos with its untouched nature and landscape features, immovable cultural assets, its mosque and tomb, local life culture, traditional quality, food and people.
- **Local Handicrafts:** As in many sub-settlements in Turkey, there are some traditional handicrafts in Yozgat. However, in Alişar Village, carpet weaving and weaving, which are on the verge of disappearing over time, need to be revived. These traditional handicrafts will also contribute economically to the local people within the scope of ecotourism activities; will support sustainable development.

To date, no comprehensive study has been conducted to evaluate the alternative tourism potential in Alişar Village. In this context, a tourism master plan that takes into account the environmental characteristics of Alişar Village should be prepared first.

In Alişar Village, sustainable settlements and employment opportunities should be created in line with the ecotourism approach, and the tourism sector should be brought to an active sector within the scope of Yozgat province. Tourism in Alişar Village should be supported by sustainable environmental policies. The areas to be brought to tourism with the understanding of sustainability should be supported by public institutions and organizations. Tourism should be developed as multifunctional and dimensional, and public, private and non-governmental organizations should be made aware of the promotion of tourism. National and international collaborations regarding the tourism sector should be strengthened and effective domestic and international promotion and marketing should be carried out. Quality workforce should be provided by raising awareness of local

people through tourism education. Necessary infrastructure and environmental problems should be resolved with the contributions of the local government and the private sector.

As a result of the research, it has been determined that Alişar Village has a suitable potential for ecotourism with its natural and cultural heritage, and these features will easily contribute to the diversification of tourism in the Yozgat region.

Remains found as a result of the excavations carried out by a team under the direction of Hans Henning von der Oste from the University of Chicago between 1927-32 in Alişar Mound are exhibited in the Museum of Anatolian Civilizations in Ankara. If the excavations are continued, the new remains to be found are of great importance in terms of transferring the past of the region to the future and bringing it to culture and tourism. In this context, tourism-oriented activities of Alişar Village, whose natural potential is seen to be limited for ecotourism activities, should be aimed at recognizing and discovering archaeological and cultural values. The necessary accommodation facilities should be provided for the visitors who are interested in visiting and seeing interesting places rich in cultural assets and have this awareness in this region. For this purpose, traditional houses should be converted into hostels. Actions for the most effective use of the tourism potential, which will introduce the tourism resources of Alişar Village, whose natural, rural and cultural riches have not yet been evaluated, to the world and provide a source of economic development to the region, should be implemented rapidly. For this, the cultural assets in Alişar Village and the archaeological site should be introduced to the local people and conservation awareness should be created. Necessary trainings should be given about Alişar Mound and its surroundings and guides should be trained. The tour routes including the village and the mound area should be determined and functionality should be gained. Archaeological finds (ceramics, objects, etc.) should be made an income generating element for tourism. An organization should be established for the sale of local products (village eggs, tarhana, etc.). Local products should be branded and their recognition should be increased. Antique period foods should be found and sold. In order to inform the visitors about the prehistoric period settlement pattern and housing characteristics, a sample bronze age housing structure should be built at the entrance of the protected area, near the Alişar Mound, with the characteristics of the period. Traditions and customs should be determined and kept alive with the visitors. Endemic plants in the region should be identified and promoted and protection measures should be taken.

References

- Akpınar, E. ve Bulut, Y. (2010). Ülkemizde Alternatif Turizm Bir Dalı Olan Ekoturizm Çeşitlerinin Bölgelere Göre Dağılımı ve Uygulama Alanları, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 4. Cilt, Artvin, s. 1575-1594.
- Aksit, S. (2007). Doğal Ortam Duyarlılığı Açısından Sürdürülebilir Turizm, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Erciyes Üniversitesi, Sayı:23, 2007/ s. 441-460.
- Akture, (1997). Anadolu Bronz Çağ Kentleri Türk Tarih Kurumu Yayınları İstanbul.
- Anonim, (2014). "Yozgat İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu" Yozgat Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Yozgat. (Access date: 22.09.2022)
- Anonim, (2022a). Google earth Görüntüsü. (Access date: 22.09.2022)
- Anonim, (2022b). Google earth Görüntüsü. (Access date: 22.09.2022)
- Atabay, S., (1998). 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Turizm Politikalar, *1. Uluslararası Turizm Sempozyumu*, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım / Yayın Merkezi, İstanbul, 1-2.
- Bulut, İ. (2000). "Yozgat'ın Nüfus Coğrafyası Özellikleri" *Doğu Coğrafya Dergisi* 4, 19-54.
- Çağatay, A., Yurdaer, M. ve Kırış, R. (2002). Ekoturizm İçin Mekân ve Yerel Toplulukların Katılımının Planlanması. T.C. Turizm Bakanlığı 2. Turizm Şurası Bildirileri, s, 205, Ankara.
- Demir ve Çevirgen, (2006). Ekoturizm Yönetimi, Nobel Yayın No: 859, Ankara.
- Kınal, F. (1987). Eski Anadolu Tarihi Türk Tarih Kurumu Basımevi.

- Kurdoğlu, O. (2001). Koruma Alanları ve Ekoturizmin Karadeniz Bölgesi Açısından İrdelenmesi. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, Orman ve Av, Sayı 4, s: 4.
- Özbey, R. (2002). Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Turizm Kalkınması, Sustainable Tourism Development In Globalization Progress"Globalization and Sustainable Development, *International Scientific Conference*, Blook4, pp.135-150.
- Pratiwi, (2000). "Understanding Local Community Participation in Ecotourism Development: A Critical Analysis of Select Published Literature", A Master of Science Thesis, Michigan State University (<http://www.lib.umi.com>).
- Sadler, (1990). "Debt-for-Nature Swaps: Assessing the Future", *Journal of Contemporary Health Law and Policy*, 6, 319-341.
- Sevin, V. (1999). Anadolu Arkeolojisi der yayınlar Van.
- Sungur, (2012). Sürdürülebilir Ekoturizmin Toplumsal Etkileri: Türkiye'den Örnekler. *International Conference on Eurasian Economies 2012*, s. 338-344.
- Tunç, A. ve Saç, F. (1998). Genel Turizm Gelişim ve Geleceği. Detay Yayıncılık. Ankara.
- Uckun, C.G. ve Turkey, O. (2003). Alternatif Turizm Türlerinin Sürdürülebilirliđi, *Türkiye'nin Alternatif Turizm Potansiyeli ve Güncel Sorunları Konferansı*, 3-4 Mayıs, Çankırı.
- Umut, A. (2006). "Yozgat Sorgun İlçesi Ağzı" Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türk Dili ve Edebiyatı Anabilim Dalı Türk Dili Bölüm Dalı yüksek lisans tezi Ankara.
- Ünsal, V. (2016). Alışar'ın Yozgat Arkeolojisi ve Eskiçağ Tarihine Katkısı, *1. Uluslararası Bozok Sempozyumu*, 5-7 Mayıs 2016, Yozgat.
- Wight, (1993). "Ecotourism: Ethics or Eco-Sell?", *Journal of Travel Research*, Volume: 31, Issue: 3, Winter 1993, pp. 3-9.
- Yazici, K. ve Temizel, S. (2020). Kentsel Peyzaj Tasarımlarında Aydınlatma Donatı Elemanlarının Kullanımı Yozgat Spor Vadisi Örneği. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), 952-971.
- Yürük, E.Ö. (2003). Turizmin Geleceği: Ekoturizm, *Türkiye'nin Alternatif Turizm Potansiyeli Güncel Sorunlar Konferansı*, 3- 4 Mayıs, Çankırı.



Araştırma Makalesi /Research Article

Determination of Physical Characteristics for Dry Agricultural Land of Ciliwung Hulu Watershed

Rini Fitri¹, Achmad Yozar Perkasa^{2*}, Nur Intan Simangunsong³, Halus Satriawan⁴

^{1,3}Department of Landscape Architecture, University Trisakti, Jakarta, Indonesia

²Agrotechnology Department, Gunadarma University, Depok, Indonesia

⁴Department of Natural Resources and Environmental Management, Graduate Program, University Almuslim, Bireuen, Indonesia

¹<https://orcid.org/0000-0001-7432-2422>, ²<https://orcid.org/0000/0002/8327-1599>, ³ <https://orcid.org/0000-0001-7084-1153>, ⁴<https://orcid.org/0000/0002/8711-1031>

*Sorumlu Yazar e-mail: achmad_yozar@staff.gunadarma.ac.id

Article Info

Geliş: 10.03.2023

Kabul: 10.04.2023

DOI: 10.59128/bojans.1263149

Keywords

Bulk Density, Indonesia,
Permeability, Porosity, Texture

Abstract: This study aims to determine the physical characteristics of soil on dry land agriculture in the Ciliwung Hulu watershed, West Java Province and its relation to soil infiltration capacity. This study used a survey method through land surveys and direct observations at the research area, subsequently followed by taking soil samples for soil analysis in the laboratory. The results showed the soil texture of clay, clayey loam, loam and sandy loam, very high soil density, poor porosity, and moderate to very fast permeability. The results of soil data analysis in the laboratory showed that the physical characteristics of the soil in the Ciliwung Hulu watershed need improvements in the physical properties for rainfed agriculture.

Atf Künyesi: Fitri, R., Perkasa, A. Y., Mangunsong, N. I. ve Satriawan, H (2023). Çiliwung Hulu Havuzu Kuru Tarım Arazisinin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 12-18. **How To Cite:** Fitri, R., Perkasa, A. Y., Mangunsong, N. I. and Satriawan, H. (2023). Determination of Physical Characteristics For Dry Agricultural Land of Ciliwung Hulu Watershed, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 2(1), 12-18.

Çiliwung Hulu Havuzu Kuru Tarım Arazisinin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Makale Tarihiçesi

Received: 10.03.2023

Accepted: 10.04.2023

DOI: 10.59128/bojans.1263149

Anahtar Kelimeler

Yığın Yoğunluğu, Endonezya,
Geçirgenlik, Gözeneklilik, Tekstür

Öz: Bu çalışma, Endonezya'nın Batı Java Eyaleti, Çiliwung Hulu havzasındaki çorak kuru arazi tarımın yapılması için yerel toprağın fiziksel özelliklerini ve bunun toprak infiltrasyon kapasitesini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, araştırma alanında arazi inceleme ve doğrudan gözlemler yoluyla bir ETÜD yöntemi geliştirilmiştir. Ardından, laboratuvarında toprak analizi için toprak örnekleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, killi, killi tınlı, tınlı ve kumlu tınlı bünyesini, çok yüksek toprak kütle yoğunluğunu, düşük gözenekliliği ve orta - çok hızlı arasında geçirgenliği göstermiştir. Laboratuvarındaki toprak veri analizinin sonuçları, Ciliwung Hulu havzasındaki toprağın fiziksel özelliklerinin yağmurla beslenen tarım için toprağın fiziksel özelliklerinde ıslah gerektiğini göstermektedir.

1. Introduction

A watershed is a land separated by a topography that is able to receive, accommodate rainwater as a watershed input that flows towards the outlet. The current condition of the watershed in Indonesia is generally damaged so that it often causes natural disasters such as erosion, landslides and floods. Watersheds are damaged due to the habits and insensitivity of the community in managing the environment (Ekawaty et al., 2018; Fitri et al., 2022; Prasetyo et al., 2020). The dry land agricultural landscape in the upstream watershed is characterized by undulating and mountainous topography. Farming that is cultivated in areas with steep slopes without adequate soil and water conservation causes erosion so that it can lead to a decrease in soil quality (Haryati et al., 2010). Soil is a layer of the earth's surface, a medium for all living things that physically can have a function as a place for growing and developing roots, supporting the growth of plants as well as providing nutrients for plants (Hanafiah, 2014; Suwarno, 2018). Analysis of the physical characteristics of the soil is important in an effort to determine the capacity of the soil and ensure good plant growth, so that plants are able to produce as expected, and prevent soil damage due to planting that is not appropriate for the soil's characteristics (Silalahi et al., 2019).

The Ciliwung Hulu watershed is located at the top of Mount Pangrango and its downstream part is in the Katulampa dam area. The Ciliwung Hulu watershed has a function as a buffer for the watershed area, so that if there is a change in the components of the watershed it could affect all parts of the watershed and damage the natural resources of the Ciliwung Hulu watershed, which will negatively affect and reduce hydrological functions like increasing critical land, erosion, landslides, and decreasing river water quality (Nuraida, 2019; Fitri, 2020). Land use change is one of the main factors affecting soil infiltration (Sun et al., 2018). Infiltration is the vertical flow of water into the soil through the soil surface. Infiltration capacity is the ability of the soil to absorb a small amount of water into the soil. The low soil infiltration capacity causes most of the rainfall that falls on an area to become puddles on the soil surface and flows into surface runoff so that only a small portion of the water flow that enters the soil becomes groundwater storage in the dry season. The physical parameters of the soil analyzed were soil texture, specific gravity, water content, permeability and porosity (Azizah et al., 2019; Elfiati and Delfian, 2010; Wahyuni et al., 2019). This study aims to determine the physical characteristics of soil on dry land agriculture in the Ciliwung Hulu watershed, West Java Province and its relation to soil infiltration capacity.

2. Material and Methods

The research was conducted in the Ciliwung Hulu watershed (DAS), with an area of 2544.6 Ha (16.85%) of the total watershed area (Fitri et al., 2018), and is located in West Java Province of Indonesia with approximate slope of ~8-15%. Rainfed farming is very dominant. The local farmers generally practice rainfed farming and grow papaya, taro, banana tomato, chili and sweet potato in the area (Figure 1). All of these crops were found in the surrounding areas within the boundary limits of the watershed as an alternate crop at the time of carrying out the experiment.



Figure 1. Agricultural landscape condition of upstream Ciliwung watershed

Source: Field Observation Results, 2021.

The soil was prepared using oxen drawn bullocks followed by fertilizing the soil with goat manure. The research location determined is an area with a slope of 8-15%. The Ciliwung Hulu watershed area is administratively included in 2 regencies in West Java Province ($6^{\circ} 38' - 6^{\circ} 46' S$ and $107^{\circ} 50' - 107^{\circ} 0' N$), namely Bogor Regency and Bogor City.

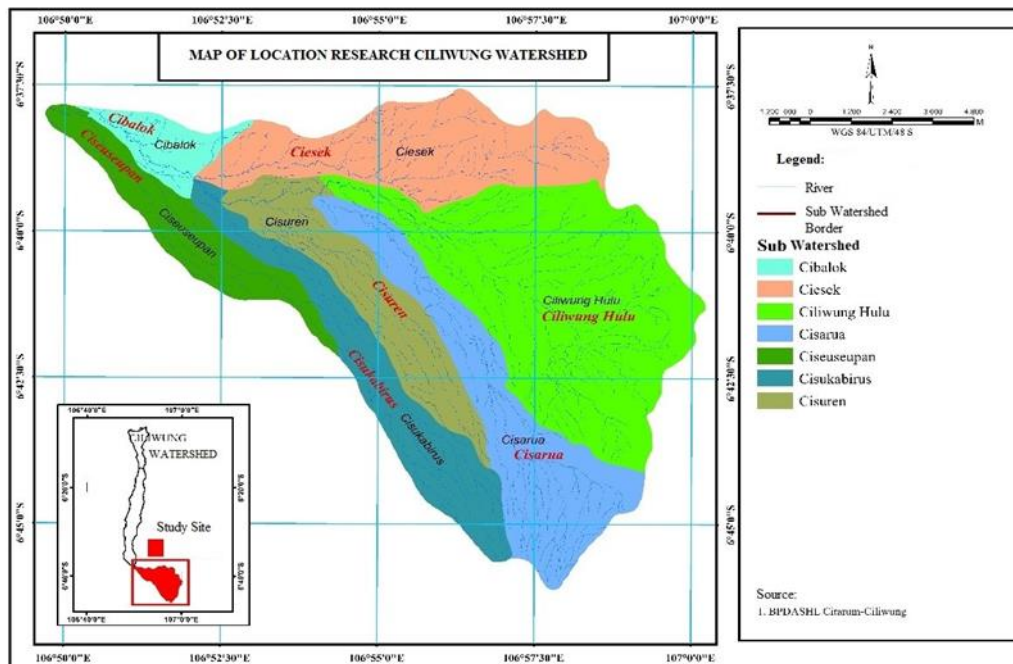


Figure 2. Research Site of Ciliwung Watershed

The field global positioning system, munsell soil color chartbook, soil drill, ring sample, land map unit, intact soil sample, incomplete soil sample, digital camera and stationery, along with soil analysis equipments in the laboratory were used in this research and land survey.

Furthermore, this study also used a descriptive survey method for soil sampling execution in the field to evaluate soil texture, by using a simple jar test to determine the percentages of sand, silt, and clay. Once the percentages were calculated, the soil textural triangle could be used to determine the soil type. The physical properties analysis of the soil

use particle size distribution (PSA) was carried out in the soil laboratory of Bogor Agricultural University (IPB), Indonesia.

2.1 Measurement of Land Map Unit

Measurement of land map unit is a component of land units resulting from overlaying three (3) maps, including land use maps, soil type maps, and slope maps. The land use unit used in this study was the measurement of uniformity of land use, soil type, slope, and land use direction in the Ciliwung Hulu watershed, West Java Province.

2.2 Statistical analysis

The statistical analysis was performed by taking the means of three samples taken from each place. These samples were sent to the laboratory for physical analysis. They were analyzed using SPSS 26 for Windows. All results were shown as percentage.

3. Result and Discussion

3.1 Agricultural Landscape of Dry Land

A dryland agricultural landscape is used for seasonal crop farming in this landscape of ecological boundaries. Seasonal plants found in the research location included papaya, taro, banana tomato, chili and sweet potato. Cultivation of these plants by local community (in the research location) is carried out alternately. Cultivated land is usually given additional organic fertilizer from goat manure. The area of dry land agriculture in the Ciliwung Hulu watershed was made up of 2544.6 Ha (16.85%) of the total watershed area (Fitri et al., 2018). The research location determined is an area with a slope of 8-15%. The state of dryland agriculture in the Ciliwung Hulu watershed is shown in Figure 1.

3.2 Land Map Unit

The results of the land use map overlay, soil type map and slope map obtained 11 (eleven) land map units. There are three type of soils in the research location, namely Entisol, Ultisol and Inceptisol. The characteristics of the physical properties of the soil were analyzed in this study, which is the only dry land agriculture. The slope class at the study site is in 11 (eleven) land use units, namely <8% (flat) and 8-15% (sloping) (Fitri et al., 2018). Description of land map unit, soil type, topography and slope class in dry land agricultural landscapes are shown in Table 1.

Table 1. Description of Land Map Unit (SPL) in Land Agricultural Landscape Dry in the Upper Ciliwung Watershed

SPL	Type of soils	Topography	Slope Classes
8	Entisol	Sloping	8% - 15%
2	Entisol	Flat	< 8 %
12	Ultisol	Sloping	8% - 15%
4	Inceptisol	Flat	<8%
10	Inceptisol	Sloping	8% - 15%
7	Ultisol	Flat	<8%
7	Ultisol	Flat	< 8%
4	Inceptisol	Flat	< 8%
10	Inceptisol	Sloping	8% - 15%
10	Inceptisol	Sloping	8% - 15%
2	Entisol	Flat	< 8%

Source: (Fitri R, 2022 unpublished).

3.3 Soil Physical Characteristics

3.3.1 Soil Texture

Soil texture is one of several physical properties of soil with a relative ratio between the fractions of dust, clay, and sand in percent form. Soil texture is closely related to hardness, permeability, plasticity, fertility and soil productivity on land in the watershed. The results of the soil analysis in Table 2 show that the soil texture at the study site is dominated by clay with a percentage of clay content between 31.9-74.1% while the percentage of dust and sand is lower both at a depth of 1-15 cm and at a depth of 15-30 cm. Soil with a high clay content will form more small pores than macro pores, the high percentage of clay in the soil will inhibit the movement of water in the soil. The higher clay or softness of a soil texture, there will be more micro-pore spaces formed which are filled with water and air (Isra et al., 2019). The distribution of soil particles and soil texture in the Ciliwung upper watershed is shown in Table 2.

Table 2. Soil physical properties in each sst dryland agricultural landscape in the upper Ciliwung watershed

SPL	Depth of Taken Samples (cm)	Sand ough	Fraction (%)			Texture Classes	Bulk density (g cm ⁻³)	Porosity (%)	Permeability (cm hour ⁻¹)
			Fine sand	Dust	Clay				
8	1-15	12.2	2.5	11.1	74.1	Clay	0.62	76.65	17.50
2	15-30	34.5	6.2	23.8	35.3	Clay	0.63	76.08	45.20
12	15-30	8.1	5.1	22.2	64.1	Clay	0.57	78.66	30.26
4	1-15	7.2	3.8	18.4	58.5	Clay	1.33	49.74	2.26
10	15-30	34.1	6.7	20.3	38.7	LC	0.55	78.66	33.76
7	1-15	32.1	7.3	6.2	54.4	Clay	0.59	77.84	63.59
7	1-15	46.1	6.3	34.4	13.1	Loamy	0.94	6348	13.37
4	15-30	39.3	7.1	21.6	31.9	LCS	0.61	75.07	42.29
10	15-30	20.5	6.6	20.1	52.6	Clay	1.22	54.06	4.33
10	1-15	16.5	4.1	14.9	64.4	Clay	0.62	76.74	30.71
2	15-30	17.3	4.2	26.5	51.9	Clay	0.98	62.98	16.68

Note : Loamy clay (LC) ; loamy clay sandy (LCS);

3.3.2 Bulk Density

The density of the dryland agricultural landscape of the Ciliwung upper watershed shows a value between 0.55-1.33 g cm⁻³. The weight value at the point of observation of land use units was measured at every 50 cm depth. A sample depth of 1-15 cm had a bulk density of about 0.59-1.33 g cm⁻³. A depth of 15-30 cm has a bulk density in the range of 0.55-0.98 g cm⁻³ (Table 2). The higher density of the soil can increase soil density, soil compaction could increase the specific gravity of the soil so that it will reduce the infiltration capacity of water into the soil which ultimately causes an increase in runoff and erosion (Patle et al., 2019; Silalahi et al., 2019). Different depths will result in very varied bulk density values, due to dissimilar compaction.

3.3.3 Soil Porosity

The value of soil porosity in upland agriculture in the Ciliwung upper watershed is in the range between 49.74% to 78.66% (Table 2). The porosity values in all land use units vary widely, where the lowest porosity was found in soils with clay texture with bulk density of 1.33 g cm⁻³ and low soil permeability (2.26 cm hour⁻¹). Based on the data, soil porosity is strongly influenced by the bulk density of the soil. Soil with a clay texture with a bulk density of > 1.2 g cm⁻³ tends to produce soil with a characteristic low pore contents. This is due to the number and mass of soil particles that fill the unit volume of soil more and become heavier, so that the pore space that should be filled with air and water, is in fact filled with solid particles of soil, especially clay.

3.3.4 Soil Permeability

The distribution of soil permeability from all land map units in upstream Ciliwung watershed agriculture at a depth of 1-50 cm has several values but all of them belong to the medium and very fast permeability class, so that the infiltration capacity of the upper

Ciliwung watershed is included in the very fast category (Table 1). Soil permeability plays an important role in infiltration capacity, where the higher the soil permeability, the faster water can enter the soil thereby reducing runoff (Human et al., 2011). The distribution of soil permeability in dryland agriculture in the upper Ciliwung watershed is in a range of moderate (2.26 cm hour⁻¹) to very fast (63.59 cm hour⁻¹).

4. Conclusion

Dryland agriculture in the Ciliwung upper watershed has several characteristics of soil physical properties including soil texture in land use units 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10 and 11 having clay texture, soil map unit 5 LL, soil map unit 7 has a clay texture, the map unit 8 has a loamy texture. The bulk density value in eleven (11) soil map units was 0.55 g cm⁻³ to 1.33 g cm⁻³. Soil permeability in soil map units 4 and 9 was moderate (2.26 - 4.33 cm hour⁻¹), soil map units 1, 7 and 11 have fast criteria (13.37 - 17.50 cm hour⁻¹) also land use units 2, 3, 5, 6, 8 and 10 had very fast criteria (30.26 - 63.59 cm hour⁻¹). The infiltration rate at the research site is fast. The results of soil data analysis in the laboratory showed that the physical characteristics of the soil in the Ciliwung upper watershed needed improvements in the physical properties of the soil for rainfed agriculture.

References

- Elfiati, D., Delvian. (2010). Infiltration Rates on Various Types of Slopes Under *Eucalyptus* Stands in HPHTI PT. Toba Pulp Sustainable Aek Nauli Sector. *Journal of Hydraulics*, 1(2), 29-34.
- Ekawaty, R., Yonariza, Ekaputra, E. G. and Arbain, A. (2018). Study of Environmental Carrying Capacity and Capacity in Management of Watershed Areas in Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 2(2), 30-40.
- Fitri, R., Tarigan, S. D., Sitorus, S. R. P. and Rachman, L. M. (2018). Land Use Planning for Agroforestry Development in The Upper Ciliwung Watershed, West Java Province. *Tata Loka*, 20(2), 148–159.
- Fitri, R., Simangunsong, N. I. and Nuraida. (2020). Identification of The Biophysical Characteristics of The Central Ciliwung Watershed. *Journal of Arcade Architecture*, 6(1), 59-63.
- Hanafiah, K. A. (2014). *Fundamentals of Soil Science*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Haryati, U., Budiarti, D. and Makalew, A. D. (2010). Recommendations for Soil and Water Conservation Techniques for Conservation of Dryland Agricultural Landscapes in The Upper Watershed. *Proceedings of the National Scientific Symposium*, Indonesian Association of Landscape Architecture, 183-197.
- Human, M., Schuler, G., Muller, C., Schneider, R., Johst, M. and Caspari, T. (2011). Identification of Runoff Processes – The Impact of Different Forest Type Sand Soil Properties on Runoff Formation and Floods. *Journal of Hydrology*, 409(3-4), 637-649.
- Isra, N., Lias, S. A. and Ahmad, A. (2019). Grain Size Characteristics and Soil Clay Minerals in Landslides (Case Study: Jeneberang Sub-Watershed). *Journal of Ecosolum*, 8(2), 62-73.
- Nuraida (2019). Spatial Analysis of Soil Erosion Rates in The Upper Ciliwung Watershed. *Agrosamudra Research Journal*, 6(2), 67-75.
- Patle, G. T., Sikar, T. T., Rawat, K. S. and Singh, S. K. (2019). Estimation of Infiltration Rate from Soil Properties Using Regression Model for Cultivated Land. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 3(1), 1-13.
- Prasetyo, K., Prayoga, H., Azhar, A. R., Permadi, T. and Pratiwi, D. (2020). The Vulnerability of The Kali Bekasi Watershed is Viewed from The Socio-Economic-Institutional Aspect. *Journal of Sustainable Environmental Management*, 4(3), 576-591.
- Suwarno, D. P. P. (2018). Future Soil Technosol. *Agroista Journal of Agrotechnology*, 2(01), 93 – 107.
- Silalahi, F. A., Zainabun. and Basri, H. (2019). Study of Soil Physical Properties on Cultivated Land in Krueng Jreu Sub-Watershed, Aceh Besar District. *Agricultural Student Scientific Journal*, 4(2), 457-463.
- Sun, D., Yang, H., Guan, D., Yang, M., Wu, J., Yuang, F., Jin, C., Wang, A. and Zhang, Y. (2018). The Effects of Land Use Change on Soil Infiltration Capacity in China: A Metaanalysis. *Science of The Total Environment*, 626, 1394–1401.



Bozok
Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi
(Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences)

<https://dergipark.org.tr/en/pub/bojans>



Derleme Makale

Azadiraktin Üzerine Genel Bir Değerlendirme

Meltem ERDEM KÜÇÜK¹ Hilal TUNCA COSİC^{2,*}

¹Bülent Ecevit Üniversitesi, Ahmet Erdoğan SHMYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 67600, Zonguldak, Türkiye

^{2*}Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü,06110, Ankara, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-3107-8946>, ²<https://orcid.org/0000-0003-3073-6628>

*Sorumlu Yazar e-mail: htunca@ankara.edu.tr

Makale Tarihi

Geliş: 28.03.2023

Kabul: 29.05.2023

DOI: 10.59128/bojans.1271548

Anahtar Kelimeler

Azadiraktin,
insektisit,
böcek,
mücadele

Öz: Tarımsal üretimde ürün kayıplarını azaltmak amacıyla, zararlı böceklerle mücadelede pratik ve etkili alternatif yöntemler geliştirilmedikçe pestisitlerin kullanımı günümüzde olduğu gibi gelecekte de devam edecektir. Ancak, sentetik pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileriyle ilgili farkındalığın artması ve zararlı böceklerin kullanılan pestisitlere karşı direnç (özellikle çapraz direnç) geliştirmesi alternatif mücadele yöntemlerine ya da düşük riskli pestisit arayışlarına neden olmaktadır. Çeşitli alternatifler arasında da özellikle allelokimyasallar olarak adlandırılan organik bitki türevi bileşiklere olan ilgi yeniden artmıştır. Günümüzde, Hint neem ağacının neem tohumundan elde edilen bir tetranortriterpenoid olan azadiraktin [*Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)], ticarileştirilen önde gelen biyopestisitlerden biridir. Ayrıca zirai mücadelede kullanılan azadiraktin dünya çapında en başarılı botanik pestisit olmaya da devam etmektedir. Azadiraktinin, biyolojik mücadele etmenleri olan predatörlere ve parazitoidlere karşı düşük toksisiteye ve az kalıntı özelliğine sahip olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra zararlı böcekler üzerinde güçlü bir beslenme engelleyici ve böcek büyüme düzenleyici özellik de göstermektedir. Bu derleme, azadiraktinin kökenli insektisitleri bütün yönleriyle ele almıştır.

Atf Künyesi: Küçük, M. E ve Cosic, H. T (2023). Azadiraktin Üzerine Genel Bir Değerlendirme, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 19-30. **How To Cite:** Küçük, M. E and Cosic, H. T (2023). An Overview of Azadiractin *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 2(1), 19-30.

An Overview of Azadiractin

Article Info

Received: 28.03.2023

Accepted: 29.05.2023

Abstract: In order to reduce crop losses in agricultural production, the use of pesticides will continue in the future as it is today, unless practical and effective alternative methods are developed to control pests. However, the increasing awareness of the negative effects of conventional pesticides on the environment and human health and the development of resistance (especially cross-resistance) of pests to the pesticides used, lead to the search for alternative control methods or low-risk pesticides.

Keywords

Azadirachtin,
insecticide,
insect,
control

Among the various alternatives, there has been a renewed interest in organic plant-derived compounds, especially so-called allelochemicals. Today, azadirachtin [*Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)], a tetranortriterpenoid derived from the neem seed of the Indian neem tree, is one of the leading commercialized biopesticides. It also remains the most successful botanical pesticide used in agricultural control worldwide. Azadirachtin has low toxicity and low residues against biological control agents such as predators and parasitoids. It also exhibits strong antifeedant and insect growth regulator effects on insect pests. This review covers all aspects of azadirachtin-based insecticides.

1. Giriş

Tarımsal üretimde yıllık ürün kayıplarının, iklim değişikliğinin de etkisiyle birlikte böcekler, yabancı otlar ve hastalıklar nedeniyle arttığı tahmin edilmektedir (Skendžić ve ark., 2021). Gıda güvenliğini de korumak ve iyileştirmek için, zararlılara karşı ekonomik ve çevreyle uyumlu bir mücadele yapmak gerekliliği bulunmaktadır (Karuppuchamy ve Venugopal, 2016). 1950'lili yıllardan bu yana, geleneksel sentetik insektisitler, tarımda verimliliği artırmada çok önemli bir rol oynamıştır (Aktar ve ark., 2009; Popp ve ark., 2013). Önemli ürün kayıplarının oluşmaması için, pratik ve etkili alternatif uygulamalarının geliştirilmemesi durumunda zararlı böceklerle mücadelede sentetik kökenli pestisit kullanımı kilit bir rol oynamaya devam edecektir. Pestisit kullanımının olumlu etkisi, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, açlığın ve gıda arz taleplerinin karşılanması üzerinedir (Deravel ve ark., 2014). Ancak, pestisitlerin yaygın ve bilinçsiz kullanımı insan ve çevre sağlığı riskleri ve tehlikesiyle birlikte (Carson, 1962; Aktar ve ark., 2009; Jars ve ark., 2018) zararlı böceklerin bu sentetik pestisitlere karşı direnç kazanmasına yol açmaktadır (Helps ve ark., 2017).

Rachel Louise Carson tarafından "Sessiz Bahar"ın yayınlanmasından sonra (Carson, 1962) pestisitlerin çevre ve halk sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak, alternatif mücadele stratejileri ve düşük riskli pestisitleri geliştirmek önemli bir amaç haline gelmiştir (Khater, 2012). Bu nedenle, biyorasyonel pestisitler olarak bilinen doğal pestisitlerin kullanımına olan ilginin yeniden gündeme geldiği söylenebilir (Cantrell ve ark., 2012; Kumar, 2015; Mishra ve ark., 2018; Haddi ve ark., 2020). Biyorasyonel pestisitler canlı organizmalar veya doğal ürünlere dayalı, çevre dostu zararlı mücadelesinde kullanılan bir gruptur (Chandler ve ark., 2011). Biyorasyonel pestisitler, mikroorganizmalardan (ör: *Bacillus thuringiensis*), bitkilerden (ör: *Azadirachta*) ve bazı minerallerden (ör: kaolin) (Damalas ve Koutroubas, 2018) elde edilebilir. Biyorasyonel pestisitler, geleneksel sentetik pestisitlerle kıyaslandığında düşük toksik etkileri nedeniyle alternatif olarak popülerlik kazansa da biyorasyonel pestisit pazarı, küresel pestisit pazarına kıyasla oldukça küçük kalmaktadır (%5) (Olson, 2015). Ancak, son yıllarda biyorasyonel pestisitlerin üretiminde %8.64'lük yıllık büyüme oranıyla hızlı bir artış yaşanmıştır ve ileride bu hızlı artış nedeniyle kimyasal pestisitleri geride bırakabileceği tahmin edilmektedir (Olson, 2015; Damalas ve Koutroubas, 2018).

Biyorasyonel pestisitlerin avantajları arasında sentetik pestisitlere göre daha az toksik ve belirli zararlılara karşı seçici özellikte olmaları sayılabilir (Damalas ve Koutroubas, 2018). Biyorasyonel pestisitler, entegre zararlı yönetimi (Integrated Pest Management-IPM) programlarının bir bileşeni olarak kullanıldığında, geleneksel pestisitlerin yerini alabileceği, geleneksel pestisitlerin kullanımını büyük ölçüde azaltabileceği ve potansiyel olarak daha yüksek ürün verimi sağlayabileceği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Thakora, 2006; Damalas ve Koutroubas, 2018). Son yıllardaki çalışmalarda, biyorasyonel pestisitler arasında, pestisit özelliğine sahip olan bitkiler, sürdürülebilir tarım uygulamalarını geliştirmek, insan ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla çevre dostu mücadele araçları olarak ilgi görmektedir (Isman, 2006; Cantrell ve ark., 2012; Hikal ve ark., 2017). Biyorasyonel insektisit olarak en çok ilgi Neem ağacı *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)'a gösterilmektedir (Isman ve Grieneisen, 2014; Aribi ve ark., 2020). Sahip olduğu insektisit özelliğinin yanı sıra,

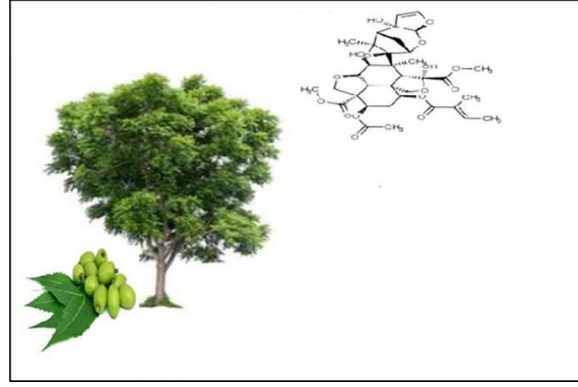
antidiyabetik, immüno-uyarıcı, antimikrobiyal, antiviral, kolesterol düşürücü ve antikanser ilacı olarak da işlev görmektedir. Toz haline getirilmiş neem tanelerinin sulu ekstraktları, Hindistan'da yaklaşık 2000 yıldır zararlı böceklerle karşı bir insektisit olarak kullanılmaktadır (Schmutterer, 1995). Neem bitkisinin insektisidal aktivitesinden başlıca sorumlu ana aktif bileşik olan azadiraktinin izole edilmesi ile, son 30 yılda neem bazlı insektisit kullanımı artmıştır (Chaudhary ve ark., 2017; Pasquoto -Stigliani ve ark., 2017). Şu anda azadiraktin, ticarileştirilen en önde gelen biyorasyonel pestisitlerden biridir ve dünya çapında tarım alanlarında kullanımda en başarılı bitkisel kökenli insektisit olmaya devam etmektedir (Isman ve Grieneisen, 2014; Chaudhary ve ark., 2017; Aribi ve ark., 2020). Bununla birlikte, etki mekanizmalarıyla ilgili çalışmalar devam etmekte ve özellikle nörofizyolojik etkisi araştırılmaktadır.

2. Neem Ağacı

Neem (*Azadirachta indica*), Hindistan ve Burma'ya özgü, yaprak dökmeyen ve hızlı büyüyen bir ağaçtır. Kurak, yarı kurak ve tropikal bölgelerde yetiştiği bilinmektedir (Schmutterer, 2002). Bu nedenle neem ağacı, tropikal ve subtropikal Asya, Afrika, Avustralya ve Güney Amerika'da yaygın olarak bulunmaktadır. Neem ürünleri, Meliaceae familyasına ait birkaç neem ağacı türünden elde edilmektedir. *Azadirachta indica* A. Juss, bu grubun en önemli türüdür. Ağacın tüm kısımları (yaprak, çiçek, tohum çekirdeği, odun, ağaç kabuğu ve dal) biyolojik olarak aktif bileşenlerin kaynağıdır ve en yüksek aktivite ise tohum çekirdeğinden elde edilir (Kumar ve ark., 2016). Neem ağacının farklı kısımlarından 300'den fazla farklı fitokimyasal madde rapor edilmiştir (Gupta ve ark., 2017). Belirlenen bu bileşiklerin 130'dan fazlası limonoid tipde triterpenoidler olup tıbbi ve böcek öldürücü özelliklere sahiptir (Chen ve ark., 2018). En önemli neem limonoidleri arasında azadiraktin, nimbolide, salannin, nimbin, deacetylningin, mahmoodin, epoxy-azadiradione, deacetylgedunin ve gedunin bulunmaktadır (Nagini, 2014; Gupta ve ark., 2017). Bu bileşiklerin, beslenmeyi önleyici, böcek öldürücü ve böcek büyümesini engelleyici gibi pek çok özelliğe sahip oldukları ve zararlı böceklerle mücadelede kullanıldıkları ifade edilmiştir (Schmutterer, 1995). Azadiraktin A ana aktif bileşendir ve biyolojik aktivitenin %72 ila 90'ından sorumludur (Schmutterer, 1990; Mordue ve ark., 2010).

3. Azadiraktin'in Insektisit Özelliği

Azadiraktin kompleks bir tetranortriterpenoiddir (Hansen ve ark., 1993; Aarthy ve ark., 2018). Azadiraktin A, ana bileşen olarak kabul edilir ve özellikle organik tarımda zararlı böcek mücadelesi için dünya pazarında kullanılan azadiraktinin ticari formülasyonları, farklı miktarda azadiraktin A içerir (Benuzzi ve Ladurner, 2018). Karmaşık bir moleküler yapıya sahiptir ve 1985 yılında doğru yapısının belirlenmesinin (Kraus ve ark., 1985) ardından, bu molekülün ilk sentezi, bileşiğin keşfinden ortalama yirmi yıl sonra yayınlanmıştır (Jauch, 2008). Azadiraktin geniş spektrumlu bir insektisittir (Şekil 1) ve böceklerde beslenmeyi önleyici, gelişim engelleyici (IGR) ve kısırlaştırıcı olarak görev görür (Dawkar ve ark., 2019). Coleoptera, Heteroptera, Diptera, Orthoptera ve Isoptera takımları dahil olmak üzere çeşitli zararlı böcek türlerinin mücadelesinde kullanılır (Morgan, 2009). Azadiraktinin toksisitesi böcek takımları arasında değişir ve böceklerdeki detoksifiye edici enzimlerin farklı penetrasyon hızları ve aktivitelerinden etkilendiği bilinmektedir.



Şekil 1. Neem ağacı ve moleküler yapısı (<https://www.shutterstock.com/>)

Azadiraktin'in karmaşık kimyasal yapısının, böcek direnci riskini en aza indirdiği ifade edilmiştir (Mordue ve ark., 2010). Feng ve Isman (1995), şeftali patates yaprak biti (*Myzus persicae* (Sulz.) (Heteroptera: Aphididae)'nin 40 nesil boyunca saf azadiraktine karşı direnç geliştirdiğini, ancak bu böceğin neem tohumu ekstraktına karşı da herhangi bir direnç geliştirmedini bildirmiştir. Bomford ve Isman (1996), *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın Azadiraktin A içermeyen, azadiraktine karşı direnç geliştirdiğini fakat aynı miktarda azadiraktin A içeren neem bazlı olanlara karşı direncin gelişmediğini bildirmiştir. Bu durum ise, azadiraktin A içermeyen neem bazlı insektisitlerin kullanımından kaçınılması gerekliliğini açıklayabilir (Bomford ve Isman, 1996). Azadiraktin A, kök sistemi tarafından çok iyi alınır ve daha sonra sistemik olarak ksilem yoluyla bitki dokularının yeşil kısımlarına dağılır ve kimyasal yapısı değişmeden yapraklarda depolanır. Ek olarak, bitki dokularında çok düşük bir azadiraktin A içeriği dahi, fitofag böcek larvalarına karşı bitki zararını önemli ölçüde engelleyebilir (Pavela, 2016). Ayrıca azadiraktin, düşük memeli toksisitesi ile de ön plana çıkmaktadır (Mordue ve ark., 2010). Azadiraktin, Amerika Birleşik Devletleri'nde Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından toksikolojik sınıfı IV (nispeten toksik olmayan) ile genel kullanımlı bir pestisit olarak tescil edilmiştir. Azadiraktinin, seçici, mutajen olmayan, kolayca parçalanabilen ayrıca hedef olmayan faydalı organizmalar için daha güvenli olduğu bildirilmiştir (Cordeiro ve ark., 2010; Celestino ve ark., 2014; Dai ve ark., 2019). Ancak azadiraktinin doğal düşmanlar ve tozlayıcılar üzerindeki güvenilirliği hakkında bazı şüpheler bulunmaktadır (Bernardes ve ark., 2018; Francesena ve Schneider, 2018). Bununla birlikte, yapılması gerekli yarı saha ve saha çalışmalarıyla azadiraktinin hedef olmayan böcekler üzerindeki potansiyel yan etkileri güvenilir bir şekilde ortaya konabilir. Ayrıca, azadiraktin hala IPM programlarında geleneksel insektisitlere en iyi alternatiflerden biri ve organik tarımda zararlı böceklerin kontrolü için en umut verici bitki bileşiklerinden biri olarak kabul edilmektedir (Bezzar-Bendjazia ve ark., 2017).

4. Nöro-Endokrin Aktivite Üzerindeki Etkileri

Böceklerde, 20-hidroksiekdizon (20E) ve juvenil hormon (JH), büyüme ve gelişmenin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (Nijhout, 1994) ve bu iki hormonun dengeli bir şekilde üretilmesi böceğin uygun gelişimini sağlar (Dubrovsky, 2005). Bu nedenle, bu mekanizmaya herhangi bir müdahale, böcek gelişimini olumsuz etkiler ve bu etki de zararlı böcek kontrolü için potansiyel bir spesifik hedef olarak kabul edilir (Pener ve Dhadialla, 2012). Azadiraktin, bu iki temel hormonun bir antagonisti olarak bilinmektedir. Ana etkisi, korpus kardiyakum kompleksinden morfojenetik peptid hormonu (PTTH) ve allatotropinlerin salgılanmasını inhibe ederek hemolimfdeki ekdisteroid ve JH'nu modifiye etme veya baskılamasıdır. Bu durum, çoğunlukla pupa evresine geçişinin gerçekleşmemesi, malformasyon veya ergin çıkışının başarısızlığı olarak tanımlanan IGR etkilerini açıklamaktadır (Mordue ve Blackwell, 1993; Bezzar-Bendjazia ve ark., 2017). Ayrıca, bu bileşiğin, böceklerde deri değiştirme ve başkalaşımı kontrol etmekten sorumlu tüm endokrin bezlerinin (protorasik bez, korpus allatum ve korpus kardiyak) çekirdeklerinde dejeneratif yapısal değişikliklere neden olduğu

bilinmektedir ve bunun da böceklerde nöroendokrin fonksiyonun bozulmasına neden olduğu ifade edilmiştir (Mordue ve ark., 2010). Örneğin *Tenebrio molitor* (Linnaeus) (Coleoptera:Tenebrionidae)'da, yeni pupaya dönüşen böceğe 1 µg azadiraktin enjeksiyonunun, immünoreaktif ekdisteroid düzeylerinde önemli bir düşüşe neden olduğu, 20-hidroksisekdizon düzeylerini etkilediği ifade edilmiştir (Marco ve ark., 1990). Benzer olarak belirli bir dozda azadiraktin uygulandıktan sonra, *Rhodnius prolixus* (Stal) (Hemiptera: Reduviidae) ta da hemolimf ekdisteroid miktarında önemli bir azalma görüldüğü açıklanmıştır (Garcia ve ark., 1990). Azadiraktin, PTH üzerindeki etkilerine ek olarak, steroid hormonu ekdisonun daha aktif metaboliti olan 20E'ye dönüştürülmesinden sorumlu biyokimyasal mekanizmayı da etkilediği araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Smith ve Mitchell, 1988). Azadiraktinin, deri değiştirme hormonu üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra, öncelikle allatotropinlerin salınımını sonra da JH sentezleme ve salınım işlemlerini bloke ederek JH sentezinde bir gecikmeye ya da azalmaya da neden olduğu ifade edilmiştir (Mordue ve ark., 2010; Dhra ve ark., 2018).

5. Üreme Üzerindeki Etkileri

Azadiraktinin böceklerin üremesi üzerindeki olumsuz etkileri yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Boulahbel ve ark., 2015; Er ve ark., 2017; Oulhaci ve ark., 2018). Azadiraktin'in protein sentezi veya dişi böceklerin oositleri üzerine etki etmesi nedeniyle (Boulahbel ve ark., 2015), *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833)(Lepidoptera: Noctuidae) , *D. melanogaster*, *Galleria mellonella* (Fabricius, 1798)(Lepidoptera: Pyralidae), *Dysdercus cingulatus* (Fabricius) (Hemiptera: Pyrrhocoridae), *Tuta absoluta* (Stainton) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) gibi birçok böcekte üreme fonksiyonlarını ve yumurta verimini etkilediği bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2015 ; Er ve ark., 2017; Oulhaci ve ark., 2018). *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae)'ya %0.0005 konsantrasyon azadiraktin içeren Neem Baan uygulandığında, böceğin erginleri üzerinde repellent ve yumurtlamayı engelleyici bir etki gösterdiği belirtilmiştir (Kavita ve ark., 2023). Neem yağının, *Aedes aegypti* (Hasselquist) (Diptera: Culicidae) ve *Anopheles culicifacies* (Giles) (Diptera: Culicidae) yumurtaları ile yapılan deneylerde, yumurta öldürücü aktivite gösterdiği de bildirilmiştir (Iqbal ve ark., 2021, Kala ve ark., 2019).

Araştırmacılar tarafından dişi böceklerde vitellogenin sentezine ve oositlere etki etmesi nedeniyle kısırlığa neden olduğu da bulunmuştur. Azadiraktin uygulanan dişi *Heteracris littoralis* (Rambur) (Orthoptera: Acrididae) 'in yumurtalıkları, oosit büyümesinin durması ve foliküler hücrelerde ve mitokondride parçalanma ve yıkımın meydana gelmesi nedeniyle küçülmüştür (Ghazawi ve ark., 2007). Ayrıca *Mylabris indica* (Pallas) (Coleoptera: Meloidae) (Vivekananthan ve Selvisabhanayakam, 2014) ve *H. littoralis*'te (Ghazawi ve ark., 2007) spermiyogenezin inhibisyonuna neden olduğu bildirilmiştir. Oogenez ve spermatogenezin gerçekleşmesi için JH ve 20E arasında bir denge vardır. Bu iki ana hormona karşı azadiraktinin antagonist etkisi, böcekteki üreme parametreleri üzerine olumsuz etkiden sorumludur. Buna karşın, azadiraktin uygulamasından sonra, ekzojen 20E'nin uygulanması, azadiraktinin *D. melanogaster* üzerindeki etkisini azaltarak yağ doku ve yumurtalıklardaki yolk protein içeriğinin normal değerlerine ulaşmasını sağlayabildiği bildirilmiştir (Boulahbel ve ark., 2015).

Ayrıca, azadiraktinin *D. melanogaster*'de çiftleşme başarısını azaltarak, üreme davranışını değiştirdiği de ifade edilmiştir (Aribi ve ark., 2017; Oulhaci ve ark., 2018). Çeşitli böcek türlerinde azadiraktin ya da diğer neem bazlı kimyasallar yumurtlama bölgelerine uygulandığında, böcekte yumurtlamayı engelleyici veya yumurta bırakmayı engelleyici etkiye neden olur (Schmutterer, 1990; Cordeiro ve ark., 2010). Örneğin saf azadiraktin'in *Nezara viridula* (Linnaeus) (Heteroptera: Pentatomidae) 'da yumurtlamayı engellediği de bildirilmiştir (Riba ve ark., 2003). Azadiraktin'in ticari bir formülasyonu olan Neem Azal, *D. melanogaster*'in larval evresinde uygulandığında yumurta verimliliğini azalttığı ve böceğin bu bileşiğe karşı uzaklaşma davranışı geliştirdiği belirlenmiştir (Bezzar-Bendjazia ve ark., 2016). Bu etkilerin, azadiraktine maruz kalmayan nesillerde de görüldüğü ve zararlı böceklerle mücadelede azadiraktinin uzaklaştırıcı etkisinden faydalanabileceği bildirilmiştir (Ferdenache ve ark., 2019).

6. Beslenmeyi Önleyici Etkileri

Azadiraktin Heteroptera (Kumar ve Poehling, 2007), Lepidoptera (Charleston ve ark., 2006; Shannag ve ark., 2015), Orthoptera (Capinera ve Froeba, 2007), Coleoptera (Baumler ve Potter, 2007) ve Diptera (Kilani-Morakchi ve ark., 2017) takımı bireyleri dahil olmak üzere çok sayıda böcek türü üzerinde beslenme önleyici ve uzaklaştırıcı etkiye neden olduğu ifade edilmiştir. Böcekler, besin aramak ve bulmak için bir koku alma sistemi kullanır ve primary antifeedancy adı verilen kemoresepsiyonla besin kalitesini belirledikleri ve böylece yiyecek seçimini yaptıkları bildirilmiştir (Lee ve ark., 2010). Beyne gönderilen bir sinyal besine daha fazla yaklaşmayı veya besini yemeyi engeller. Azadiraktinin beslenmeyi önleyici etkisinin, böcekte tat duyusunda görev alan kemosenziller aracılığıyla gerçekleştiği ve tat kemoreseptörlerinin acıya duyarlı tat hücrelerini uyararak, şekere duyarlı tat hücrelerinin uyarılma hızını baskıladığı ifade edilmiştir (Lee ve ark., 2010; Delventhal ve Carlson, 2016). Farklı böcek türlerinde azadiraktinin beslenme engelleyici etkisinin olduğu kanıtlanmıştır (Mordue ve Nisbet, 2000). Besin alınımında uzun süreli bir azalma olduğu, farklı böcek dokuları (kaslar, yağ doku, bağırsak epitel hücreleri) üzerinde zararlı bir etki gösterdiği ve ikincil bir beslenme önleyici adı verilen bir geri bildirim mekanizması da araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Mordue ve ark., 2010; Khosravi ve Sendi, 2013; Shannag ve ark., 2015). Örneğin azadiraktinin sublethal konsantrasyonu ile beslenen *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae)'in üçüncü dönem larvasının besin alımında, besinin enerjiye dönüşüm verimliliğinde ve beslenme davranışında bir azalma görüldüğü ifade edilmiştir (Martinez ve van Emden, 1999). Azadiraktin (2 ve 10 mg/kg) uygulanmış *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) 2. dönem larvaları ile beslenen predatör *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) erginlerinin orta barsaklarının ciddi bir şekilde etkilenecek beslenmelerinin ve vücut ağırlıklarının azaldığı bildirilmiştir (Luo ve ark., 2023). *Drosophila melanogaster*'in üçüncü evre larvalarına azadiraktin'in tek bir doz topikal uygulamanın, larvada besin alımını önemli ölçüde azalttığı ve sindirim enzimi aktivitelerine etki ederek böceğin yiyecekleri sindirme yeteneğini bozduğu ifade edilmiştir (Bezzar-Bendjazia ve ark., 2017). Beşinci dönem *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları azadiraktine maruz bırakıldığında beslenme önleyici bir etki görüldüğü, daha yüksek konsantrasyona maruz bırakılma sonucunda da beslenmeyi önleyici aktivitenin daha belirgin hale geldiği bildirilmiştir (Qin ve ark., 2020). Farklı azadiraktin konsantrasyonları (0,5~20 mg/L) ile muamele edilmiş mısır yaprağı ile beslenen *S. frugiperda*'da beslenme karşıtı bir etki görülmüştür. Özellikle 1 mg/L azadiraktin ile muamele edilen mısır yaprağının *S. frugiperda*'nın anteni ve sensillum basiconicum'u üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olduğu ve azadiraktinin *S. frugiperda*'nın beslenme davranışını etkilediği bildirilmiştir (Lin ve ark., 2021).

7. Hücresel ve Moleküler Etkileri

Yukarıda belirtilen etkilerin yanı sıra, geniş spektrumlu bir etkiye sahip olan azadiraktinin böceklerde hücresel fonksiyonlar üzerinde de olumsuz etkiye neden olduğu bilinmektedir (Kilani-Morakchi ve ark., 2017). Proteomik çalışmalara dayanarak, Sun ve ark. (2018), *S. litura*'da azadiraktin tarafından indüklenen erkek kısırılığının azadiraktinin etkisiyle hücredeki protein mekanizmasının bozulmasıyla meydana geldiği ifade edilmiştir. *Ostrinia furnacalis* (Guenee) (Lepidoptera: Crambidae) 'in üçüncü evre larvalarında 10 ppm azadiraktin uygulanmasının, hemolimf lipidi ile ilgili protein ekspresyonuna etki ettiği ve böcekteki yağ dokusunun bu durumdan olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Huang ve ark., 2007). Azadiraktinin *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Heteroptera: Aleyrodidae) de oksidatif strese karşı koruyucu rollere sahip olan ferritin ve tioredoksin peroksidaz genlerinin ekspresyonunu da inhibe edici özelliğe sahip olduğu ifade edilmiştir (Asaduzzaman ve ark., 2016). Yapılan birdiğer çalışmada azadiraktinin, böcek kitin ve hormon biyosentezinde yer alan önemli enzimleri (trehalaz, kitin sentaz, kitin deasetilaz, kitinaz gibi) ve kitin sentezini düzenleyen 31 kitin proteininin yapısını olumsuz etkilediği için *S. frugiperda*'nın büyüme gelişimi üzerinde negatif bir etkiye neden olduğu bildirilmiştir (Shu ve ark., 2020). Araştırmacılar deri değiştirme ve böcek gelişimindeki gecikmenin moleküler nedenini, azadiraktin'in kütikula oluşumu ve kitin üretiminde yer

alan genlerin ekspresyonunu baskılamasıyla açıklamışlardır. Araştırmacılar böceklerde hormon biyosentezindeki sorumlu enzimleri kodlayan genlerin de azadiraktinden etkilendiği ifade etmişlerdir. Bu genlerin ekspresyon seviyelerindeki tüm bu değişikliklerin, özellikle JH ve ekdizon sentezinin bozulmasına neden olduğunu ve bu nedenle böceklerde gelişim anomalileri görüldüğü bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2017; Liu ve ark., 2019). Yu ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada azadirachtin'in *S. frugiperda*'nın yağ dokusunu tahrip edebileceğini ve detoksifikasyonla ilgili genlerde görev alan mRNA seviyelerini değiştirebileceğini göstermiştir. *A. indica* yağının ölümcül olmayan konsantrasyonlarının *S. frugiperda* bağışıklık sistemi üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada ise; Neem yağına maruz kalan böceklerdeki toplam hemosit sayısı, kontrol grubuna göre %21 daha düşük bulunmuştur (Duarte ve ark., 2020).

8. Azadiraktinin Uygulamadaki Problemleri

Azadiraktin etkili maddeli ürünlerin kullanımının dezavantajları arasında en çok iki unsur ön plana çıkmaktadır bunlar güneş ışığı ile hızlı bozunması ve uygulandığı alan düşük kalıcılığa sahip olmasıdır. Bu nedenle uygulama sayısının daha fazla olmasını gerektirmektedirler (Pasquoto-Stigliani ve ark., 2017). Azadiraktin formülasyonunun kimyasal yapısı da önemlidir çünkü bu maddenin kararlılığını etkiler. Uygulamadan önce karıştırma süresinin uzun tutulması ve emülsiyondaki partikül boyutu küçüldükçe emülsiyon stabilitesinin daha iyi olduğu bu durumda biyo-etkinliğini arttırdığı ifade edilmiştir (Iqbal ve ark., 2020). Nanoteknolojinin kullanımı da azadirachtin bazlı insektisitlerin kullanım sınırlamalarını azaltabilmektedir. Son yıllarda polimerik kapsülleme yoluyla botanik insektisitlerin kontrollü salımlı formülasyonlarının geliştirilmesi üzerinde çalışmalar yapılmaktadır (Das ve ark., 2014; Pasquoto-Stigliani ve ark., 2017). Botanik pestisitleri kapsüllemeye yönelik bu yeni prosedürler, yavaş salınma, bileşiklerin gelişmiş stabilitesi, düşük doz kullanımı ve kokuyu maskeleyen gibi çeşitli faydalar sağlar (Chaudhary ve ark., 2017). Shanmugapriya ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, silika nanopartiküllere 500 ppm'de yüklenen azadiraktin'in ergin *B. tabaci*'de yüksek ölüm oranı gösterdiğini ve kimyasal insektisitlere alternatif olarak kullanılabilmesi gösterilmiştir. Nanoteknoloji, tarım sektöründe henüz erken bir süreçte olmasına rağmen, kullanımına artan bir ilgi olduğu da göz ardı edilemez. Bununla birlikte, nano pestisitlerin toksisitesini incelemek ve hedef organizmalardaki etki mekanizmalarının belirlenmesi gerekmektedir. Nanoteknoloji tarımsal uygulamalarda kullanım için en iyi formülasyonların seçiminde önemli bir faktördür (Seugling ve ark., 2019; Jesser ve ark., 2020).

9. Sonuç

İnsan ve çevre sağlığı göz önünde tutulduğunda zararlı böceklerle mücadelede güvenli düşük riskli mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Azadiraktin bazlı insektisitler, son yıllarda özellikle iyi tarım ve organik tarım sistemlerinde alternatif bir insektisit olarak bilinmektedir. Azadiraktin, farklı tarım ürünlerinde çok sayıda zararlıyla mücadele etmek için geniş spektrumlu bir aktiviteye sahiptir ancak kullanımı sentetik kökenli insektisitler kadar yaygın değildir. Günümüzde, azadiraktinin zararlı böcekler üzerindeki uzun vadeli ve nesiller boyu olası etkileri hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca formülasyona, doza, uygulama dönemine bağlı olarak doğal düşmanlar üzerine olumsuz etkilerinin olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle azadiraktin ile ilgili ekotoksikolojik testlerin artırılarak IPM programlarındaki kullanımı geliştirebilir. Ayrıca yukarıda da belirtildiği gibi biyopestisit nanoenkapsülasyonu azadiraktini bozulmaya karşı koruması ve salınımını modüle etmesi nedeniyle stabilitesini ve sürdürülebilirliğini artırmak için yeni bir imkan sağlamaktadır. Olumlu sonuçların elde edildiği bu konuda yapılacak çalışmalarında sayısının artırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Aarthy, T., Mulani, F.A., Pandreka, A., Kumar, A., Nandikol, S.S., Haldar, S. and Thulasiram, H.V. (2018). Tracing biosynthetic origin of limonoids and their functional groups through stable isotope labeling and inhibition in neem tree (*Azadirachta indica*) cell suspension. *BMC Plant Biology*, 18, 230.
- Ahmad, S., Ansari, M.S. and Muslim, M. (2015). Toxic effects of neem based insecticides on the fitness of *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Crop Protection*, 68, 72–78.
- Aktar, M.W., Sengupta, D. and Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2, 1–12.
- Aribi, N., Oulhaci, M.C., Kilani-Morakchi, S., Sandoz, J.C., Kaiser, L., Denis, B. and Joly, D. (2017). Azadirachtin impact on mate choice, female sexual receptivity and male activity in *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 143, 95–101.
- Aribi, N., Denis, B., Kilani-Morakchi, S. and Joly, D. (2020). L'azadirachtine, un pesticide naturel aux effets multiples. *Médecine Sciences*, 36, 44–49.
- Asaduzzaman, M., Shim, J.K., Lee, S. and Lee, K.Y. (2016). Azadirachtin ingestion is lethal and inhibits expression of ferritin and thioredoxin peroxidase genes of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 19, 1–4.
- Baumler, R. and Potter, D.A. (2007). Knockdown, residual, and antifeedant activity of pyrethroids and home landscape bioinsecticides against japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on linden foliage. *Journal of Economic Entomology*, 100, 541–548.
- Benuzzi, M. and Ladurner, E. (2018). *Plant protection tools in organic farming*. Handbook of Pest Management in Organic Farming, 24–59.
- Bernardes, R.C., Barbosa, W.F., Martins, G.F. and Lima, M.A.P. (2018). The reduced-risk insecticide azadirachtin poses a toxicological hazard to stingless bee *Partamona helleri* (Friese, 1990) queens. *Chemosphere*, 201, 550–556.
- Bezzar-Bendjazia, R., Kilani-Morakchi, S. and Aribi, N. (2016). Larval exposure to azadirachtin affects fitness and oviposition site preference of *Drosophila melanogaster*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 133, 85–90.
- Bezzar-Bendjazia, R., Kilani-Morakchi, S., Ferdenache, M. and Aribi, N. (2017). Azadirachtin induces larval avoidance and antifeeding by disruption of food intake and digestive enzymes in *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 143, 135–140.
- Bomford, M.K. and Isman, M.B. (1996). Desensitization of fifth instar *Spodoptera litura* to azadirachtin and neem. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 81, 307–313.
- Boulahbel, B., Aribi, N., Kilani-Morakchi, S. and Soltani, N. (2015). Insecticidal activity of azadirachtin on *Drosophila melanogaster* and recovery of normal status by exogenous 20-hydroxyecdysone. *African Entomology*, 23, 224–233.
- Cantrell, C.L., Dayan, F.E. and Duke, S.O. (2012). Natural products as sources for new pesticides. *Journal of Natural Products*, 75, 1231–1242.
- Capinera, J.L. and Froeba, J.G. (2007). Behavioral responses of *Schistocerca americana* (Orthoptera: Acrididae) to azadirachtin-treated host plants. *Journal of Economic Entomology*, 100, 117–122.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin, 1st Ed, , 368p., Boston, USA.
- Caubet, Y., Jaisson, P., and Lenoir, A. (1992). Preimaginal induction of adult behaviour in insects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44, 165–178.
- Celestino, D., Braoios, G.I., Ramos, R.G., Gontijo, L.M. and Guedes, R.N.C. (2014). Azadirachtin-mediated reproductive response of the predatory pirate bug *Blaptostethus pallenscens*. *Biological Control*, 59, 697–705.
- Chandler, D., Bailey, A.S., Tatchell, G.M., Davidson, G., Greaves, J. and Grant, W.P. (2011). The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366, 1987–1998.

- Charleston, D.S., Kafir, R., Dicke, M. and Vet, L.E.M. (2006). Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: a field test of laboratory findings. *Biological Control*, 39, 105–114.
- Chaudhary, S., Kanwar, R.K., Sehgal, A., Cahill, D.M., Barrow, C.J., Sehgal, R. and Kanwar, J.R. (2017). Progress on *Azadirachta indica* based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides. *Frontiers in Plant Science*, 8, 610.
- Chen, J., Fan, X., Zhu, J., Song, L., Li, Z., Lin, F., Yu, R., Xu, H. and Zi, J. (2018). Limonoids from seeds of *Azadirachta indica* A. Juss. and their cytotoxic activity. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 8, 639–644.
- Cordeiro, E.M.G., Corrêa, A.S., Venzon, M. and Guedes, R.N.C. (2010). Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. *Chemosphere*, 81, 1352–1357.
- Dai, W., Li, Y., Zhu, J., Ge, L.q., Yang, G.Q. and Liu, F. (2019). Selectivity and sublethal effects of some frequently-used biopesticides on the predator *Cyrtorhinus lividipennis* reuter (Hemiptera: Miridae). *Journal of Integrative Agriculture*, 18, 124–133.
- Damalás, C.A. and Koutroubas, S.D. (2018). Current status and recent developments in biopesticide use. *Agriculture*, 8, 13.
- Das, R.K., Sarma, S., Brar, S.K. and Verma, M. (2014). Nanoformulation of insecticides: novel products. *Journal of Biofertilizers and Biopesticides*, 5, e120.
- Dawkar, V.V., Barage, S.H., Barbole, R.S., Fatangare, A., Grimalt, S., Haldar, S., Heckel, D.G., Gupta, V.S., Thulasiram, H.V., Svatoš, A. and Giri, A.P. (2019). Azadirachtin-A from *Azadirachta indica* impacts multiple biological targets in cotton bollworm *Helicoverpa armigera*. *ACS Omega*, 4(5), 9531-9541.
- Delventhal, R. and Carlson, J. (2016). Bitter taste receptors confer diverse functions to neurons. *eLife*, 5, e11181.
- Deravel, J., Krier, F. and Jacques, Ph. (2014). Les biopesticides, alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 18, 220–232.
- Dhra, G., Ahmad, M., Kumar, J. and Patanjali, P.K. (2018). Mode of action of azadirachtin: a natural insecticide. *International Research Journal*, 7, 41–46.
- Duarte, J.P., Redaelli, L.R., Silva, C.E. and Jahnke, S.M. (2020). Effect of *Azadirachta indica* (Sapindales: Meliaceae) oil on the immune system of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Immaturs. *Journal of Insect Science*, 20, 3-17.
- Dubrovsky, E.B. (2005). Hormonal cross talk in insect development. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 16, 6–11.
- Er, A., Taşkıran, D. and Sak, O. (2017). Azadirachtin-induced effects on various life history traits and cellular immune reactions of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Archives of Biological Sciences*, 69, 335–344.
- Feng, R. and Isman, M.B. (1995). Selection for resistance to azadirachtin in the green peach aphid *Myzus persicae*. *Experientia*, 51, 831–833.
- Ferdenache, M., Bezzar-Bendjezia, R., Marion Poll, F. and Kilani-Morakchi, S. (2019). Transgenerational effects from single larval exposure to azadirachtin on life history and behavior traits of *Drosophila melanogaster*. *Scientific Reports*, 9, 17015.
- Francesena, N. and Schneider, M.I. (2018). Selectivity assessment of two biorational insecticides, azadirachtin and pyriproxyfen, in comparison to a neonicotinoid, acetamiprid, on pupae and adults of a Neotropical strain *Eretmocerus mundus* mercet. *Chemosphere*, 206, 349–358.
- Garcia, E.S., Luz, N., Azambuja, P. and Rembold, H. (1990). Azadirachtin depresses the release of prothoracicotropic hormone in *Rhodnius prolixus* larvae: evidence from head transplantations. *Journal of Insect Physiology*, 36, 679–682.
- Ghazawi, N.A., El-Shranoubi, E.D., El-Shazly, M.M. and Abdel Rahman, K.M. (2007). Effects of azadirachtin on mortality rate and reproductive system of the grasshopper *Heteracris littoralis* Ramb (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Orthopaedic Research*, 16, 57–65.

- Gupta, S.C., Prasad, S., Tyagi, A.K., Kunnumakkara, A.B. and Aggarwal, B.B. (2017). Neem (*Azadirachta indica*): an indian traditional panacea with modern molecular basis. *Phytomedicine*, 34, 14–20.
- Haddi, K., Turchen, L.M., Viteri Jumbo, L.O., Guedes, R.N.C., Pereira, E.J.G., Aguiar, R.W.S. and Oliveira, E.E. (2020). Rethinking biorational insecticides for pest management: unintended effects and consequences. *Pest Management Science*, 76, 2286–2293.
- Hansen, D.J., Cuomo, J., Khan, M., Gallagher, R.T. and Ellenberge, W.P. (1993). *Advances in neem and azadirachtin chemistry and bioactivity*. Natural and Engineered Pest Management Agents ACS Symposium Series, 551, 103–129.
- Helps, J.C., Paveley, N.D. and Bosch, F. (2017). Identifying circumstances under which high insecticide dose increases or decreases resistance selection. *Journal of Theoretical Biology*, 7, 153–167.
- Hikal, W.M., Baeshen, R.S. and Said-Al, A.H.A. (2017). Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology*, 3, 1404274.
- Huang, Z., Shi, P., Chen, G. and Du, J. (2007). Effects of azadirachtin on hemolymph protein expression in *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 100, 245–250.
- Iqbal, N., Kumar, N., Saini, M. K., Dubey, S., Agrawal, A. and Kumar, J. (2020). Role of high shear mixing in improving stability and bio-efficacy of botanical oil in water formulation for early stage mosquito eradication. *Helion*, 6, e03380.
- Iqbal, N., Agrawal, A. and Kumar, J. (2021). An effervescent generated tablet for rapid control of mosquito problem in early stages from different breeding sites. *Arabian Journal of Chemistry*, 14 (4), 103082.
- Isman, M.B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66.
- Isman, M.B. and Grieneisen, M.L. (2014). Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends in Plant Science*, 19, 140–145.
- Jars, E., Neupane, D. and London, L. (2018). Pesticide poisonings in low- and middle-income countries. *Environmental Health Insights*, 12, 1–3.
- Jauch, J. (2008). Total synthesis of azadirachtin-finally completed after 22 years. *Angewandte Chemie International Edition*, 47, 34–37.
- Jesser, E., Yeguermanb, C., Gilia, V., Santillana, G., Murrayc, A.P., Dominic, C. and Gonzalez, J.O.W. (2020). Optimization and characterization of essential oil nanoemulsions using ultrasound for new ecofriendly insecticides. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 8, 7981–7992.
- Kala, S., Naik, S.N., Patanjali, P.K. and Sogan, N. (2019). Neem oil water dispersible tablet as effective larvicide, ovide and oviposition deterrent against *Anopheles culicifacies*. *South African Journal of Botany*, 123, 387–392.
- Karuppachamy, P. and Venugopal, S. (2016). *Integrated pest management*. Ecofriendly Pest Management for Food Security, Academic Press, 651–684, San Diego.
- Kavita, Sharma, S.K. and Sood, A.K. (2023). Repellent and deterrent effects of natural products against diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus). *Research Square*, PPR595173.
- Khater, H.F. (2012). Prospects of botanical biopesticides in insect pest management. *Pharmacologia*, 3, 641–656.
- Khosravi, R. and Sendi, J.J. (2013). Effect of neem pesticide (achook) on midgut enzymatic activities and selected biological compounds in the hemolymph of lesser mulberry pyralid, *Glyphodes pyloalis* walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Protection*, 5, 238–247.
- Kilani-Morakchi, S., Bezzar-Bendjazia, R., Ferdenache, M. and Aribi, N. (2017). Preimaginal exposure to azadirachtin affects food selection and digestive enzymes in adults of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 140, 58–64.
- Kraus, W., Bokel, M., Klenk, A. and Pöhn, H. (1985). The structure of azadirachtin and 22,23-dihydro-23 β -methoxyazadirachtin. *Tetrahedron Letters*, 26, 6435–6438.

- Kumar, P. and Poehling, H.M. (2007). Effects of azadirachtin, abamectin, and spinosad on sweetpotato white (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato plants under laboratory and greenhouse conditions in the humid tropics. *Journal of Economic Entomology*, 100, 411–420.
- Kumar, S. (2015). Biopesticide: an environment friendly pest management strategy. *Journal of Biofertilizers and Biopesticides*, 6, 1.
- Kumar, D., Rahal, A. and Malik, J. K. (2016). *Neem extract: nutraceuticals efficacy, safety and toxicity*. Academic Press. 585–597, London.
- Lee, Y., Kim, S. and Montell, C. (2010). Avoiding DEET through insect gustatory receptors. *Neuron* 67, 555–561.
- Lin, S., Li, S., Liu, Z., Zhang, L., Wu, H., Cheng, D. and Zhang, Z. (2021). Using azadirachtin to transform *Spodoptera frugiperda* from pest to natural enemy. *Toxins (Basel)*, 13(8), 541.
- Liu, P.F., Wang, W., Ling, X., Lu, Q., Zhang, J., He, R. and Hang, C. (2019). Regulation hormone-related genes in *Ericerus pela* (Hemiptera: Coccidae) for dimorphic metamorphosis. *Journal of Insect Science*, 19, 16.
- Luo, P., Qin, D., Wu, H., Zheng, Q., Zhau, W., Ye, C., Shen, S., Huang, S., Cheng, D. and Zhang, Z. (2023). Azadirachtin affected the intestinal structure and microbiota of adult *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) while controlling *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science*, 96, 973–988.
- Marco, M. P., Pascual, N., Bellès, X., Camps, F. and Messeguer, A. (1990). Ecdysteroid depletion by azadirachtin in *Tenebrio molitor* pupae. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 38, 60–65.
- Martinez, S.S. and van Emden, H.F. (1999). Sublethal concentrations of azadirachtin affect food intake, conversion efficiency and feeding behaviour of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bulletin of Entomological Research*, 89, 65–71.
- Mishra, R.K., Bohra, A., Kamaal, N., Kumar, K., Gandhi, K., Sujayanand, G.K., Saabale, P.R., Satheesh Naik, S.J., Sarma, B.K., Kumar, D., Mishra, M., Srivastava, D.K. and Singh, N.P. (2018). Utilization of biopesticides as sustainable solutions for management of pests in legume crops: achievements and prospects. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 3.
- Mordue, L. A. J. and Blackwell, A. (1993). Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology*, 39, 903–924.
- Mordue, A.J. and Nisbet, A.J. (2000). Azadirachtin from the neem tree (*Azadirachta indica*): its actions against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29, 615–632.
- Mordue, A.J., Morgan, E.D., and Nisbet, A. J. (2010). *Azadirachtin, a natural product in insect control, in Insect Control: Biological and synthetic agents*. Elsevier BV. All Rights Reserved, 185–203.
- Morgan, E.D. (2009). Azadirachtin, a scientific goldmine. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 17, 4096–4105.
- Nagini, S. (2014). Neem limonoids as anticancer agents: modulation of cancer hallmarks and oncogenic signaling. *The Enzymes*, 36, 131–147.
- Nijhout H.F. (1994). *Insect Hormones*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 280 pp.
- Olson, S. (2015). An analysis of the biopesticide market now and where it is going. *Outlooks on Pest Management*, 26, 203–206.
- Oulhaci, M.C., Denis, B., Kilani-Morakchi, S., Sandoz, J. C., Kaiser, L., Joly, D. and Aribi, N. (2018). Azadirachtin effects on mating success, gametic abnormalities and progeny survival in *Drosophila melanogaster* (Diptera). *Pest Management Science*, 74, 174–180.
- Pasquoto-Stigliani, T., Campos, E.V.R., Oliveira, J.L., Silva, C.M.G., Bilesky-José, N., Guilger, M., Trost, J., Oliveira, H.C., Moreira, R.S.M., Fraceto, L.F. and Lima, R. (2017). Nanocapsules containing neem (*Azadirachta indica*) oil: development, characterization, and toxicity evaluation. *Scientific Reports*, 7, 5929.
- Pavela, R. (2016). History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects – a review. *Plant Protection Science*, 52, 229–241.
- Pener, M.P. and Dhadialla, T.S. (2012). An overview of insect growth disruptors; applied aspects. *Advances in Insect Physiology*, 43, 1–162.

- Popp, J., Petö, K. and Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 243–255.
- Qin, D., Zhang, P., Zhou, Y., Liu, B. and Zhang, Z. (2020). Antifeeding effects of azadirachtin on the fifth instar *Spodoptera litura* larvae and the analysis of azadirachtin on target sensilla around mouthparts. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 103, 5318.
- Riba, M., Marti, J. and Sans, A. (2003). Influence of azadirachtin on development and reproduction of *Nezara viridula* L. (Het., Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology*, 127, 37–41.
- Schmutterer, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35, 271–297.
- Schmutterer, H. (1995). *The Neem Tree: Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes*. Weinheim VCH, 1–696.
- Schmutterer, H. (2002). *The Neem tree and other meliaceous plants*. Neem Foundation, 2nd Ed, 719p., Mumbai, India.
- Seugling, J., Kuhnen, S., de Barros, G.P., Velerinho, M.B., Mazzarino, L. and Bricarello, P.A. (2019). Development of *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae) essential oil nanoemulsion and its biological activity on pre-pupae of *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7, 293–308.
- Shanmugapriya, S., Jeya Sundara Sharmila, D., Karthikeyan, G. and Subramanian, K.S. (2019). Bioassay of azadirachtin nanofomulation against bemisia tabaci, the vector of mungbean yellow mosaic virus. *Madras Agricultural Journal*, 106, 522–527.
- Shannag, H.K., Capinera, J.L. and Freihat, N.M. (2015). Effects of neem-based insecticides on consumption and utilization of food in larvae of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Science*, 15:152.
- Shu, B., Yu, H., Li, Y., Zhong, H., Li, X., Cao, L. and Lin, Jintian (2020). Identification of azadirachtin responsive genes in *Spodoptera frugiperda* larvae based on RNA-seq. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 172, 104745.
- Shutterstock, (2023). Neem ağacı ve moleküler yapısı. <https://www.shutterstock.com/>. Erişim tarihi: 10.02.2023
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V. and Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5), 440.
- Smith, S.L. and Mitchell, M.J. (1988). Effects of azadirachtin on insect cytochrome P-450 dependent ecdysone 20-monooxygenase activity. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 154, 559–563.
- Sun, R., Cui, G., Chen, Y., Shu, B., Zhong, G. and Yi, X. (2018). Proteomic profiling analysis of male infertility in *Spodoptera litura* larvae challenged with azadirachtin and its potential regulated pathways in the following stages. *Proteomics*, 18, e1800192.
- Thakora, Y. (2006). The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*, 2, 194–208.
- Vivekananthan, T. and Selvisabhanayakam, S.N. (2014). Histopathological observations on testes of adult blister beetle, *Mylabris indica* (thunberg) (Coleoptera: Meloidae) treated with neem. *Journal of the Entomological Research Society*, 38, 45–52.
- Yu, H., Yang, X., Dai, J., Li, Y., Veeran, S., Lin, J. and Shu, B. (2023). Effects of azadirachtin on detoxification-related gene expression in the fat bodies of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42587–4259.
- Zhao, J., Zhou, Y., Li, X., Cai, W. and Hua, H. (2017). Silencing of juvenile hormone epoxide hydrolase gene (Nljheh) enhances short wing formation in a macropterous strain of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Journal of Insect Physiology*, 102, 18–26.



Araştırma Makalesi /Research Article

Dışsal Triptofan Uygulamasının Böğürtlenle Bazı Biyokimyasal ve Meyvelerinin Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Gülden BALCI¹, Selcan ÖZYALIN^{2*}, Gökçe AYDÖNER ÇOBAN³

^{1,2,3}Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-8681-0383>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4831-8600>, ³<https://orcid.org/0000-0002-0851-8803>

*Sorumlu Yazar e-mail: selcan.ozyalin@yobu.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 30.05.2023

Kabul: 06.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1307147

Anahtar Kelimeler

Böğürtlen, Klorofil İçeriği, MDA İçeriği, Meyve Kalitesi, Triptofan

Öz: Birçok meyve türünün yetiştirilebildiği ülkemizde üzümü meyve türleri yetiştiriciliği giderek artmaktadır. Üzümsü meyve türleri içerisinde gerek meyve içeriğinin zengin olması gerekse gıda sanayisinde yoğun kullanımı bakımından önemli bir yere sahip olan böğürtlen ülkemizin hemen hemen her yerinde yetiştirilebilmektedir. Gerek insan sağlığı açısından gerekse bitki büyümesi üzerine önemli olan triptofan esansiyel bir aminoasittir. Çalışmada dışsal triptofan uygulamasının böğürtlen bitkisinin bazı biyokimyasal ve meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma, 2021 yılında Yozgat Bozok Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne bağlı Gedikhasanlı istasyonundaki böğürtlen parselinde bulunan Bursa-1 çeşidi ile yürütülmüştür. Denemede ilk triptofan uygulaması, tomurcuk patlamasından sonra 50 ppm dozunda 1. ve 2. gruptaki bitkilere yaprakdan püskürtülerek uygulanmıştır. 1 ay sonra 2. gruptaki bitkilere aynı dozda bir uygulama daha yapılmıştır. Meyveler olgunlaştıktan sonra yaprak ve meyve örnekleri alınmış ve yapraklarda, klorofil a ve b, toplam klorofil, karotenoid, malondialdehit miktarı; meyvelerde, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik miktarı ve C vitamini analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda dışsal triptofan uygulamasının yapraklarda toplam klorofil miktarı vejetatif sürgünlerde 114.27-230.48 mg.g⁻¹ taze ağırlık aralığında değiştiği bulunmuştur. Karotenoid miktarı en fazla, iki kez TRP uygulaması yapılan bitkilerden (vejetatif sürgünlerde 10.46, generatif sürgünlerde 9.6 mg.g⁻¹ taze ağırlık) elde edilmiştir. Meyvelerde yapılan analizlerde, suda çözünebilir kuru madde miktarı (kontrolle göre %33) ve C vitamini miktarının (kontrolle göre %37) triptofan uygulaması ile arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak triptofan uygulamasının böğürtlen meyvesinde bazı biyokimyasal özelliklerin ve meyve kalite kriterlerinin artmasında etkili olduğu bulunmuştur.

Atıf Künyesi: Gülden B., Özyalın S. ve Aydöner Çoban G. (2023). Dışsal Triptofan Uygulamasının Böğürtlenle Bazı Biyokimyasal ve Meyvelerinin Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 31-40. **How To Cite:** Gülden B., Özyalın S. ve Aydöner Çoban G. (2023). The Effects of Exogenous Tryptophan Application on Some Biochemical and Fruit Quality Criteria in Blackberries, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 2(1), 31-40.

The Effects of Exogenous Tryptophan Application on Some Biochemical and Fruit Quality Criteria in Blackberries

Article Info

Received: 30.05.2023

Accepted: 06.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1307147

Keywords

Blackberry, Chlorophyll Content, MDA Content, Fruit Quality, Tryptophan

Abstract: In Türkiye, where many fruit species can be grown, the cultivation of berry-like fruit species is increasing. Blackberry, which has an important place among berry fruit species in terms of its rich fruit content and intensive use in the food industry, can be grown in almost every part of Türkiye. Tryptophan, which is important for human health and plant growth, is an essential amino acid. In this study, the effects of exogenous tryptophan application on some biochemical and fruit quality of blackberry plants were investigated. The research was carried out in the blackberry plot of Gedikhasanlı Application and Research Center of Yozgat Bozok University in 2021. In the experiment, the first tryptophan application was applied to the plants in the 1st and 2nd groups by spraying from the leaves at a dose of 50 ppm after the bud burst. After 1 month, the plants in the 2nd group were applied again at the same dose. After the fruits ripened, leaf and fruit samples were taken and the amounts of chlorophyll a and b, total chlorophyll, carotenoid, and malondialdehyde in the leaves and fruits, the amount of water-soluble dry matter, titratable acidity, and vitamin C were analyzed. Because of the analysis, it was found that the total amount of chlorophyll in leaves and vegetative shoots varied between 114.27-230.48 mg.g⁻¹ fresh weight of exogenous tryptophan application. The highest amount of carotenoids was obtained from plants that were treated with TRP twice (10.46 in vegetative shoots, 9.6 mg.g⁻¹ in generative shoots). The analysis of fruits determined that the amount of water-soluble dry matter (33% compared to the control) and the amount of vitamin C (37% compared to the control) increased with tryptophan application. As a result, it was found that tryptophan application was effective in increasing some biochemical properties and fruit quality criteria in blackberry fruit.

1.Giriş

Ülkemiz bulunduğu konum itibarıyla farklı iklim koşullarına sahip olup birçok meyve türü yetiştirilebilmektedir. Üzümsü meyveler son yıllarda dünyada olduğu gibi ülkemizde de yetiştiriciliği giderek artan meyve türleri arasındadır. Taze olarak tüketimlerinin yanı sıra, gıda sanayisinde de değerlendirilmektedir. İnsan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle üzümsü meyvelerin popülaritesi de artmaktadır. Üzümsü meyveler insan sağlığı için gerekli olan antosiyanin ve fenolik madde içerikleri bakımından zengin antioksidan kaynağıdır. (Tosun ve Yüksel, 2003). Üzümsü meyve grubunda yer alan böğürtlen Rosaceae familyası *Rubus* cinsine aittir (*Rubus fruticosus*). Ülkemizde yetiştiriciliği halen istenen düzeyde olmayan böğürtlen özellikle Meksika ve Amerika Birleşik Devletleri'nde oldukça fazla yetiştirilmektedir (Reyes-Carmona ve ark., 2005). Gıda sanayisinde kullanım olanaklarının çok olması, dikimden sonraki yıl meyveye yatması ve küçük aile işletmelerinde bile ekonomik getirisinin yüksek olmasının (Ağaoğlu, 2006) yanı sıra özellikle meyve içeriğinin oldukça zengin olması nedeniyle insan beslenmesi için önemli bir yer tutmaktadır (Sellappan ve ark., 2002; Zheng ve Wang, 2003; Reyes-Carmona ve ark., 2005). Böğürtlen sürgünleri 2 yıllık olup ilk yıl boyunca büyürler (vegetatif sürgün) ve üzerlerinde sadece yaprak gözleri bulunur. Bu sürgünler kış dinlenme döneminden sonra yaprak saplarının hemen altında meyve dalcıkları meydana gelir (generatif sürgün) ve baharda çiçek açıp meyve bağlarlar. Hasat sonunda ise bu meyveli sürgünler geriye doğru kuruyarak ölürler. Böğürtlen bahçelerinin devamlılığı köklerinin üzerinde bulunan adventif gözlerinin her yıl sürmesi ile sağlanır.

Triptofan (TRP), β -indolyalanine olarak da bilinen indol halkasına sahip oldukça büyük bir amino asittir. Bitkiler, TRP'yi başlangıçta 3-fosfoşikimik asit ve ardından korismik asit ve antranilik asitten sentezlerler (Meister, 1965). Bitkilerde TRP önemli hormon ve kimyasalların (Indol asetik asit (IAA), melatonin (MEL) ve serotonin (SER)) öncül maddesidir (Yakupoğlu ve ark., 2018). IAA hormonu, hücre zarının esnekliğini, ozmotik basıncını ve hücre zarlarının geçirgenliğini artırarak hücre büyümesini teşvik eden büyümeyi düzenleyicilerdir. MEL ise yaprağın ve sürgünlerin büyümesini ve yaprak yaşlanmasını düzenler. Ayrıca soğuk, kuraklık, tuzluluk gibi stres koşullarına bitkilerin tolerans seviyelerini ve antosiyanin miktarını artırdığı bilinmektedir (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2014). TRP, insanlarda azot dengesini sağlamanın yanında büyüme gibi birçok işlevi olan önemli bir amino asittir. Niasin, MEL ve SER yapımında görev alır. TRP ve öncül maddesi olduğu hormonlar vücutta uyku ritmini, insan psikolojisini ve davranış durumlarını etkiler. Eksikliğinde, duygusal ve bilişsel bozukluklara, niasin eksikliğine bağlı gelişebilen pellagram hastalığına yol açabilir. TRP vücut tarafından sentezlenemediği için besin yoluyla alınması gerekmektedir (Anonim, 2023). Triptofan; metabolizmasının karmaşıklığı, metabolitlerinin çeşitliliği ve önemi, ayrıca saflaştırılmış hâlde farmakolojik ajan olarak kullanılması bakımından farklı bir amino asittir. İnsanlarda serotonin, melatonin, triptamin, kuinolinik asit ve kinürenik asit gibi pek çok biyolojik aktif bileşiğin ön maddesidir. Bununla birlikte triptofanın karaciğerdeki yıkım yolunda niasin (B3 vitamini) oluşturduğu bilinmektedir (Öztürk ve Ayhan, 2020).

Mosa ve ark. (2021) elmalara yaptıkları TRP uygulamasının meyve kalitesini arttırdığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte yapılan birçok çalışmada (mısırda, kanolada ve süs bitkisi olan *Philodendron erubescens*) dışsal TRP uygulamalarının klorofil ve karotenoid içeriklerini arttırdığı bildirilmiştir (Abou Dahab ve Abd El-Aziz, 2006; Dawood ve Sadak, 2007; Rao ve ark., 2012). Bununla birlikte birçok farklı türde TRP uygulaması yapıldığı literatür taramalarında görülmüş ancak böğürtlenelerde dışsal TRP uygulamasının bitki gelişimi, meyve kriterlerine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Araştırmada insan sağlığı ve bitki büyümesi için önemli olan TRP'nin böğürtlenelerde bazı biyokimyasal ve meyve kriterleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada Yozgat Bozok Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne bağlı Gedikhasanlı istasyonunda bulunan üzüksü meyve parselindeki Bursa-1 böğürtlen çeşidi kullanılmıştır. Bursa-1 çeşidi Yozgat yöresine adaptasyonu oldukça iyi ve bol verimli bir çeşittir (Balcı ve Keles, 2019). Koyu renkli yapraklara sahiptir. Meyveleri uzun, konik, iri, siyaha yakın mor renktedir. Meyvelerinin aroması oldukça iyi ve büyük çekirdeklidir. Verimi yüksek bir çeşittir. Sofralık ve dondurmaya elverişli olan bu çeşit dikensizdir (Demirsoy ve ark., 2006).

3 tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurgulanan denemede Triptofan aşğıdaki gibi uygulanmıştır.

Tek Uygulama: Bursa-1 çeşidinin tomurcukları patladıktan sonra (20.05.2021) 50 ppm Triptofan çözeltisi yapraklardan uygulanmıştır.

İki Uygulama: Bursa-1 çeşidinin tomurcukları patladıktan sonra (20.05.2021) ve ilk uygulamadan yaklaşık 1 ay sonra çiçeklenme döneminde (16.06.2021) 50 ppm Triptofan çözeltisi yapraklardan uygulanmıştır.

Kontrol grubu: Bu gruptaki bitkiler su ile ıslatılmıştır.

Tüm uygulamalar yapıldıktan sonra, meyve ve yaprak örnekleri 21.09.2021 tarihinde alınmış ve analizler yapılanaya kadar derin dondurucuda bekletilmiştir.

2.1 Suda çözünebilir kuru madde miktarı (%)

Bahçeden alınan olgun meyvelerden elde edilen meyve suyu kullanılarak dijital refraktometre ile belirlenmiştir (Eyduran ve ark., 2008; Kılıç ve ark., 1991).

2.2 Titre edilebilir asit miktarı (%)

Bahçeden alınan olgun meyvelerden elde edilen meyve suyundan 5 ml örnek alınarak titre edilebilir asitlik tespit edilmiştir (Eroğlu ve Gerçekçioğlu, 2006; Kılıç ve ark., 1991).

2.3 C vitamini miktarı (mg/100g)

Denemede hasat sonunda alınan meyve örneklerinin spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okunarak C vitamini ölçülmüştür (Kılıç ve ark., 1991).

2.4 Klorofil içeriğı (mg.g⁻¹ taze ağırlık)

Yaprak örnekleri aseton çözeltisi ile homojenize edildikten sonra filtre kağıdından süzölmüş ve bu süzöntüler okunmasından sonra Gunes ve ark. (2007)'ye göre hesaplanmıştır.

2.5 Karotenoid içeriğı (mg.g⁻¹ taze ağırlık)

Yaprak örnekleri aseton çözeltisi ile homojenize edildikten sonra filtre kâğıdından süzölmüş ve bu süzöntüler 480, 645 ve 663 nm'de absorbansları okunması ile belirlenmiştir (Kirk ve Allen, 1965).

2.6 Malondialdehit (MDA) analizi (µmol.g⁻¹)

Yaprak örnekleri Zhang ve ark. (2005)'e göre hazırlanarak 450, 532 ve 600 nm dalga boyundaki absorbanslarının okunması ile belirlenmiştir.

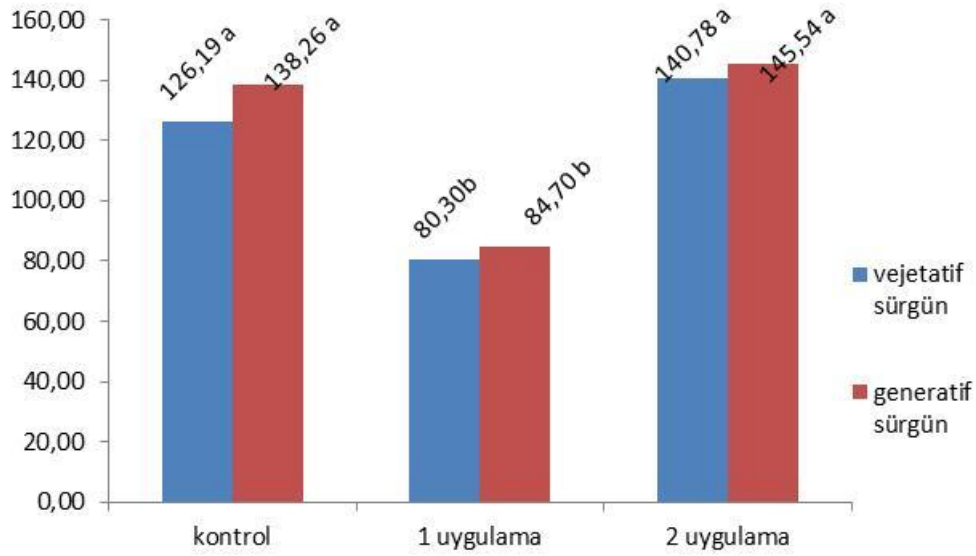
2.7 İstatiksel veri analizi

Denemede verilerin ortalamalarının hesaplanmasında ve grafiklerinin çizilmesi için "Microsoft Office XP Excel" programı kullanılmıştır. İstatistikî analizler SPSS 20.0 paket programında değerlendirilirken ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçların, istatistiksel değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Yapraklarda klorofil ve karotenoid içerikleri

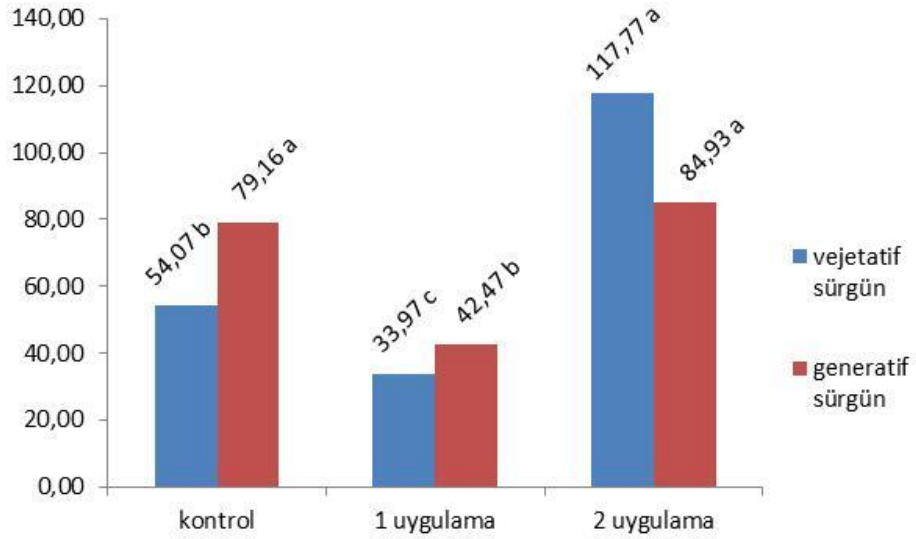
Araştırmada dışsal TRP uygulamasının klorofil a içerikleri incelendiğinde vejetatif sürgünler üzerindeki etkisi önemli olurken generatif sürgünler üzerindeki etkisi çok önemli olmuştur. Denemede elde edilen sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Dışsal triptofan uygulamasının klorofil a içeriği üzerine etkisi

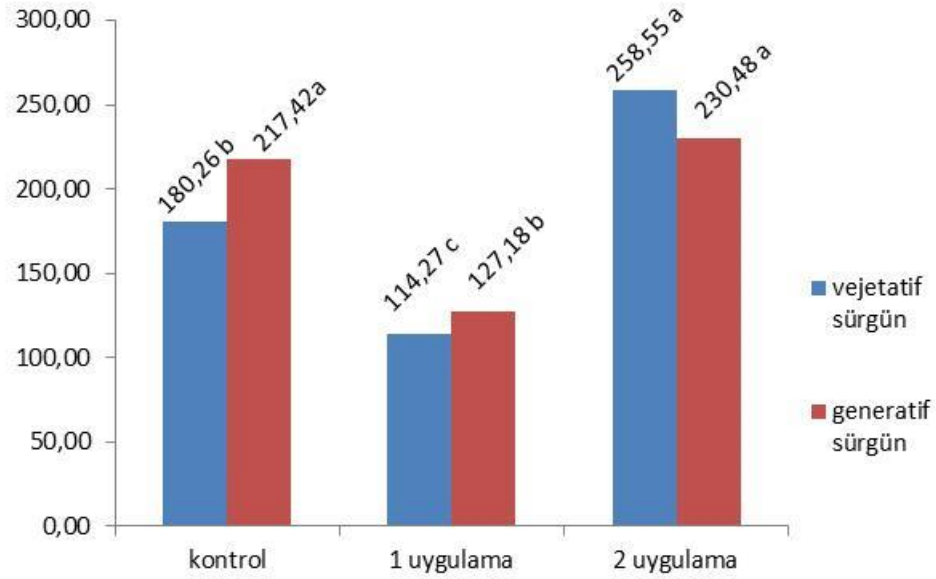
*Aynı renkli sütunlar kendi aralarında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada dışsal TRP uygulamasının klorofil b içeriklerine bakıldığında vejetatif ve generatif sürgünler üzerindeki etkisi çok önemli olduğu görülmüştür. Denemede elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir.



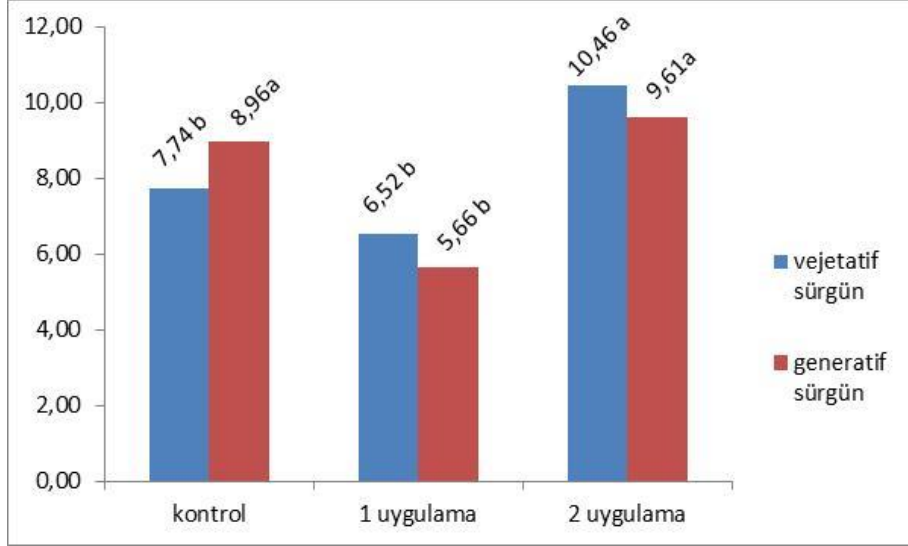
Şekil 2. Dışsal triptofan uygulamasının klorofil b içeriği üzerine etkisi
*Aynı renkli sütunlar kendi aralarında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada dışsal TRP uygulamasının toplam klorofil içeriklerine etkisi değerlendirildiğinde, vejetatif sürgünler üzerindeki etkisi çok önemli olurken generatif sürgünler üzerindeki etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Denemede elde edilen sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Dışsal triptofan uygulamasının toplam klorofil içeriği üzerine etkisi
*Aynı renkli sütunlar kendi aralarında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada TRP uygulamasının karotenoid içeriklerine incelendiğinde hem vejetatif hem de generatif sürgünler üzerindeki etkisinin çok önemli olduğu görülmüştür. Denemede elde edilen sonuçlar Şekil 4'te verilmiştir.

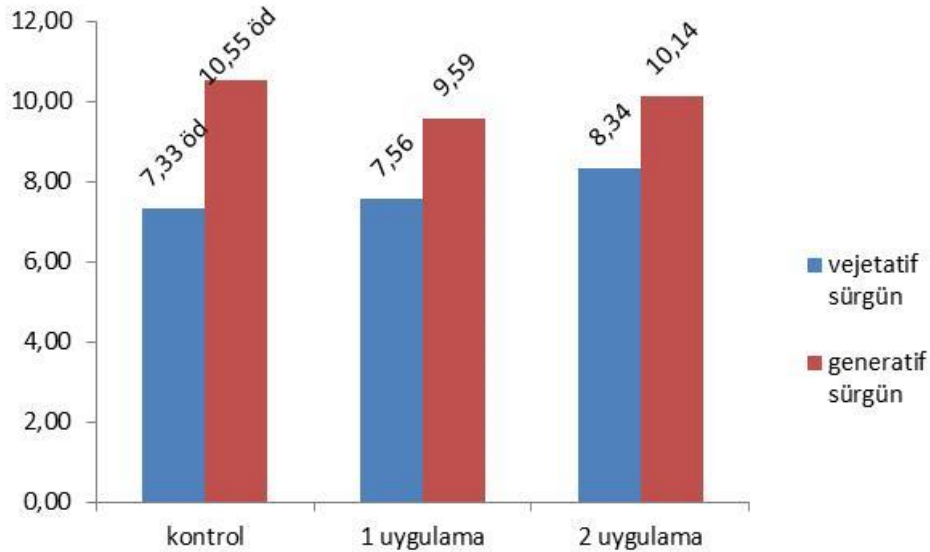


Şekil 4. Dışsal triptofan uygulamasının karotenoid içeriği üzerine etkisi
*Aynı renkli sütunlar kendi aralarında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Jamil ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada dışsal triptofan uygulamasının kırmızı biber bitkisinin verim ve kalitesinde önemli bir artış sağladığı ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada, bizim çalışmamızla benzer olarak, TRP uygulamasının kırmızı biber yapraklarındaki klorofil ve karotenoid içeriğini yükselttiği bildirilmiştir. Bununla birlikte elmada, mısırda, kanolada ve süs bitkisi olan *Philodendron erubescens* bitkisinde yapılan çalışmalarda dışsal TRP uygulamalarının klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içeriklerini arttırdığı bildirilmiştir (Abou Dahab ve Abd El-Aziz, 2006; Dawood ve Sadak, 2007; Rao ve ark., 2012; Mosa ve ark. 2021).

3.2 Yapraklarda MDA içerikleri

Çalışmada dışsal TRP uygulamasının MDA içeriklerine üzerine etkisi incelendiğinde hem vejetatif hem de generatif sürgünler üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Denemede elde edilen sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir.

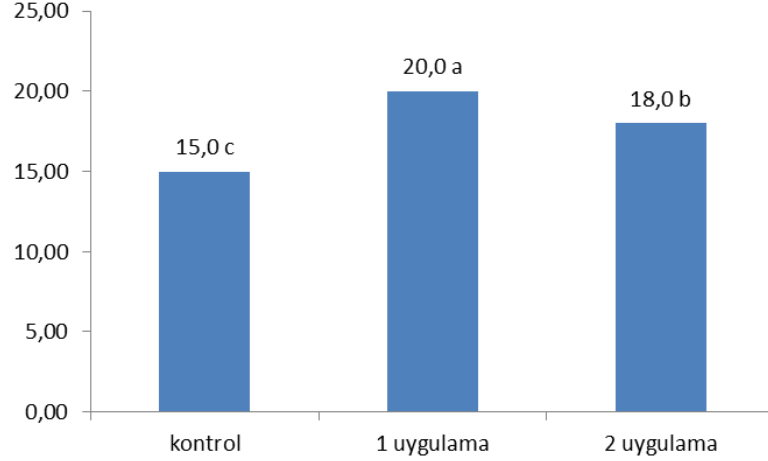


Şekil 5. Dışsal triptofan uygulamasının MDA içeriği üzerine etkisi
*Aynı renkli sütunlar kendi aralarında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Korkmaz ve ark. (2020) çalışmasında, çalışmamıza benzer olarak, dışsal TRP uygulamasının kırmızı biberin MDA içeriğinde önemli bir değişiklik olmadığını ifade etmiştir.

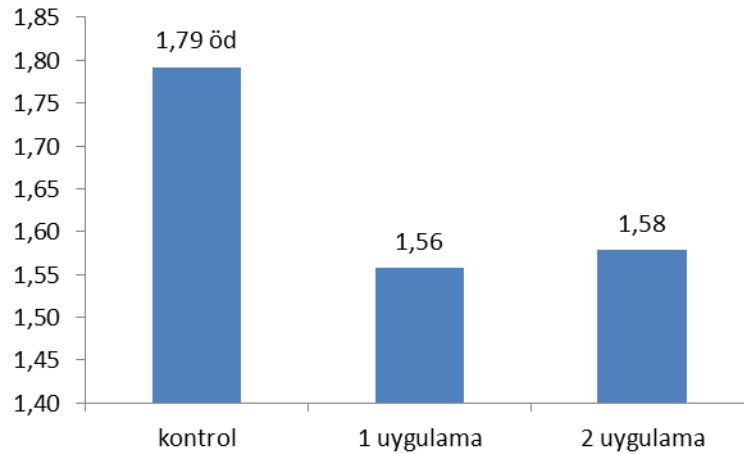
3.3 Meyvede SÇKM, titre edilebilir asit ve C vitamini içeriği

Denemede elde edilen verilere bakıldığında dışsal triptofan uygulamasının böğürtlen meyvelerinin SÇKM içerikleri üzerine etkisinin çok önemli olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler Şekil 6'da verilmiştir. En yüksek SÇKM içeriğini tomurcuk patlama döneminde yapılan tek uygulamadan elde edildiği belirlenmişse de her iki triptofan uygulamasının da SÇKM içeriğini sayısal olarak arttırdığı gözlenmiştir.



Şekil 6. Dışsal triptofan uygulamasının SÇKM içeriği üzerine etkisi

Araştırmadaki verilere bakıldığında dışsal triptofan uygulamasının böğürtlen meyvelerinin titre edilebilir asit içeriği üzerine etkisinin olmadığını tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 7'de verilmiştir. Yine de asitlik değerlerine bakıldığında sayısal olarak asitlik değerinin TRP uygulamaları ile düştüğü görülmektedir.

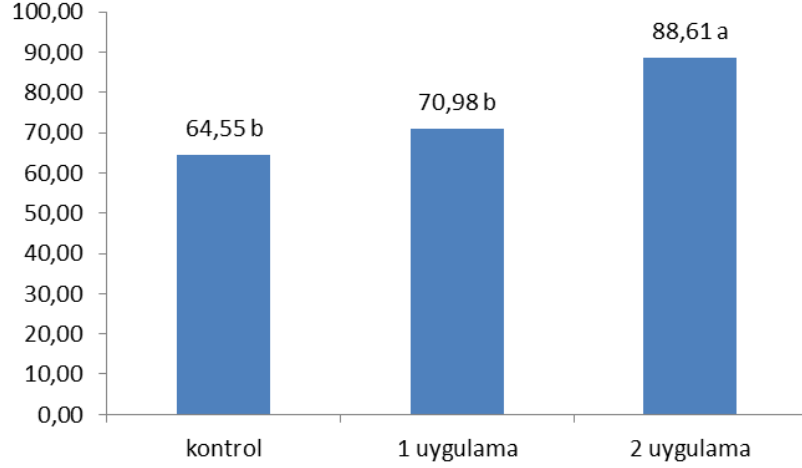


Şekil 7. Dışsal triptofan uygulamasının Titre edilebilir asit içeriği üzerine etkisi

“Anna” elma çeşidi (*Malus domestica* L. Borkh) ile yapılan bir çalışmada, çalışmamıza benzer olarak, dışsal TRP uygulamasının SÇKM içeriğini arttırdığı, titre edilebilir asitlik miktarını ise azalttığı ifade edilmiştir (Mosa ve ark. 2021).

Çalışma sonunda elde edilen verilere bakıldığında dışsal triptofan uygulamasının böğürtlen meyvelerinin C vitamini içerikleri üzerine etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler Şekil 8'de verilmiştir. En yüksek C vitamini içeriğini tomurcukların patlama ve çiçeklenme

döneminde yapılan iki uygulamadan elde edildiği belirlenmişse de her iki triptofan uygulamasının sayısal olarak C vitamini içeriğini arttırdığı görülmektedir.



Şekil 8. Dışsal triptofan uygulamasının C vitamini içeriği üzerine etkisi

Balcı ve Keles (2019), yaptıkları böğürtlen adaptasyon çalışmasında, Bursa-1 böğürtlen çeşidinin SÇKM, titre edilebilir asitliği ve C vitamini kalite kriterlerini incelemiştir. 4 farklı böğürtlen çeşidinin incelendiği çalışmada, Bursa-1 çeşidi en düşük SÇKM (%11.0) ve C vitamini (29.34 mg/ 100 g) içeriğine, en yüksek asitlik değerine (%1.37) sahip çeşit olmuştur. Khan ve ark. (2019), marul bitkisinde dışsal TRP uygulamasının SÇKM miktarını arttırdığını, C vitamini içeriğinde ise bizim çalışmamızdan farklı olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

4. Sonuç

Sonuç olarak yapılan çalışma karasal iklim kuşağında yetiştirilen böğürtlen bitkisine dışsal TRP uygulamasının bazı biyokimyasal parametrelerine ve meyve kalite kriterlerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Elde ettiğimiz veriler incelendiğinde 50 ppm triptofan dozu dışında farklı dozların da kullanılarak daha fazla biyokimyasal ve kalite kriteri analizlerinin yapılması ile en uygun doz tespit edilmelidir. Böğürtlen üzerine yapılan dışsal triptofan uygulamaları ile ilgili herhangi bir literatüre rastlanılmadığından dolayı daha etkin doz çalışmaları ve daha kapsamlı arazi çalışmaları yapılmasının ileriki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abou Dahab, T.A.M., Abd El-Aziz, N.G. (2006). Physiological Effect of Diphenylamin and Tryptophan on The Growth and Chemical Constituents of *Philodendron Erubescens* Plants. *World J. Agric. Sci*, 2(1), 75-81.
- Ağaoğlu, Y.S. (2006). Türkiye’de Üzümsü Meyvelerin Bugünkü Durumu ve Geleceği. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Sayfa:1-7. Tokat
- Anonim (2023). Triptofan nedir? Faydaları nelerdir? Eksikliği ve tedavisi. <https://www.medikalakademi.com.tr/triptofan-nedir-faydaları-nelerdir-eksikligi-ve-tedavisi>, Erişim Tarihi: 25.05.2023.
- Arnao M.B., Hernandez-Ruiz J. (2014). Melatonin: Plant Growth Regulator and/ or Biostimulator During Stress? *Trends in Plant Science*, 19:789-797.
- Balcı, G., Keles, H. (2019). Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Yozgat Ekolojisinde Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 45-52.
- Dawood, M.G., Sadak, M.S. (2007). Physiological Response of Canola Plants (*Brassica napus* L.) to Tryptophan or Benzyladenine. *Lucrari Stiintifice*, 50(9), 198-207.

- Demirsoy, L., Demirsoy, H., Bilgener, Ş., Öztürk, A., Ersoy, B., Çelikel, G., Balçı, G. (2006). Samsun'da Yapılan Böğürtlen Çeşit Adaptasyon Çalışmaları. II. *Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat*, 237–243.
- Eroğlu, Z., Gerçekçioğlu, R. (2006). İki Ürün Veren Bazı Ahududu (*Rubus idaeus* L.) Çeşitlerinin Tokat Koşullarındaki Performansları. II. *Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat*, 244–249.
- Eyduran, S.P., Eyduran, E., Khawar, K.M., Agaoglu, Y.S. (2008). Adaptation of Eight American Blackberry (*Rubus fruticosus* L.) Cultivars for Central Anatolia. *African Journal of Biotechnology*, 7(15): 2600–2604.
- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E.G., Cicek, N. (2007). Salicylic Acid Induced Changes on Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress and Mineral Nutrition in Maize (*Zea mays* L.) Grown Under Salinity. *Journal of Plant Physiology*, 164(6), 728-736.
- Jamil, M., Kharal, M.A., Ahmad, M., Abbasi, G.H., Nazli, F., Hussain, A., Akhtar, M.F.U.Z. (2018). Inducing Salinity Tolerance in Red Pepper (*Capsicum annum* L.) Through Exogenous Application of Proline and L-tryptophan. *Soil Environ*, 37(2), 160-168.
- Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Sallam, B. N., Wang, H., Jiang, W. (2019). Exogenous Application of Amino Acids Improves The Growth and Yield of Lettuce by Enhancing Photosynthetic Assimilation and Nutrient Availability. *Agronomy*, 9(5), 266.
- Kılıç, O., Çopur, U.Ö., Görtay, Ş. (1991). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Uygulama Kılavuzu. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları*.
- Kirk, J.T.O., Allen, R.L. (1965). Dependence of Chloroplast Pigment Synthesis on Protein Synthesis: Effect of Actidione. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 21(6), 523-530.
- Korkmaz, A., Gerekli, A., Yakupoğlu, G., Karaca, A., Köklü, Ş. (2020). Seed Treatment with Tryptophan Improves Germination and Emergence of Pepper Under Salinity Stress. *Acta Hort.* 1273. ISHS 2020. DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1273.57 XXX IHC – Proc. VIII Int. Symp. on Seed, Transplant and Stand Establishment of Horticultural Crops, 441-448.
- Meister, A. (1965). The Role of Amino Acids in Nutrition. *Biochemistry of the Amino Acids*. Academic Press, Inc., New York. 2nd edition. 1: 201-230.
- Mosa, W.F., Ali, H.M., Abdelsalam, N.R. (2021). The Utilization of Tryptophan and Glycine Amino Acids as Safe Alternatives to Chemical Fertilizers in Apple Orchards. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 1983-1991.
- Öztürk, M.E., Ayhan, N.Y. (2020). Triptofan ve Sağlık. *Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Dergisi*, 3(3), 406-414.
- Rao, S. R., Qayyum, A., Razzaq, A., Ahmad, M., Mahmood, I., Sher, A. (2012). Role of Foliar Application of Salicylic Acid and L-Tryptophan in Drought Tolerance of Maize. *J. Anim. Plant Sci*, 22(3), 768-772.
- Reyes Carmona, J., Yousef, G.G., Martínez Peniche, R.A., Lila, M.A. (2005). Antioxidant Capacity of Fruit Extracts of Blackberry (*Rubus* sp.) Produced in Different Climatic Regions. *Journal of Food Science*, 70(7): 497–503.
- Sellappan, S., Akoh, C.C., Krewer, G. (2002). Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Georgia Grown Blueberries and Blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(8): 2432-2438.
- Tosun, İ. ve Yüksel, S. (2003). Üzümsü Meyvelerin Antioksidan Kapasitesi. *Gıda*, 28(3).
- Yakupoğlu G., Köklü Ş., Korkmaz A. (2018). Phytomelatonin and Its Roles in Plants. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 21(2):264-276.
- Zhang, J. H., Huang, W.D., Liu, Y.P., Pan, Q.H. (2005). Effects of Temperature Acclimation Pretreatment on The Ultrastructure of Mesophyll Cells in Young Grape Plants (*Vitis vinifera* L. Cv. Jingxiu) Under Cross-Temperature Stresses. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47(8), 959-970.
- Zheng, W., Wang, S.Y. (2003). Oxygen Radical Absorbing Capacity of Phenolics in Blueberries, Cranberries, Chokeberries, and Lingonberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:502–509.



Araştırma Makalesi/Research Article

Meriç Deltası Milli Parkı Topraklarının Geçirgenlik Durumlarının Tespiti ve K Faktörünün Belirlenmesi

Hüseyin SARI^{1,*}, Gökben TOPAL²

^{1,2}Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Tekirdağ/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-8903-5618>, ²<https://orcid.org/0009-0007-8031-4198>

*Sorumlu Yazar e-mail: hsari@nku.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 14.04.2023

Kabul: 06.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1283211

Anahtar Kelimeler

Delta,
Erozyon,
Geçirgenlik,
Meriç,
Toprak

Öz: Bu araştırma, Edirne ili Enez ilçesi sınırlarında bulunan Meriç Deltası Milli Parkında yapılmıştır. Meriç Deltası, doğal güzellikleri, yaban hayatı ve tarım arazileri ile ünlü bir milli parktır. Çok çeşitli ekosistemleri bir arada barındıran delta alanı, birçok kuş türüne ev sahipliği yaptığı gibi yaban hayatı koruma alanı olarak da kabul edilir. Ayrıca yoğun tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği bu alan, ziraat bakımından da önemlidir. Ancak, Meriç Deltası, insan faaliyetleri nedeniyle bazı tehditlerle karşı karşıyadır. Özellikle, tarım arazilerinin aşırı sulanması ve nehirdeki barajların neden olduğu düzensiz su akışı gibi faktörler, delta ekosistemini olumsuz etkileyebilir. Yapılan çalışmada delta içerisinde 30 nokta belirlenmiş ve 29 noktadan 3 derinlikte, 1 noktadan ise 2 derinlikte olmak üzere, toplam 89 örnek alınarak hidrolik iletkenlik analizleri yapılmış ve K faktörü hesaplanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda K faktörünün hesaplandığı sınıflar; 14 noktada "orta derecede aşınabilir toprak", 13 noktada "az aşınabilir toprak", 2 noktada "çok az aşınabilir toprak", 1 noktada ise "kuvvetli derecede aşınabilir toprak" olarak belirlenmiştir.

Atf Künyesi: Sarı H. ve Topal G. (2023). Meriç Deltası Milli Parkı Topraklarının Geçirgenlik Durumlarının Tespiti ve K Faktörünün Belirlenmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 41-48. **How To Cite:** Sarı H. and Topal G. (2023). Determination of Permeability Status of Soils around the Meriç Delta and Determination of K Factor, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 2(1), 41-48.

Determination of Permeability Status of Soils around The Meriç Delta and Determination of K Factor

Article Info

Received: 14.04.2023

Accepted: 06.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1283211

Abstract: This research was conducted in the Meriç Delta National Park, located in the bordering Enez District of Edirne Province. Meriç Delta is a national park famous for its natural beauty, wildlife and agricultural land. The delta area, which is home to a wide variety of ecosystems, is home to many bird species and is also considered a wildlife sanctuary. It is also an area of intensive agricultural activity. However, the Evros Delta faces a number of threats from human activities. In particular, factors such as

Keywords

Delta,
Erosion,
Permeability,
Meriç,
Soil

excessive irrigation of agricultural land and irregular water flow caused by dams in the river can have a negative impact on the delta's ecosystem. In this study, 30 points in the delta were identified and a total of 89 samples were taken from 29 points at 3 depths and 1 point at 2 depths, and hydraulic conductivity analyses were carried out and the K factor calculated. As a result of the study, the classes for which the K-factor was calculated were identified as "moderately erodible soil" at 14 points, "slightly erodible soil" at 13 points, "very slightly erodible soil" at 2 points and "highly erodible soil" at 1 point.

1.Giriş

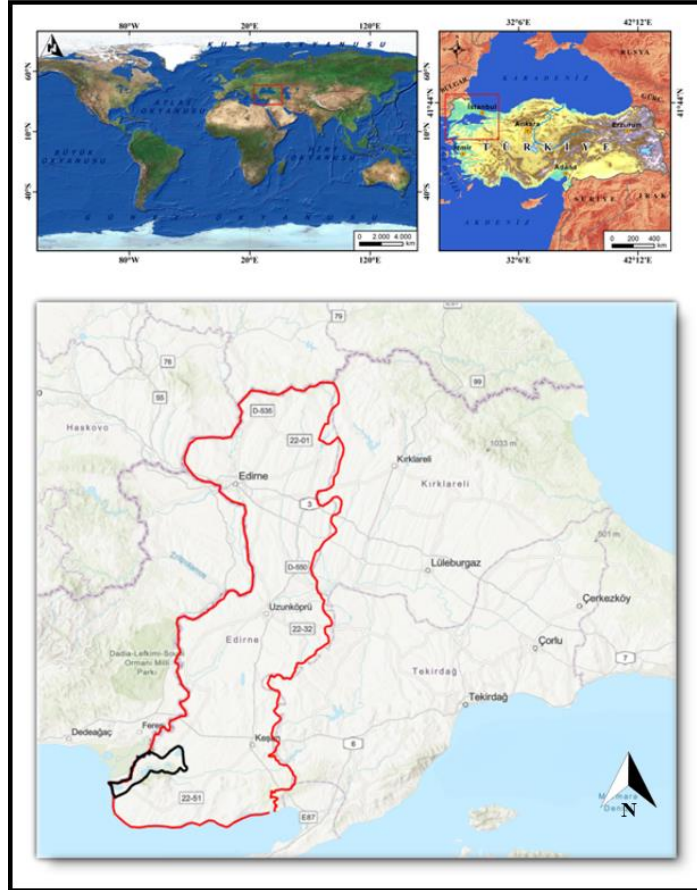
Toprak; organik ya da inorganik, katı, sıvı ve gaz oranlarının duruma ve yere göre değiştiği, dinamik, canlı ve üç boyutlu hayvan bitki ve mikroorganizmaların hayat bulduğu doğal bir ortam şeklinde tanımlanmıştır (Altınbaş ve ark., 2008). Erozyon, malzemenin bir yüzeyden ayrılması ve taşınmasıdır. Aşındırıcı veya itici güçler direnç güçlerini aştığında gerçekleşir. Erozyon, toprak malzemesinin erozyon ajanları tarafından ayrılması ve taşınmasıdır (Ellison, 1946). Ülkemiz için olduğu kadar tüm dünya için de ulusal rezervlerimizi tehdit eden en büyük ekolojik sorunlardan biri erozyondur. Türkiye, yüksek erozyon etkisi altında olan ve çoğunlukla çölleşen Güney Batı / Orta Asya- Kuzey Afrika bölgesinde yer almaktadır. Erozyon nedeniyle ülkemizde 26 havzada yapılan sediment ölçümlerine göre denizlere, barajlara ve göllere taşınan toprak miktarı yaklaşık 500 milyon ton olarak tespit edilmiştir (Özel ve ark., 1998). Ülkemiz topraklarının %58,74'ünde şiddetli ve çok şiddetli erozyon görülmektedir. Geri kalan oranı %20,04'ünde ise orta düzeyde aşınım görülmektedir. Topraklarımızın özetle 4/5'inde oldukça yoğun ve etkili erozyon görülmektedir. Yalnızca işlemeli tarım yapılan araziler incelendiğinde bu toprakların %60'ında erozyonun ana sorun olduğu belirlenmiştir (Özdemir, 2002). Yerkabuğunu oluşturan toprakların özellikleri erozyona karşı direnç göstermede etkili olduğundan, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Özşahin, 2014; Ekinci, 2007; Erkal ve Yıldırım 2012). Toprağın aşınmaya duyarlılığı olan K Faktörü, birim erozyon indeksi için birim erozyon parselinden erişilen ortalama toprak kaybı olarak tanımlanmıştır (22.13 m uzunluğunda ve % 9 eğime sahip) (Wischmeier ve Mannering 1969). Özden ve Özden (1997) ise K faktörünü arazinin sahip olduğu toprak sınıflarının fiziki niteliklerine göre ayrışma ve taşınmaya karşı direncini ifade ettiğini söylemiştir. Toprağın aşındırmaya karşı direncini etkileyen faktörler toprağın strüktürü, bünyesi organik madde miktarı ve hidrolik geçirgenliğidir (Cebel ve ark., 2013). Doğan ve ark. (2000) yaptıkları bir çalışmada, Türkiye genelinden aldıkları örneklerde büyük toprak grupları üzerinde çalışmış ve elde ettikleri K Faktörü ülke topraklarının orta ve kuvvetli aşamada aşınabilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır. İkiel ve ark. (2020) Trakya Yarımadası'nda yaptıkları erozyon çalışmasında, K faktörünün en yüksek yani aşınımın en fazla olduğu alanın yarımada'nın kuzeyinde ve güneybatısında bulunan Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarında bulunduğunu, bu durumun erozyona olan duyarlılığını arttırdığını belirtmişlerdir. Aşkın ve ark. (2016) Ordu ili Altınordu ilçesinde yaptıkları araştırmada, alanın K faktörüne göre erozyona belli bir dereceye kadar dayanıklı olduğu, ortalama sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda ilçeye ait topraklar düşük derecede aşınabilir olduğu nitelendirilmiştir.

K faktörü toprağın erozyon durumunu gösteren bir faktördür. K faktörü toprak türlerine ve mevsimlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Wischmeier ve Smith (1978) tarafından geliştirilen matematiksel formül ile K faktörü bulunmaktadır. Bu formülde toprağın tekstürü, organik maddesi, geçirgenlik ve strüktür değerleri de etkilidir.

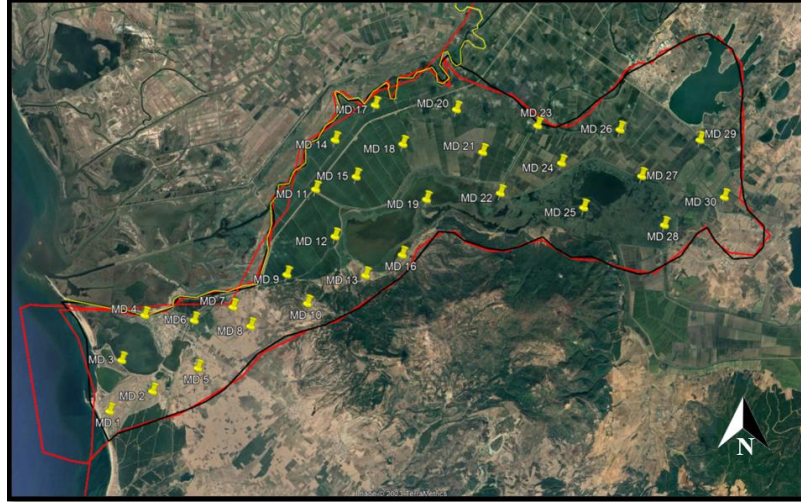
2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak belirlenen Meriç Deltası, Edirne ili Enez ve İpsala sınırları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1). Türkiye'nin en önemli sulak alan sistemlerinden biri olan Meriç Deltası; tatlı, tuzlu, yarı tuzlu ve karasal ekosistemleri bir arada barındırmaktadır. Meriç Nehri vadisinin aşağı kesimlerinde yer alan su basan ovada kıyı lagünleri, tatlı su gölleri ve killi topraklar üzerinde gelişmiş boylu bataklık bitki topluluklarını içerir (Özhatay, 2005). Ülkemizin tek sınır aşan sulak alan sistemi olan Meriç Deltası flora ve fauna açısından oldukça zengindir. Meriç Deltası, Eken ve ark. (2006) tarafından Türkiye'nin Önemli Doğa Alanlarından biri olarak seçilmiştir.

Çalışma alanında ızgara yöntemi ile 30 adet örnek noktası belirlenmiş ve toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma alanı haritası



Şekil 2. Örnek noktalarını gösteren Google Earth haritası

Örnekler laboratuvarında analize hazır hale getirilmiş ve alınan toprak örneklerinde tekstür (Tane büyüklüğü dağılımı); Bouyoucos hidrometre metoduna göre saptanmıştır (Bouyoucos, 1953). Tekstür sınıflarının isimlendirilmelerinde tekstür üçgeninden faydalanılmıştır (Anonim, 1993). Organik madde Smith-Weldon Metodu ile (Sağlam 2008), hidrolik iletkenlik ise Darcy Yasası yöntemine göre belirlenmiştir (Tüzüner, 1990). Sabit Su Seviyeli Permeabilite Cihazı; bir hidrolik yük altında belirli kalınlıktaki bir toprak sütununun gözeneklerinden birim zamanda hacim olarak geçen suyun ölçülmesi metodunun temel prensiplerini oluşturur (Tüzüner, 1990). Laboratuvarında her örneğin bir ucu dairesel bir tülbent parçası ile kapatılmıştır. Tülbent lastik bir bant ile silindir gövdesine gergin bir şekilde bağlanmıştır. Örnek bir leğen içerisine yerleştirilerek ve üst seviye hizasına kadar su ile doldurulmuştur. Toprak örnekleri 16 saat veya daha uzun süre suda bekletilerek su ile doymuş hale gelmesi sağlanmıştır (Demiralay, 1993). Darcy Yasası ile analizleri yapılmış örneklerde bulunan değerlere göre K faktörü hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar ile tüm verilerin dağılım haritaları ArcGis Pro versiyonunda Kriging metoduyla yapılmıştır (Anonim, 2009).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanına ait topraklarda yapılan analizlerde tekstür sınıfları genelde kil olmakla birlikte birkaç profilde siltli killi tın, kumlu killi tın, kumlu kil ve tın tekstür sınıfları belirlenmiş ve Tablo 1’de verilmiştir.

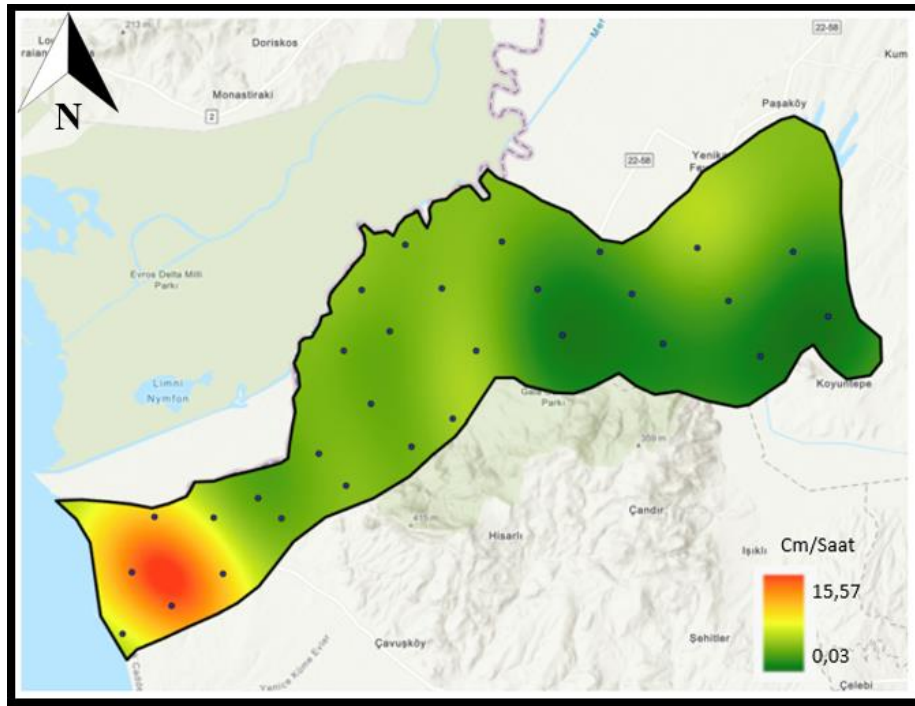
Tablo 1. Toprakların analiz sonuçları

ÖRNEK ADI	TEKSTÜR SINIFI	ORGANİK MADDE %	HİDROLİK İLETKENLİK cm/saat	SINIFLAMA	STRÜKTÜR KODU	GEÇİRİMLİLİK SINIFI	K FAKTÖRÜ	K FAKTÖR SINIFI
MD 01	C	0,51	0,10	Çok yavaş	1	6	0,12	Orta derecede aşınabilir
MD 02	SL	1,54	2,11	Orta	3	2	0,06	Az aşınabilir
MD 03	S	2,43	15,57	Hızlı	3	1	0,00	Çok az aşınabilir
MD 04	C	5,61	0,41	Çok yavaş	1	6	0,10	Orta derecede aşınabilir
MD 05	SL	1,52	3,68	Orta	3	2	0,07	Az aşınabilir

MD 06	SC	1,57	0,23	Yavaş	1	6	0,10	Orta derecede aşınabilir
MD 07	C	2,2	0,10	Çok yavaş	1	6	0,09	Az aşınabilir
MD 08	C	1,01	0,15	Yavaş	1	6	0,07	Az aşınabilir
MD 09	SC	1,44	0,23	Yavaş	1	6	0,10	Orta derecede aşınabilir
MD 10	SCL	2,88	0,51	Orta yavaş	2	4	0,04	Çok az aşınabilir
MD 11	C	2,68	0,18	Yavaş	1	6	0,12	Orta derecede aşınabilir
MD 12	CL	2,27	0,33	Yavaş	2	4	0,12	Orta derecede aşınabilir
MD 13	C	2,02	0,08	Çok yavaş	1	6	0,09	Az aşınabilir
MD 14	C	4,8	0,79	Orta yavaş	1	6	0,07	Az aşınabilir
MD 15	C	1,52	0,08	Çok yavaş	1	6	0,11	Orta derecede aşınabilir
MD 16	CL	4,55	0,94	Orta yavaş	2	4	0,11	Orta derecede aşınabilir
MD 17	C	4,72	0,18	Yavaş	1	6	0,09	Az aşınabilir
MD 18	SiCL	1,77	0,38	Yavaş	2	4	0,23	Kuvvetli derecede aşınabilir
MD 19	SiC	3,41	0,41	Yavaş	1	6	0,16	Orta derecede aşınabilir
MD 20	CL	2,83	0,25	Yavaş	2	4	0,18	Orta derecede aşınabilir
MD 21	C	1,64	0,15	Yavaş	1	6	0,15	Orta derecede aşınabilir
MD 22	C	1,34	0,03	Çok yavaş	1	6	0,08	Az aşınabilir
MD 23	CL	0,76	0,18	Yavaş	2	4	0,15	Orta derecede aşınabilir
MD 24	C	5,73	0,20	Yavaş	1	6	0,08	Az aşınabilir
MD 25	C	2,02	0,05	Çok yavaş	1	6	0,06	Az aşınabilir
MD 26	CL	2,35	0,84	Orta yavaş	2	4	0,15	Orta derecede aşınabilir
MD 27	C	2,07	0,23	Yavaş	1	6	0,16	Orta derecede aşınabilir
MD 28	C	2,4	0,05	Çok yavaş	1	6	0,09	Az aşınabilir
MD 29	SC	0,88	0,20	Yavaş	1	6	0,09	Az aşınabilir
MD 30	C	0,43	0,03	Çok yavaş	1	6	0,09	Az aşınabilir

Toprakların erozyona uğramasında en önemli etken olan toprak tekstürü irdelendiğinde, örneklerdeki fraksiyonların dağılımı; kum %5 ile %99 arasında, kil %1 ile %80 arasında silt ise %1 ile %50 arasında değişmektedir.

Organik madde miktarları %0,43 ile %5,73 arasında değişmektedir. Bilindiği üzere topraklardaki organik madde agregat stabiliteyi, toprağın erozyona duyarlılıkları ve su tutma kapasitesi bakımından en önemli etkenlerden biridir. Meriç nehrinin kenarına denk gelen noktalarda yüksek diğer noktalarda ise az ve çok az sınıfında yer almaktadır. Hidrolik iletkenlik durumları beklenen şekilde killi topraklarda çok yavaş kumlu topraklara doğru hızlı olarak belirlenmiştir. Toprakların pH'ı 5,96 ile 8,71 arasında değişmektedir. Birkaç noktada hafif asit iken çoğu noktada pH alkali düzeyde olup bu durum erozyona uğrama riskini artırmaktadır. Hidrolik iletkenliğe ait Kriging metodu ile yapılmış dağılım haritası Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Hidrolik iletkenlik değerlerine ait Kriging metodu ile yapılmış dağılım haritası

Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilerek stabiliteyi artırılması toprakta hidrolik iletkenliğin artmasına ve su iletiminin düzelmesine neden olur. Buna bağlı olarak da suyun bitkiye yararlılığı artmaktadır. Bu durumda toprakta meydana gelen rüzgâr ve su erozyonu en aza indirilebilmektedir (Munsuz, 1973). Özellikle denize yakın olan yerde kum miktarı da arttığından dolayı hidrolik iletkenlik değerleri de hızlı ve orta olarak belirlenmiştir. Meriç nehrine yakın yerlerde genelde yavaş olup alanın güney doğusuna doğru artan kil miktarına bağlı olarak çok yavaş olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmada örnek alınan 30 nokta toprak aşınım faktörü (K) 2 noktada çok az, 13 noktada az, 14 noktada orta ve 1 noktada kuvvetli aşınabilir olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanına ait hesaplanan K faktörüne ait Kriging metoduna göre yapılmış dağılım haritası Şekil 4'te verilmiştir.

- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D. T. ve Lise, Y. (2006). Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları, Doğa Derneği, Ankara.
- Ekinci, D. (2007). Estimating of Soil Erosion in Lake Durusu Basin Using Revised USLE 3D With GIS. Çantay Press, İstanbul.
- Ellison, W. D. (1946). Soil Detachment and Transportation. Soil Conservation, 11: 179.
- İkiel, C., Ustaoglu, B. ve Koç, D. E. (2020). Trakya'nın Erozyon Duyarlılık Analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (4), 1-14.
- Munsuz, N. (1973). Toprak Islah Edici Sentetik Maddelerin Toprak Su Diffüzivitesine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 523.
- Özdemir, N. (2002). Toprak ve Su Koruma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, No: 22, Samsun.
- Özden, Ş. ve Özden, M. (1997). Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli. TURTEM, Başbakanlık Türkiye Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Yayınları, Ankara.
- Özel, M. (1998). Dalaman Basin Erosion Mapping Pilot Project With Satellites. TUBITAK, Kocaeli, Turkey.
- Özhatay, N., Byfield, A. ve Atay, S. (2005). Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları, WWF Türkiye, İstanbul.
- Sağlam, M. T. (2008). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 189. Yardımcı Ders Kitabı No: 5. Tekirdağ.
- Tüzüner, A. (1990). Toprak ve Su Analizleri Laboratuvarları El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Wischmeier, W.H. ve Smith., D.D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses- a Guide to Conservation, Agricultural Handbook 537. Planning, Science and Education Administration. US Dep. of Agriculture, Washington, DC, USA. 58 P.
- Wischmeier, W.H., Mannering., J.V. (1969). Relation of Soil Properties to Its Erodibility. Soil Science Society of America Proceedings, 33: 131–137.



Araştırma Makalesi/ Research Article

Mezleme Islahı ile Halfeti Gülünün (*R. odorata Louis XIV*) Islah Performansının Belirlenmesi

Ezgi DOĞAN MERAL^{1*}, Tuğba KILIÇ², Soner KAZAZ³

¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl Türkiye

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye

³Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-0854-7134>, ²<https://orcid.org/0000-0002-0528-7552>, ³<https://orcid.org/0000-0002-6644-9690>

*Sorumlu Yazar: ezgidogan@bingol.edu.tr

Makale Tarihi

Geliş: 07.06.2023

Kabul: 09.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1310595

Anahtar Kelimeler

Halfeti gülü, Karagül, mezleme, Tohum tutumu, Meyve oluşumu, Polen çimlenmesi, Kesme gül

Öz: Mezleme yoluyla gül ıslahında başarıyı etkileyen en önemli faktörlerin başında ebeveyn seçimi gelmektedir. Güllerin ploidi seviyesi, polen kalitesi, meyve oluşumu, meyve başına tohum sayısı ve tohum çimlenme oranı ıslahçının ıslah başarısını belirlemektedir. Bu çalışma mezleme ıslahında ana ebeveyn olarak kullanılan Halfeti gülünün (*R. odorata Louis XIV*) ıslah performansını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Baba ebeveyn olarak altı ticari gül çeşidi (Inferno, Moonlight, Tineke, Black Baccara, Lady Rose, Speelwark) kullanılmıştır. Polen canlılık ve çimlenme oranları, meyve tutum oranı, meyve başına tohum sayısı, tohum ve meyve ağırlığı, tohum çimlenme oranı gibi parametreler incelenmiştir. Ticari kesme güllerde polen çimlenme oranı %7.82 ile %23.55 arasında değişmiştir. En yüksek polen çimlenme oranı sırasıyla Tineke ve Black Baccara çeşitlerinde gözlenmiştir. Kombinasyonların meyve tutumu oranı %63.75, meyve başına düşen tohum sayısı 5.05 ve tohum çimlenme oranı %31.21 olarak belirlenmiştir. PCA ve Heatmap analizlerine göre, Halfeti x Speelwark, Halfeti x Black Baccara ve Halfeti, x Lady Rose en başarılı kombinasyon olarak belirlenmiştir. Halfeti Gülü, gül ıslah çalışmalarında meyve tutum oranı ve tohum çimlenme oranı bakımından genel ortalamaya yakın değerler sergilemiştir. Gül ıslahı çalışmaları içerisinde yer alan parametreler, Halfeti gülünün ana ebeveyn olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Atıf Künyesi: Doğan Meral E., Kılıç, T., Kazaz, S. 2023. Mezleme Islahı ile Halfeti Gülünün (*R. odorata Louis XIV*) Islah Performansının Belirlenmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 49-57. **How To Cite:** Doğan Meral E., Kılıç, T., Kazaz, S. 2023. Determination of Breeding Performance on Halfeti Rose (*R. odorata Louis XIV*) In Crossbreeding, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 2(1), 49-57.

Determination of Breeding Performance on Halfeti Rose (*R. odorata* Louis XIV) In Crossbreeding

Article Info

Received: 07.06.2023

Accepted: 09.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1310595

Keywords

Halfeti rose, Black Rose, Hybridization, Seed set, Fruit set, Pollen germination, Cut rose

Abstract: One of the factors influencing rose crossbreeding success is parental selection. The success rate of a breeder is influenced by factors such as ploidy level, pollen quality, seed number per fruit, and seed germination rate, which indicate parental productivity. This study was conducted to determine the productivity of Halfeti Rose (*Rosa odorata* Louis XIV) as a seed parent and its compatibility with the commercial rose varieties in terms of combination. Six commercial-cut roses (Inferno, Moonlight, Tineke, Black Baccara, Lady Rose, Speelwark) were used as pollen parents. Fruit set rate, seed number per fruit, seed and fruit weight, seed germination rate, and pollen germination rate were recorded. Among the commercial-cut roses, the pollen germination rate ranged from 7.82% to 23.55%. The highest pollen germination rate was observed in the Tineke and Black Baccara varieties, respectively. The fruit set rate of combinations where Halfeti Rose was used as the seed parent was determined as 63.75%, the number of seeds per fruit was 5.05, and the seed germination rate was 31.21%. Based on PCA and Heatmap analysis, Halfeti x Speelwark, Halfeti x Black Baccara, and Halfeti, x Lady Rose were found to be the most successful combinations. Halfeti Rose exhibited values close to the overall average in terms of fruit set rate and seed germination rate among rose breeding studies. The parameters mentioned in studies on rose breeding show that the Halfeti rose has the potential to be used as a seed parent.

1. Introduction

Turkey is an important gene center for the rose (*Rosa L.*) genus. Approximately 25% of the roses, which spread over a wide range of altitudes such as 0 to 3000 m, are native to Turkey. Anatolia is inhabited by many different varieties of wild roses, making it challenging to categorize them properly. The flowers of some rose species such as *R. gallica*, *R. damascena* and *R. alba* have been used in the production of rose oil and rose water for a long time in Anatolia. The fruits of some other species (rosehip) have economic value and are also used for medicinal purposes (Ercisli, 2005; Korkmaz and Özçelik, 2015).

R. odorata species has recently been used in the production of domestic needs such as jam and rose water. This genotype, often known as an "old garden rose," is typically planted for dry rose and rose water manufacturing (Özçelik, 2013). *R. odorata* 'Louis XIV' species, known as 'Halfeti Rose' or 'Black Rose', is a fragrant landscape rose with large flowers, usually single, with a white line in the middle of the petals, dark as buds, and the color of the anthocyanin pigment decreases with the effect of temperature after the flowers open (Baytop, 2001; Özden, 2013; Özçelik, 2018; Özçelik and Koca, 2021). Halfeti Rose, which is the cultivar of this species, is identified with the Halfeti district of Şanlıurfa province because it takes the darkest color in the ecological conditions of this region (Özden, 2013).

In addition to the millions of roses grown in parks, gardens, or pots each year, a large number of cut roses are also used for commercial purposes. Every year, the market is presented with hundreds of different rose varieties by keeping consumer demand front and center. Only if the

desired characteristic is present in the breeding gene pool, breeding can be considered for a specific aim. As a result, preserving genetic resources and providing access to them is a necessary first step.

Breeders and growers prefer to utilize the most fertile parents as seed or pollen donors (Zlesak, 2006). Especially the high rate of fertility as a pollen parent of fragrant rose species such as *Rosa damascena*, *Rosa centifolia* and *Rosa odorata* increased their uses as important genotypes in breeding programs (Dogan et al., 2020). However, there is currently limited knowledge regarding their productivity when used as seed parents. The present study aimed to make crosses between *R. odorata* 'Louis XIV', which is known as Halfeti rose, as a seed parent and some *Rosa x hybrida* varieties as a pollen parent to evaluate the productivity as a seed parent and determine the compatibility with commercial roses as combinations.

2. Material and Method

The present study was carried out on 15 May 2019 to 30 April 2020 in the rose breeding greenhouse, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara-Turkey. Halfeti Rose was used as a seed parent in the study, and six different commercial cut roses (Inferno, Moonlight, Tineke, Black Baccara, Lady Rose, and Speel Work) were used as pollen parents. Halfeti Rose and the cut flower varieties were obtained from the rose breeding greenhouse. All varieties of plants received similar quantities of irrigation, and the content of the nutrient solution applied to the plants was given as in Mercurio (2007).

The genotypes of roses utilized as parents have core DNA levels that range from 2.34 to 2.47 pg/2C (Table 1). All of the parents were tetraploids ($2n=4x=28$) when chromosome counts were performed using the traditional approach to correlate the parents' nuclear DNA contents and ploidy levels (Kazaz et al., 2022, unpublished data).

Table 1. Nuclear DNA contents and level of ploidy some Rose genotypes

Genotypes	DNA (pg/2C)	Level of ploidy
Halfeti Rose	2.44	$2n=4x=28$
Inferno	2.47	$2n=4x=28$
Moonlight	2.38	$2n=4x=28$
Tineke	2.36	$2n=4x=28$
Black Baccara	2.34	$2n=4x=28$
Lady Rose	2.39	$2n=4x=28$
Speelwark	2.42	$2n=4x=28$

* Ploidy levels of all species and cultivars were determined by using PARTEC (CyFlow Space) brand flow cytometry device in the Plant Genetics and Cytogenetics laboratory of Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops. Core DNA analyses were carried out using fresh leaf (full size and shape) tissues from plants. Ploidy levels were also confirmed by the classical method of chromosome counting (Tuna, 2016).

2.1. *In vitro* pollen viability and germination test

Blooms of pollen parents were harvested when they were between one-third and one-half open and immediately anthers were removed from the receptacles, and pollen was held for dusting at 24 °C and 60-65% humidity for 24 h. The IKI (iodized potassium iodide) test was used to determine the viability of pollen. For this purpose, IKI solution was prepared by dissolving 1 g of potassium iodide (IKI) and 0.5 g of iodine (I) with 100 ml of distilled water. After 1 drop of the solution was dropped on the slide, pollen was sprinkled on each drop and counted under the microscope after 5 m. Pollen grains dyed black and dark brown were considered "absolutely viable", pollen grains dyed orange, red or light brown were considered "semi-viable", and pollen grains stained yellow or appearing colorless were considered "non-viable" (Eti, 1990), and viable pollen rate calculated.

Pollen germination was conducted in Petri dishes using 20% sucrose and 10 ppm boric acid in 1% agar media with four replications at 24 °C and 60 % humidity. A brush was used to evenly apply pollen to the medium. Under a light microscope, the pollen germination rate was determined after the 8-hour incubation period. A pollen tube was determined to have germinated when its length was at least 1.5 times the pollen's diameter with a light microscope (x 100) and 300 pollen was calculated for each field.

2.2 Hybridization

In the hybridization stage, when the flowers blooms were opened at a rate of 50%-60%, the petals were removed by hand and anthers were taken in order to prevent self-fertilization, emasculation was performed. The emasculation process was carried out 1 d before pollination, and immediately after emasculation, the top of the stigma was covered with a paper bag. When the flowers of the varieties selected as the male parents at the same time with the seed parent's emasculation opened 1/2-1/3, the petals were removed and the anthers were taken and placed in glass Petri dishes. Anthers were kept in a climate cabinet at +24°C and 60% humidity without closing the petri dish overnight. Pollination was carried out by applying the pollen to the stigma of the plants to be used as the seed parent with the help of a brush. After dusting, the top of the flower was insulated with a light-transmitting paper bag, and the paper bag was removed 4 d after dusting. Along with the dusting process, labeling was done after each dusting. In November 2019, mature fruits (hips) were gathered and the seeds were taken out of the fruits. In order to break dormancy and promote germination, seeds were placed moistened peat at 4°C for 4–12 weeks of cold stratification. After the stratification, the seed was sown in a mixture of peat and perlite (1:1)

Data collection: Data on fruit set rate (%), seed number per fruit, seed set rate, fruit weight (g), seed weight (mg) and seed germination rate were calculated for each cross starting with cross-pollination.

Data analysis: IBM SPSS Statistics version 20.0 software was used for conducting the statistical analysis. The data were subjected to angular transformation before performing an analysis of variance (ANOVA).

To assess mean differences, Duncan's test was employed with a significance level of $p \leq 0.05$. Additionally, a heat map was generated to visualize hierarchical clustering, and the values for each combination were standardized. Principal component analysis (PCA) was also conducted, and a biplot was created using XLSTAT to provide a more accurate approximation of the relationships among the traits and combinations, surpassing the coefficient of correlation.

3. Results

3.1. *In vitro* pollen viability and pollen germination rate

In this study, where the quality characteristics of pollen were examined, the pollen viability rate (%) showed statistically significant differences ($p < 0.05$). The pollen viability rate of the varieties ranged from 52.76% to 58.92% (Table 2).

In the study, the difference between pollen germination rates of some cut rose cultivars ($p < 0.05$) was found to be statistically significant. The Tineke variety had the highest pollen germination rate (23.55%), while the Inferno had the lowest rate (7.82%) (Table 2).

Table 2. Pollen viability and pollen germination rate of some cut rose cultivars

Genotypes	Pollen viability rate (%)	Pollen germination rate (%)
Inferno	31.03 c	7.82 d
Moonlight	10.69 d	12.85 bc
Tineke	32.97 c	23.55 a
Black Baccara	47.75 b	19.76 ab

Lady Rose	35.70 bc	11.57 cd
Speelwark	63.31 a	15.98 bc

(p<0.05)

3.2 Crossability index of combinations

In the study, the combination of Halfeti x Blak Baccara (100%) produced the most fruit (hip) development. Halfeti x Speelwark (78.57%) and Halfeti x Inferno (67.24%) came in second and third, respectively, this combination. Halfeti x Moonlight was found to have the lowest fruit set (20%). The Halfeti x Speelwark hybrid produced the maximum seed per fruit. This combination was followed by the Halfeti x Lady Rose with 7.0 seeds and the Halfeti x Black Baccara combinations with 6.35 seeds, respectively, while Halfeti x Moonlight (1.50) was shown to have the fewest seeds per fruit (Table 3). In the study, the average fruit weight ranged between 2.36 g (Halfeti x Inferno) to 4.35 g (Halfeti x Speelwark), and the average seed weight changed from 68.58 mg (Halfeti x Speelwark) to 133.45 mg (Halfeti x Tineke). Halfeti x Inferno hybrid combination had the highest seed germination rate of 39.27%, while the Halfeti x Moonlight hybrid combination had the lowest seed germination rate of 20% (Table 3).

Table 3. Fruit set rate, seed set rate, seed number per fruit, and seed germination rate of combinations

Combination	FSR (%)	SNpF (pcs/fruit)	FW (g)	SW (mg)	SGR (%)
Halfeti x Inferno	67.24 c	2.67 cd	2.36 c	85.52 b	39.27 a
Halfeti x Moonlight	20.00 e	1.50 d	2.82 bc	132.78 a	20.00 e
Halfeti x Tineke	66.67 c	3.63 c	2.64 bc	133.45 a	30.00 d
Halfeti x Black Baccara	100.0 a	6.35 b	3.40 ab	74.76 b	29.69 d
Halfeti x Lady Rose	50.00 d	7.00 b	3.88 a	77.16 b	32.63 c
Halfeti x Speelwark	78.57 b	9.18 a	4.35 a	68.58 b	35.64 b
Avarage	63.75	5.05	3.24	95.38	31.21

(p<0.05), FST: Fruit set rate, SNpF: Seed Number per Fruit, FW: Fruit weight, SW: Seed weight, SGR: seed germination rate

Principal component analysis (PCA) was carried out and a biplot was established for a better approximation than the coefficient of correlation to describe the crossability success. Given an eigenvalue larger than 1, the first (F1), second (F2), and third (F3) principal components accounted for 54.88%, 23.57%, and 17.73% of the total variation, totaling 96.18%. The PCA-biplot results indicated a positive correlation among the pollen germination rate, fruit set rate, seed number per fruit, and fruit weight because they were placed on the same side and had similar vector lengths. Seed weight and seed germination rate had a negative correlation. According to the PCA analysis, the combinations, in order from the most successful to the least: Halfeti x Speelwark > Halfeti x Black Baccara > Halfeti x Lady Rose > Halfeti x Inferno > Halfeti x Tineke > Halfeti x Moonlight olarak sıralanabilir(Figure 1).

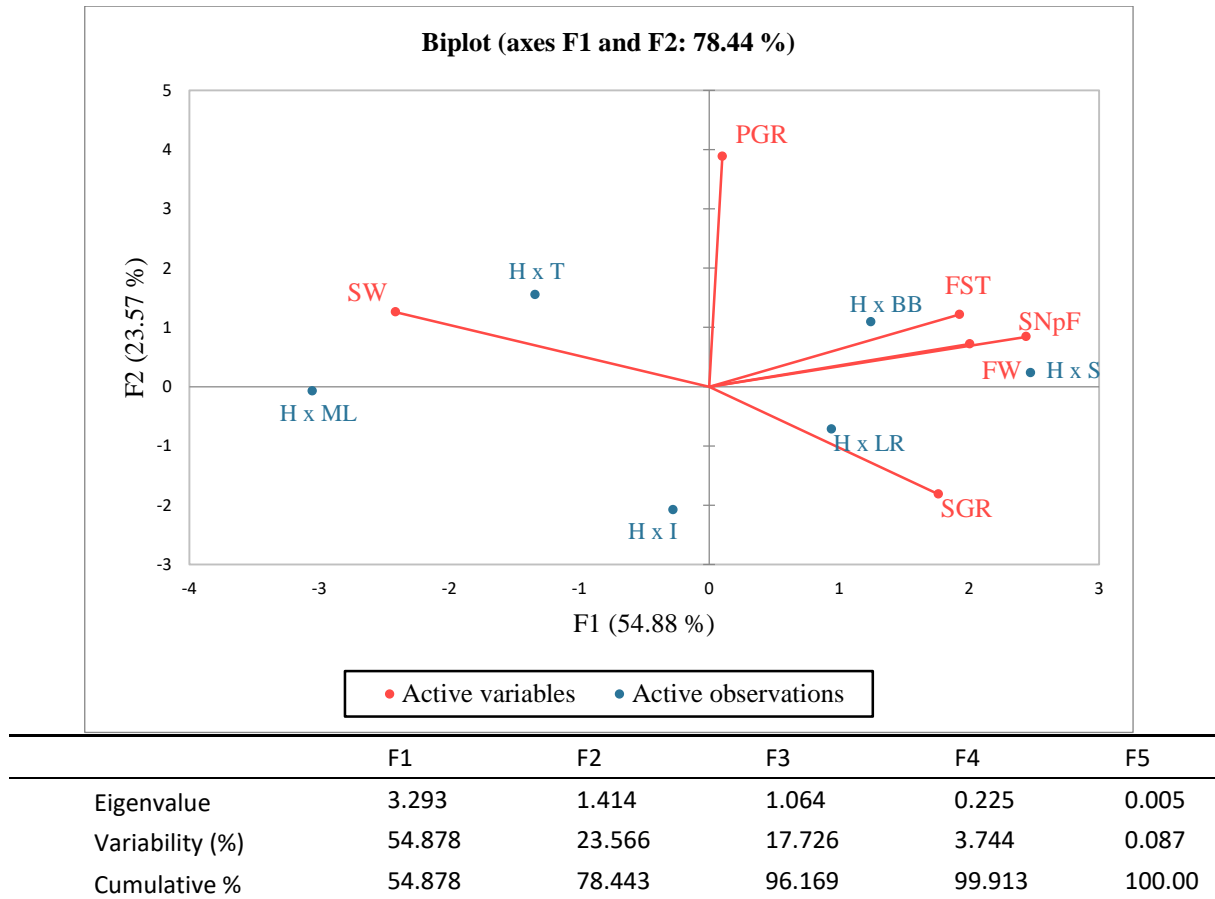


Figure 1. Eigenvalues for principal components, and PCA-biplot of cross combinations and examined parameters. ML: Moonlight, H: Halfeti Rose, LR: Lady Rose, I: Inferno, S: Speelwark, BB: Black Baccara, T: Tineke; FST: Fruit set rate, SNpF: Seed Number per Fruit, FW: Fruit weight, SW: Seed weight, SGR: seed germination rate

Heat map analysis based on the crossability indexes of different cross combinations divided the examined parameters into two main groups. Seed weight and pollen germination rate were included in the 1st major group. The 2nd major group was divided into two subgroups. The first subgroup included the number of seeds per fruit and the fruit weight, while the second subgroup included the fruit set rate and seed germination rate. Combinations were divided into 2 main groups and 1 main group included Halfeti x Moonlight and Halfeti x Tineke combinations. The two main groups were divided into 2 subgroups and the 1st subgroup included the Halfeti x Inferno combination, while the 2nd subgroup included Halfeti x Black Baccara, Halfeti x Lady Rose, and Halfeti x Speelwark. The combinations of Halfeti x Black Baccara, Halfeti x Lady Rose, and Halfeti x Speelwark were good combinations in terms of seed germination rate, fruit set, fruit weight, and the average number of seeds per fruit. The combinations of Halfeti x Moonlight and Halfeti x Tineke stood out in terms of seed weight and pollen germination rate. Similar to the PCA results, it was determined that Halfeti x Moonlight was the combination with the lowest success in terms of other characteristics except for seed weight, and Halfeti x Speelwark was the most successful combination in general in terms of other characteristics except seed weight.

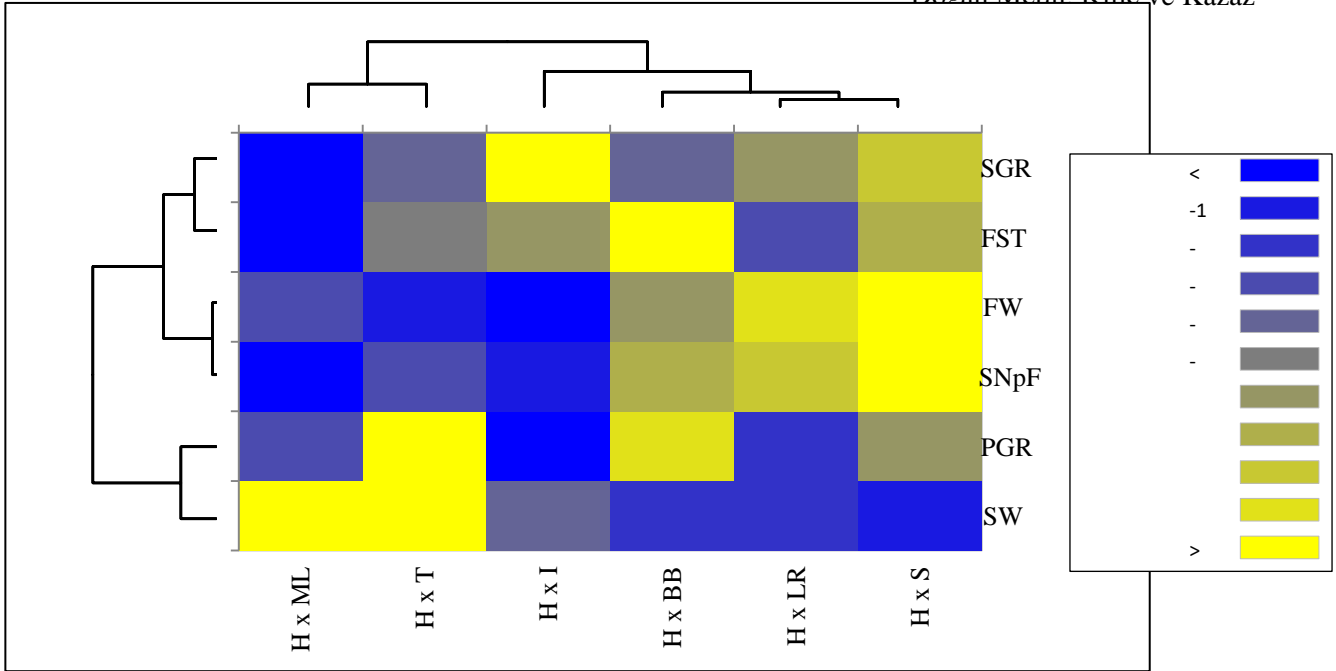


Figure 2. Hierarchical clustering heat map of the examined parameters for each of the cross combinations. The color-coded scale indicates an increase from blue to yellow ML: Moonlight, H: Halfeti Rose, LR: Lady Rose, I: Inferno, S: Speelwark, BB: Black Baccara, T: Tineke

4. Discussion

A modern hybrid rose varieties are the product of breeders' tenacious efforts over a long period of time. Due to the fact that modern hybrid rose types can manifest as triploids and tetraploids, cross-breeding can also cause changes at the ploidy level (Rout et al., 1999). The likelihood of seeds and viable embryos developing successfully decreases as the number of chromosomes rises. In this study, it was determined that ploidy levels would not have an effect on obtaining sterile seeds, because all parents have same ploidy level. According to Spethmann and Feuerhahn (2003), rose breeders often perform suitable crosses between tetraploid roses (garden and cut-flower roses). Between *R. damascena* and *R. gallica*, as well as between *R. centifolia* and *R. rugosa*, successful cross-breeding has been accomplished. Better pollinators are continuously needed by rose breeders for cross-breeding. The rate of successful cross-pollination increases even though there are many phases involved in developing a new cultivar, from pollination to seed development and ultimately seed germination. Because male parent pollen grains are more viable and have a higher rate of germination. The highest pollen viability rate was Speelwark, while the highest pollen germination rate was Tineke in the study. Chemical and biological techniques resulted in variations in each cultivar's viability. Chemical approaches did not show similarities with biological methods, according to research by Parfitt and Ganeshan (1989). Although immature pollen can be chemically colored, there is typically a linear link between pollen viability and germination rate (Martins et al., 2017). Therefore, compared to biological approaches, higher viability levels can be observed. Similarly, some researchers have claimed that variations in pollen viability and germination in parents account for the number of seeds per fruit (Visser et al., 1977; de Vries and Dubois, 1987; Gudin and Arene, 1992; Zlesak et al., 2007). One factor in the development of fruits following pollination is the quality of the pollen. The development of rose hips at the seed parent is positively correlated with the pollen fertility of the pollination parent. The included species determines the extent of the association. Pollen described as fertile in the literature has a germination ability of over 25% (Spethmann and Feuerhahn, 2003). Accordingly, although all pollen donors showed low fertility, the combinations produced a very successful fruit set rate (except the Halfeti x Moonlight hybrid combination). In this case, it can be said that the Halfeti rose, which is used in hybrid combinations, shows very fertile properties and increases the success of fruit and seed formation. Combination of Halfeti and Moonlight could not produce well-formed fruits and seeds. Incompatibility in hybrid combinations, dormancy, irregular meiotic divisions, weak zygote, and embryo forms, differences in

the fertility of the types employed as the main parents, or an accumulation of deleterious alleles could all be contributing factors in this circumstance. (Anderson and Byrne, 2007; Dogan, 2022, Meral et al., 2022). The number of seeds obtained as a result of pollination with paternal parents with high pollen germination rate; a combination with a paternal parent with a lower pollen germination rate than a lower seed count is thought to indicate incompatibility. In general, the number of fruits in the ranges specified in rose breeding studies and the seed germination rate show that the Halfeti rose has the potential to be used as a seed parent. The rather low average seed number is thought to be due to the generally low stigma number of the Halfeti rose. In addition, it is thought that more seeds can be obtained with more productive and more compatible paternal parents. Love et al. (2016) stated that the receptivity of parents and compatibility greatly affect the success of crossbreeding. Falque et al. (1995) reported that there is a strong relationship between the amount of pollen applied to the stigma and the number of fruit sets and seeds. In addition, it has been stated that there is a parallel relationship between the stigma diameter and fruit-bearing capacity of roses and the average number of seeds per fruit set and fruit (Atram et al., 2015). It has been reported that *R. noisettiana* achieves approximately 100% fruit set as a result of the crossing of the parent, 10 different pollen donors with different pollen viability and germination, and it has been reported that the fertile parent increases the breeding success in breeding studies (Doğan, 2022). The variation in achene count between genotypes and the dormancy trait of roses with hard seed coats may be the causes of the observed variations in seed germination rates in the study. These features prevent the germination of seeds and reduce success by reducing genetic variation (Zlesak, 2006). Additionally, the presence of abscisic acid (ABA) in the pericarp of rose seeds inhibits germination (Bo et al., 1993). Rose seed germination rates have been recorded to range from 0 to 100% by Grossi and Jay (2002), 15.4% to 37.1% by Pipino et al. (2011), 0% to 93.40% by Abdolmohammadi et al. (2014), and 10.6% to 62% by Ueckert (2014). In our study, germination rates were between 20-39.27% and showed similar results with related studies.

5. Conclusion

In this study, which was carried out to evaluate the effect of the use of Halfeti rose by crossbreeding breeding method on breeding performance, although the fertility of the paternal parents used in the combinations created was low, the success of the crossing breeding increased due to the fertile property of the Halfeti rose used as the seed parent. The Halfeti rose has the potential to be utilized as a seed parent, as evidenced by the number of fruits that fall within the ranges described in studies on rose breeding and the seed germination rate. Considering that resistance to diseases and pests is one of the key goals of breeding, using naturally occurring species from the area in breeding programs is crucial for the next generation and also this can be advantageous because it increases the genetic material of potential.

Acknowledgments

The author is thankful to Prof. Dr. Metin TUNA for contribution to ploidy levels of present study.

References

- Abdolmohammadi, M., Jafarkhani, K.M., Zakizadeh, H. and Hamidoghli, Y. (2014). In Vitro Embryo Germination and Interploidy Hybridization of Rose (*Rosa* Sp). *Euphytica*, Springer. DOI 101007/S10681-014-1098-0.
- Anderson, N., Byrne, D.H. (2007). Methods For *Rosa* Germination. *Acta Hort.* 751:503-507.
- Atram, V. R., Panchabhai, D. M., Patil, S., Badge, S. (2015). Crossing Efficiency Studies in Hybrid Tea Rose Varieties. *The Bioscan*. 10(4):2019-2025
- Baytop, T. (2001). Türkiye’de eski bahçe gülleri. T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Yayın No, 2593, Sistem Ofset Basım Yayın Sanayi Ticaret Ltd. Şti. Ankara, 149.
- Bo, J., Huiru, D., Xiahon, Y. (1993). Shortening the hybridization breeding cycle of a rose- a study on mechanisms controlling achene dormancy. International Symposium on Cultivar Improvement of Horticultural Crops Part 3: Flowers, *Acta Horticulturae* 104:40-47.

- De Vries, D.P., Dubois, L.A.M. (1987). The Effect Of Temperature On Fruit Set, Seed Set and Seed Germination In 'Sonia' 9 'Hadley' Hybrid Tea-Rose Crosses. *Euphytica*. 36:117–120. Doi:10.1007/BF00730654
- Dogan, E., Kazaz, S., Kılıç, T., Dursun, H., Ünsal, H.T., Uran, M. (2020). A research on the Determination of the Performance *Rosa damascena* Mill. as Pollen Source in Rosa Breeding by Hybridization. *Journal of the Faculty of Agriculture. Special Issue*:194-201.
- Doğan, E. (2022). 'Melezleme yoluyla saksılı minyatür gül ıslahı'. Doktora Thessis. Ankara University, Institute of Science, 264 s. Turkey.
- Ercisli, S. (2005). Rose (*Rosa* spp.) germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52(6):787-795
- Eti, S. (1990). Çiçek Tozu Miktarını Belirlemede Kullanılan Pratik Bir Yöntem. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 5(4):49-58.
- Falque, M., Vincent, A., Vaissiere, B.E., & Eskes, A.B. (1995). Effect of pollination intensity on fruit and seed set in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Sexual Plant Reproduction*, 8(6), 354-360.
- Grossi, C., Jay, M. (2002). Chromosome Studies of Rose Cultivars: Application into Selection Process. *Acta Botanica Gallica*, 149(4), 405-413.
- Gudin, S., Arene, L. (1992). Putrescine Increases Effective Pollination Period In Roses. *Horttechnology*. 2:211–213
- Kazaz S, Karagüzel ÖT, Kaya AS, Erken S, Baydar H, Savaş Tuna G, Özçelik H. (2022). Development of fragrant cut rose varieties by cross-breeding method from rose species spreading in the flora of Turkey. TUBİTAK, Project No: 217O010. Unpublished data.
- Korkmaz, M., Özçelik, H. (2015). Türkiye güllerinin (*Rosa* L.) yöresel adları ve yetiştikleri yöreler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 19(1), 75-82.
- Love, J., Graham, S.W., Irwin, J.A., Asthon, P.A., Bretagnolle, F., & Abbott, R.J. (2016). Self-pollination, style length development and seed set in self-compatible Asteraceae: evidence from *Senecio vulgaris* L.. *Plant Ecology & Diversity*, 9(4), 371-379.
- Martins, E.S., Davide, L.M.C., Miranda, G.J., Barizon, J.O., Souza Junior, F., Carvalho, R.P. and Gonçalves, M.C (2017). In Vitro Pollen Viability of Maize Cultivars at Different Times of Collection. *C c a rural*. 47(2): 8p. ISSN: 1678-4596
- Meral, D. E., Kılıç, T., Kazaz, S. (2022). The Effect of Seed Parents Success in Cut Rose Breeding, Düzce University Faculty of Forestry, *Journal of Forestry*, 18(2): 461-471p.
- Mercurio, G. (2007). Cut rose cultivation around the world. Schreurs, 256, Holland.
- Özçelik, Ş. (2013). Türkiye'de meyve gülcülüğü açısından önemli gül (*Rosa* L.) türleri üzerinde araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Master thesis 171s.
- Özden, M.(2013). Halfeti Güllü siyah mıdır? Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü V. Süs Bitkileri Kongresi, 219-222.
- Parfitt, D.E. and Ganeshan, S. (1989). Comparison Of Procedures For Estimating Viability Of Prunus Polen. *Hortscience*. 24(2):354-356 pp.
- Pipino, L., Van Labeke, M.C., Mansuino, A., Scariot, V., Giovannini, A., Leus, L. (2011). Pollen morphology as fertility predictor in hybrid tea roses. *Euphytica*, 178:203-214.
- Rout, G.R., Samantaray, S. Mottley, J., Das, P. (1999). Biotechnology of the rose: a review of recent progress. *Sci. Hortic.*, 81:201-228.
- Spethmann, W., Feuerhahn, B. (2003). Genetics/species crosses Encyclopedia of rose science. Academic Press.
- Tuna, M. 2016. İv. Flow Sitometri ve Tarımsal Araştırmalarda Kullanımı Uygulamalı Eğitim Programı, Namık Kemal University Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 29-30 January 2016, Tekirdag.
- Ueckert, J.A. (2014). 'Understanding and Manipulating Polyploidy in Garden Roses'. Master Thesis, Texas A&M University, Plant Breeding, 92, America.
- Visser, T., de Vries, D. P., Scheurink, J.A.M. and Welles, G.W.H. (1977). Hybrid Tea-Rose Pollen I. Germination and Storage. *Euphytica*. 26:721-728. DOI:10.1007/BF00021697
- Zlesak, D.C. (2006). Rose. *Rosa* × *hybrida*, Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges, and Opportunities for the 21st Century, America: Springer.
- Zlesak, D.C., Zuzek, K., Hokanson, S.C. (2007). Rose Pollen Viability Over Time at Varying Storage Temperatures. *Acta Hort.* 751:337-343.



Araştırma Makalesi /Research Article

Bingöl Kenti Açık Yeşil Alanlarının Doğal Afetlere Hazırlık Durumları ve Leke Senaryoları

Alperen MERAL^{1*}, Rozelin KAYALI², Yeşim KABAY³, Yunus Emre AVCI⁴

^{1,2,3,4}Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 12000, Bingöl, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-6714-7187>, ²<https://orcid.org/0009-0000-5852-266X>,

³<https://orcid.org/0009-0006-3403-7671>, ⁴<https://orcid.org/0000-0002-8638-6391>

*Sorumlu Yazar e-mail: alperenmeral@bingol.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 09.06.2023

Kabul: 05.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1312201

Anahtar Kelimeler

Afet parkları,
Afet sonrası kullanım,
Doğal afetler,

Öz: Bingöl ili özellikle deprem, taşkın ve sel afetleri ile sıklıkla yüz yüze gelmektedir. Bu araştırma, afetler sonrası en çok kullanılan açık yeşil alanları konu edinmiş, seçilen alanların afet sonrası kullanılabilme durumlarını ve yapılabilecek iyileştirme çalışmalarını ele almıştır. Japonya’da kentsel afet önleme politikaları adı altında birçok büyük şehirde zorunlu kılınan bu yaklaşım, ülkemizde gerek uygulama gerekse akademik çalışmalarla desteklenmesi açısından başlangıç seviyesindedir. Bingöl ili gibi afetlerle sık sık karşılaşılan ve daha önce böyle bir çalışmanın yapılmadığı bir bölgede araştırmanın yapılmış olması araştırmayı özgün kılan başlıca nedenlerdendir. Doğu Anadolu Fay Hattı’nın ve depremlerin sıkça konuşulduğu ülkemizde bu çalışmanın yapılmış olması da ayrıca araştırmayı güncel kılmaktadır. Araştırma üç aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada seçilen açık yeşil alanlara kullanıcı memnuniyeti anketleri uygulanmış, ikinci aşamada yapılacak literatür taramaları ile afet sonrası açık yeşil alan kullanımları belirlenmiş ve anketlerle entegre edilmiş, üçüncü aşamada ise tasarım senaryoları geliştirilerek açık yeşil alanlarda yapılabilecek iyileştirmeler için leke çalışmaları yapılmıştır.

Atf Künyesi: Meral A., Kayalı R., Kabay Y. ve Avcı E. (2023). Bingöl Kenti Açık Yeşil Alanların Doğal Afete Hazırlık Durumları, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 58-72. **How To Cite:** Meral A., Kayalı R., Kabay Y. and Avcı E. (2023). Natural Disaster Preparedness and Design Scenarios of Open Green Areas in Bingöl Province, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences* 2(1), 58-72.

Natural Disaster Preparedness and Design Scenarios of Open Green Areas in Bingöl Province

Article Info

Received: 09.06.2023

Accepted: 05.07.2023

DOI: 10.59128/bojans.1312201

Abstract: Bingöl province is frequently faced with earthquake and flood disasters. This research focused on the most used open green areas after disasters, discussed the post-disaster usability of the selected areas and the improvement works that can be done. This approach, which is

Keywords

Disaster parks,
Natural hazards,
post-disaster use.

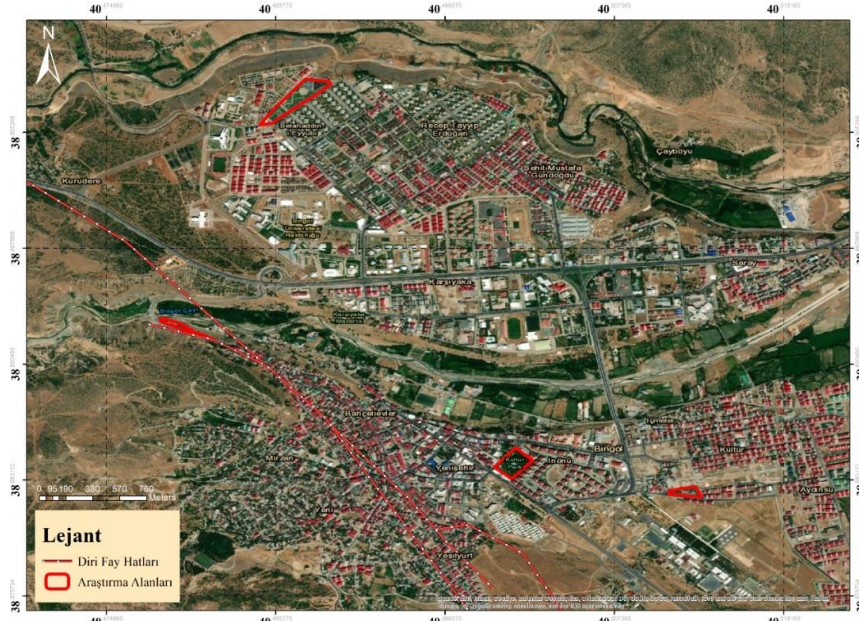
required in many big cities under the name of urban disaster prevention policies in Japan, is at the initial level in terms of supporting it with both practice and academic studies in our country. The fact that the research was conducted in a region such as Bingöl, where disasters are frequently encountered and where such a study has not been done before, is one of the main reasons that make the research unique. The fact that this study was carried out in our country, where the East Anatolian Fault Line and earthquakes are frequently spoken, also makes the research up-to-date. The research consisted of three stages. In the first stage, user satisfaction surveys were applied to the selected open green areas, in the second stage, the use of open green areas after the disaster was determined and integrated with the surveys, and in the third stage, design scenarios were developed and stain studies were carried out for the improvements that can be made in the open green areas.

1. Giriş

Afet, insanlar ve insan ürünü eserler üzerinde maddi ve manevi zararlara neden olan, gündelik yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurma veya kesintiye uğratma şeklinde toplumları etkileyen doğal, teknolojik ve insan kökenli olaylardır (Meral ve ark., 2021; Özşahin, 2013). Bu olaylar sonucunda birçok insan ölmüş veya yaralanmış, ciddi maddi ve manevi kayıplar yaşanmıştır. Yaşanan bu afetler içerisinde Türkiye'nin değişmez gerçeklerini oluşturan depremler, seller ve taşkınlar belirgin bir etkiye sahiptir (Ergünay, 2007; Saatçioğlu ve ark., 2001). Tektonik konumu nedeniyle Türkiye topraklarının büyük bölümü deprem riski altındadır. Türkiye'de büyüklüğü 5.5 ve üzeri deprem üretebilecek diri fay veya fay segment sayısının 485 olduğu belirtilmektedir (Duman, 2015). Bingöl deprem bölgesi, Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı ile İskenderun Körfezi-Batum (Kafkasya) arasında uzanan, sismik bakımdan aktif ikinci bir zonun kesişme alanının hemen güneyinde bulunmaktadır (Ergin, 1966; Milkereit ve ark., 2014). Tarihsel kayıtlardan elde edilen verilere göre, bu yöredeki depremler, kuzeyde Kiğı-Karlıova-Varto zonu içinde dağılmakta ve zaman zaman da güneye kaymakta, Bingöl ve çevresini sarsmaktadır (Meral ve ark., 2021; Seymen ve Aydın, 1972). 1971 yılından günümüze kadar Bingöl ilinde meydana gelen depremlerde toplam 11.129 bina hasar görmüştür (Doğangün, 2004; Kaplan ve ark., 2004; Meral ve ark., 2021), (Şekil 1, 2).



Şekil 1. 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi (URL 1).

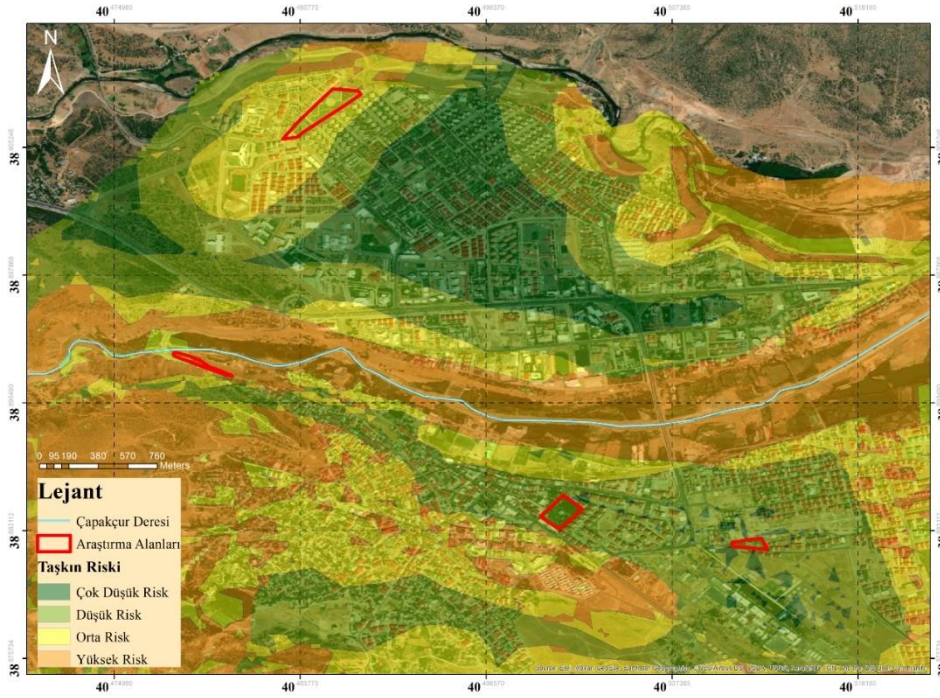


Şekil 2. Bingöl-Merkez yerleşiminin aktif fay hatları haritası (MTA, 2021).

Deprem riskinin yanı sıra Çapakçur Deresi havzasının çıkışında kurulu olan Bingöl kent merkezi taşkın riskine de maruz kalmaktadır. Bingöl geneli arazi yapısının engebeli ve eğimli olmasından dolayı zaman zaman sel ve taşkın olaylarıyla karşı karşıya kalmaktadır (Meral ve Eroğlu, 2021; Yüksel ve ark., 2020). 13 Nisan 2017 tarihinde Çapakçur Çayı'nda meydana gelen taşkında tersip bentleri ve çay üzerindeki sanat yapılarında önemli tahribatlar meydana gelmiştir. Yaşanan taşkında Çapakçur köprüsü yıkılırken, birçok ev ve araç zarar görmüş, 85 hayvan telef olmuştur (URL 2), (Şekil 3, 4).



Şekil 3. 2017 yılında Bingöl Merkez'de gerçekleşen taşkın zararları (Meral ve Eroğlu, 2021).



Şekil 4. Çapakçur Mikrohavzası çıkışı sel-taşkın riski haritası (Meral ve Eroğlu, 2021).

Tüm bu doğal afetler göz önüne alındığında açık yeşil alanlar kent dokusunda daha fazla önem kazanmaktadır. Kütle-mekan, fonksiyon-mekan ve ulaşılabilirlik-mekan konularının yer aldığı açık alanları yeterli düzeyde tasarlayan, afet sonrası açık yeşil alanların ve toplanma alanlarının ulaşılabilirliğini amaç edinen bir kentleşmenin, özelde kent kimliğine sadık ve yeşil altyapı olanaklarına hakim sağlıklı yapıların inşasına da neden olacağı unutulmamalıdır (Sütüncü ve Çorbacı, 2020; Çavuş, 2013).

Kamusal afet sonrası kullanım alanları, bir bölgede doğal afetlerden doğacak olumsuz koşullar sonucunda vatandaşların can güvenliğini korumak ve geliştirmek amacıyla afet önleme noktaları, sığınma alanları ve tahliye yolları olarak oluşturulan kent parkları ve yeşil alanlardır (Dingying ve Lanying, 2013). Bu alanların, afet sonrası kullanımlarda temelde üç aşamalı hedefleri vardır;

1. Vatandaşın can güvenliğinin sağlanması,
2. Vatandaşların mülkiyetlerinin güvence altına alınması,
3. Afet önleme ve tahliye için eksiksiz kentsel yeşil alan planlama stratejilerinin oluşturulması (Dingying ve Lanying, 2013).

Kentsel yeşil alanlar, herhangi bir afet anında, bir afet önleme merkezi olarak kullanılabilme ve geçici bir tahliye alanı, güvenli alan olarak halkın buraya transfer edilmesi ile orta-uzun vadeli barınma sürecinin tamamında yer alabilirler. Bu nedenle kent sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve afetten kaçınan nüfusun korunabilmesi amacıyla tasarlanmalıdır (Fei ve ark., 2020; Özyavuz ve ark., 2016; Opitz ve ark., 2016). Bu alanlar aynı zamanda her türlü afet önleme planlaması ve inşaatının lideri olarak göze çarpmaktadırlar (Wei ve ark., 2016). Kentsel yeşil alanların, doğal afetlerin sonrası düşünülerek planlanması, olası afetlerin meydana getireceği zararları azaltmak ve yaşanacak olumsuzlukların minimuma indirgenmesine yardımcı olurlar (Yu ve Gao, 2013).

Kentsel afet önleme planlaması, yalnızca kentin altyapı sorununu amaçlamadığından, kentin sosyal ekonomisi ve kalkınma stratejisi perspektifinde büyük bir rol oynar. Aynı zamanda kentin gelişimi için çok önemli bir güvenlik garantisi sağlarlar. Japonya'da kentsel afet önleme politikası büyük şehirlerin birçoğunda yönetmelikler tarafından zorunlu kılınmıştır. Planlanan kentsel açık yeşil alanların tasarım niteliğinden çok afet sonrası kullanımı ön planda tutmaktadır. Yapılan planlamalar savunulabilir bir alan oluşturmuyorsa veya sığınak görevi görebilecek nitelikte değilse bu tür

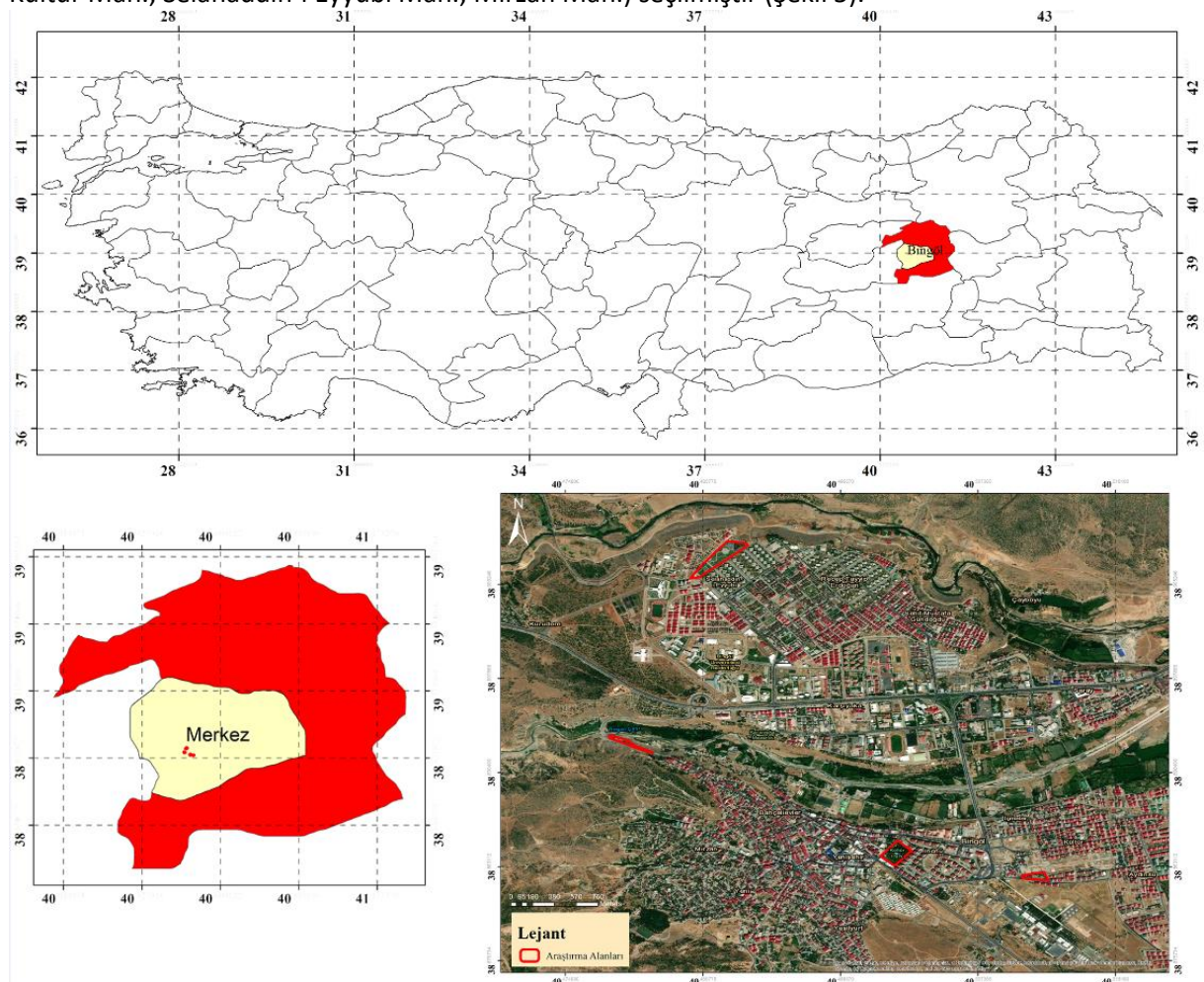
inşaatların başlamasına izin verilmemektedir (URL 3).

Türkiye’de İstanbul genelinde 6 adet deprem parkı bulunmaktadır (Marangoz, 2021). Bu parkların afetlerin yoğun olarak yaşanma potansiyeli olan diğer illerde de yaygınlaştırılması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada hem deprem hem de sel afetlerinden oldukça fazla etkilenen Bingöl ilinde, farklı 4 mahalleden yoğun olarak kullanılan parklar değerlendirmeye alınarak afet sonrası kullanımları araştırılmıştır. Araştırmanın ilk ayağında kullanıcı memnuniyetlerinin belirlenebilmesi için anket çalışmaları yapılmış, ikinci etapta deprem parkları kriterlerine göre parklar incelenmiş, üçüncü aşamada ise tüm bu veriler doğrultusunda leke senaryoları geliştirilerek araştırma sonuçlandırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Araştırma alanı olarak Bingöl ilinde nüfus yoğunlukları yüksek 4 farklı mahalleden (İnönü Mah., Kültür Mah., Selahaddin-i Eyyubi Mah., Mirzan Mah.) seçilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Araştırma Alanları (1: Kent Park, 2: Çapakçur Parkı, 3: Kültür Park, 4: Saidi Nursi Parkı)

2.2. Mevcut Durumun Belirlenmesi

Alanlar seçilirken hem nüfus yapısına, hem de afet sonrası kullanım yoğunluğu göz önüne alınarak seçim yapılmıştır. Kültür, Kent ve Saidi Nursi parkları deprem sonrası çabuk ulaşılabilecek alanlar iken, Çapakçur parkı ise olası bir taşkın-sel felaketi durumunda Aşağı Çarşı Mevkii'ndeki

kullanıcıların kolayca ulaşabilmeleri için sirkülasyon açısından elverişli olması alan seçiminde ön plana çıkmaktadır.

Projenin başlaması ile parklara gidilerek mevcut durumları ortaya konulmuştur. Parklarda var olan imkanlar ve eksiklikler tablo halinde belirlenerek araştırmaya dahil edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Seçilen parkların mevcut durumları (Çelik ve Ender (2016)'den güncellenmiştir)

İhtiyaç Listesi	Kent Park	Mehmet Çubukçı Parkı	Kültür Park	Sait Nursi Parkı	Deprem Sonrası Kullanım Tipi
İdari Bina	+	-	+		Kriz Merkezi
Deprem Simülasyon Alanı	-	-	-	-	Barınma Alanı
Kafeterya / Büfe	-	-	+	-	Yemekhane
Otopark	-	-	-	-	Otopark / Çadır Alanı
Helikopter Pisti	-	-	-	-	Helikopter Pisti / Çadır Alanı
Piknik Alanı	+	+	+	+	Yemekhane / Çadır Alanı
Tuvalet ve Lavabo	+	+	+	+	Tuvalet ve Lavabo
Çöp Toplama Alanı	+	+	-	+	Çöp Toplama Alanı
Konser / Festival Alanı / Amfi Tiyatro	+	-	+	-	Toplanma Alanı / Çadır Alanı
Spor Sahası	+	-	-	-	Sahra Hastanesi / Aşevi
Çeşme	+	+	+	-	Çeşme
Soyunma Odaları	-	-	-	-	Soyunma Odaları
Çocuk Oyun Alanları	+	+	+	+	Çocuk Oyun Alanları
Su Deposu	-	-	+	-	Su Deposu
Güneş Enerjisi	-	-	-	-	Güneş Enerjisi
Sağlık Odası / Tesisi	+	-	-	-	Tedavi Merkezi
Jeneratör Odası / Solar Aydınlatma	-	-	+	+	Jeneratör Odası / Solar Aydınlatma
Haberleşme Sistemi	-	-	-	-	Haberleşme
Patent-Kaykay Pisti	+	-	-	-	Yük Boşaltma Rampası
Süs Havuzu	-	-	+	-	Su Deposu, Yangın söndürme
Barbekü Alanı	+	+	-	-	Yemek Pişirme Alanı

Seçilen parklardaki mevcut durumlara bakıldığında parkların hiçbirinde deprem simülasyon alanı, otopark (yol kenarları kullanılmaktadır, park içerisinde otopark yoktur), helikopter pisti, soyunma odası, güneş enerji sistemleri (sıcak su, solar aydınlatmalar vb.) ve haberleşme sistemlerinin bulunmadığı belirlenmiştir. Parkların sadece birinde kafeterya/büfe gibi temel ihtiyaçların karşılanabileceği bir mekan mevcutken, yine sadece bir parkta spor sahalarının bulunduğu belirlenmiştir. Sağlık odası olarak sadece Kent Park'ta tesisin bulunduğu parkların, özellikle 6 Şubat depreminden sonra gördüğümüz kadarıyla, afete hazırlıklı olmadığı belirlenmiştir. Tamamı 2013 sonrası yapılan parklarda böyle senaryoların göz ardı edilmiş olması ve bugüne kadar böyle bir mevcut durum araştırmasının yapılmamış olması Bingöl ilinde çok büyük bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır (Şekil 6-9).



Şekil 6. Kent Park panoraması ve park içerisinde mekan örnekleri



Şekil 7. Mehmet Çubukçi Parkı panoraması ve park içerisinde mekan örnekleri





Ŗekil 8. Kültür Park panoraması ve park içerisinden mekan rnekleri



Ŗekil 9. Said Nursi Parkı panoraması ve park içerisinden mekan rnekleri

2.3. Anketlerin yapılması

Seçilen parklarda mevcut durum araŖtırmasının yapılmasının ardından anket alıŖmalarına baŖlanmıŖtır. Anket alıŖması yapılmasındaki temel amaç, deėiŖik kullanıcı profillerinin araŖtırmaya dahil edilerek, kullanıcı isteklerinin ne yönde deėiŖeceėinin tespit edilebilmesidir. Proje kapsamında seçilen parklardan Kentpark'ta 38, Kültür Parkı'nda 37, Mehmet ubuki Parkı'nda 36 ve Sait Nursi Parkı'nda 38 olmak üzere toplam 149 anket formu doldurulmuŖtur (Ŗekil 10).



Şekil 10. Anket çalışması görselleri**3. Bulgular**

Anketler sonucunda toplanan sonuçlar IBM SPSS İstatistik paket programında işlenerek araştırmaya dahil edilmiştir.

Yapılan anketlere katılımcıların demografik yapısına bakıldığında ankete katılan 62 kişinin (%41,61) erkek, 87 kişinin (%58,39) kadın olduğu, ağırlıklı yaş grubunun 18-24 olduğu (%55,70), 87 kişinin (%58,39) evli 61 kişinin (%40,94) bekar olduğu belirlenmiştir. Eğitim düzeylerine bakıldığında ankete katılanların çoğunluğunun (%34,90) lise mezunu olduğu, kullanıcı profiline bakıldığında katılımcılardan 57'sinin (%38,26) öğrenci, 35'inin (23,49) ev hanımı olduğu, yaşanılan yere bakıldığında 77 kişinin (%40,27) müstakil evde, 60 kişinin (%51,68) apartman dairesinde, 2 kişinin (%1,34) 2-3 katlı bahçeli evlerde, 10 kişinin (%6,71) ise henüz kentsel dönüşüme girmemiş eski deprem konutlarında yaşadığı tespit edilmiştir.

Katılımcıların 89'u (%59,73) insanlarla kurdukları iletişimden memnunken, 79 kişinin kendini (%53,02) yaşadığı çevreye ait hissettiği ortaya çıkmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Anket sonuçları değerlendirmesi (I. Kısım)

Soru	Yanıt	Kentpark	Kültür Parkı	Mehmet Çubukçı Parkı	Sait Nursi Parkı	Toplam	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	15	14	15	18	62	41,61
	Kadın	23	23	21	20	87	58,39
Yaş	18-24	22	21	20	20	83	55,70
	25-34	4	2	6	6	18	12,08
	35-44	6	8	5	6	25	16,78
	45-54	5	5	4	5	19	12,75
	55+	1	1	1	1	4	2,68
Medeni Hal	Bekar	23	21	22	22	87	58,39
	Evli	15	16	14	16	61	40,94
Eğitim Durumu	Okur Yazar Değil	1	1	1	1	4	2,68
	İlkokul/Ortaokul	11	10	9	9	39	26,17
	Lise	14	12	14	12	52	34,90
	Önlisans/Lisans	11	13	12	14	49	32,89
	Lisansüstü	2	1	0	1	2	1,34
Meslek	Yok	5	3	2	2	12	8,05
	Memur	3	6	4	6	19	12,75
	İşçi	4	2	2	2	10	6,71
	Öğrenci	14	13	16	14	57	38,26
	Emekli	1	1	1	1	4	2,68
	Ev Hanımı	9	9	8	9	35	23,49
	Serbest Meslek	2	3	3	4	12	8,05
Yaşanılan Yer	Apartment Dairesi	14	18	14	14	60	40,27
	Müstakil Ev	20	18	19	20	77	51,68
	2-3 Katlı Bahçeli Ev	1	0	0	1	2	1,34

	Geçici Konut	3	1	3	3	10	6,71
İnsanlarla kurulan iletişimden memnuniyet düzeyi	Memnunum	21	24	20	24	89	59,73
	Kararsızım	15	12	13	14	54	36,24
	Memnun Değilim	2	1	3	0	6	4,03
Yaşadığı çevreye aidiyet duygusu	Evet	22	19	19	19	79	53,02
	Hayır	11	17	16	15	59	39,60
	Kararsızım	5	1	1	4	11	7,38

Yapılan anketlerde 148 katılımcının 107'sinin (%72,30) yeşil alan aktivitelerini gerçekleştirmek için kamuya ait parkları kullandıkları tespit edilmiştir. Kullanıcılardan 110 kişinin (%74,32) ayda en az 1-3 kez aralığında yeşil alanları kullandığı belirlenmiştir. Bingöl halkının genel olarak oturma dinlenme ve arkadaşları ile buluşmak için kullandığı parklarda, yaşadıkları çevrenin de parklar sayesinde güzelleştiğini öngörmektedirler. Parklarda güvenlik zafiyetlerinin (güvenlik kulübesi, güvenlik görevlisi) olduğunu belirten katılımcılardan 66 kişinin (%44,59) parkların çevre güvenliğini arttırdığı görüşüne katılmamıştır. Park ve yeşil alanlardan memnuniyet kısmında çoğu katılımcının kararsız kaldığı araştırma alanında, 86 katılımcı (%58,11) yaşam kalitesi için park ve yeşil alanların çok önemli olduğu konusunda hemfikir olmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Anket sonuçları değerlendirmesi (II. Kısım)

Soru	Yanıt	Kentpark	Kültür Parkı	Mehmet Çubukçi Parkı	Sait Nursi Parkı	Toplam	Yüzde
Yeşil alan aktivitelerinin gerçekleşme yerleri	Kamuya ait parklar	30	24	27	26	107	72,30
	Özel işletmeli parklar	3	4	0	1	8	5,41
	Site veya konut bahçesi	2	4	5	5	16	10,81
	Şehir dışı	3	5	4	6	18	12,16
Son 1 yılda parkları kullanma sıklıkları	Haftada 1 kez	13	12	10	15	50	33,78
	Ayda 1-3 kez	16	15	16	13	60	40,54
	6 ayda 1-3 kez	4	4	4	5	17	11,49
	Yılda 1-3 kez	3	3	4	3	13	8,78
	Gitmedim	2	3	2	2	9	6,08
Parkta yapılan aktiviteler	Oturma dinlenme	9	19	15	12	55	37,16
	Tanıdıklarla buluşmak	10	6	11	7	34	22,97
	Yeni arkadaşlar edinmek	4	1	2	3	10	6,76
	Mangal yapmak	6	3	1	9	19	12,84
	Çocukları eğlendirmek	4	2	4	3	13	8,78
	Gazete kitap okumak	2	1	0	0	3	2,03
	Yürüyüş yapmak	3	3	3	2	11	7,43
Spor yapmak	0	2	0	2	4	2,70	
Parklar yaşadığımız çevreyi güzelleştiriyor	Katılıyorum	24	23	22	26	95	64,19
	Kararsızım	8	9	6	6	29	19,59
	Katılmıyorum	6	5	8	6	25	16,89
Parklar çevre güvenliğini arttırıyor	Katılıyorum	6	7	12	9	34	22,97
	Kararsızım	16	11	9	12	48	32,43
	Katılmıyorum	16	18	15	17	66	44,59

Parklar beklentilerimi karşılıyor	Katılıyorum	5	4	6	7	22	14,86
	Kararsızım	15	17	13	11	56	37,84
	Katılmıyorum	18	16	17	20	71	47,97
Park ve yeşil alanlardan ne kadar memnunsunuz	Memnunum	10	16	12	11	49	33,11
	Kararsızım	16	12	15	16	59	39,86
	Memnun değilim	12	9	9	11	41	27,70
Parklar ve yeşil alanlar yaşam kaliteniz için ne kadar önemlidir.	Çok önemli	21	26	17	22	86	58,11
	Önemli	12	8	13	13	46	31,08
	Ne önemli ne değil	2	1	4	3	10	6,76
	Önemli değil	3	1	2	0	6	4,05
	Hiç önemli değil	0	1	0	0	1	0,68
Afet sonrası kullanım öncelikli olarak neler yapılmalıdır	Alanlar büyütülmeli	1	8	15	14	38	25,68
	Altyapı	16	4	7	8	35	23,65
	Yeni donatılar eklenmeli	6	11	4	8	29	19,59
	Bakım	11	9	6	4	30	20,27
	Hepsi	4	5	4	4	17	11,49

Park ve yeşil alanların afet sonrası kullanımı için ne gibi restorasyonlardan geçirilmesi gerektiği sorusu sorulduğunda yeşil alanların büyütülmesi gerektiği, altyapı sistemlerinin geliştirilmesi gerektiği, yeni donatıların eklenerek parkların geliştirilmesi gerektiği ve gerek yeşil alan gerekse sert zeminlerde bakım işlemlerinin yapılması gerektiği alınan temel cevaplar arasındadır.

3.1. Anketlere Uygun Leke Çalışmalarının Yapılması

Araştırma kapsamında yapılan anketler sonuçlandırıldıktan sonra, alanlardan elde edilen veriler doğrultusunda, seçilen parklarda uygun bölgelere mekan eklenebilmesi için leke çalışmaları yapılmıştır. Yapılan leke çalışmaları proje kapsamında verilmiştir (Şekil 11-14).



Şekil 11. Mehmet Çubukçi Parkı leke çalışması



-  OTURMA ALANI
-  WC
-  YİYECEK-İÇECEK STANDI
-  GÜVENLİK KULÜBESİ
-  AĞAÇLANDIRILMIŞ ALAN



Şekil 12. Kentpark leke çalışması







-  OTURMA ALANI
-  WC
-  YİYECEK-İÇECEK STANDI
-  YEŞİL ALAN
-  GÜVENLİK KULÜBESİ



Şekil 13. Said Nursi Parkı leke çalışması



-  OTURMA ALANI
-  WC
-  YİYECEK-İÇECEK STANDI
-  GÜVENLİK KULÜBESİ



Şekil 14. Kültürpark leke çalışması

4. Tartışma

Türkiye’de, özellikle 6 Şubat depreminden sonra, afet sonrası parkların rolünü keşfetmek için benzersiz bir ortam sağlamaktadır. Depremlerden sonra altyapı ve kişisel ağlardaki kayıpların kapsamı o kadar geniş oldu ki, bölgede çok az kişi olaydan etkilenmeden yaşamını devam ettirebildi. Yaşamını devam ettirenlerin çoğu da kırsal kesimde yaşayan insanlardı.

Bu makale henüz deprem gerçekleşmeden yapılmış bir araştırmanın sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Ancak Meral ve ark. (2021)’in aynı bölge için yaptıkları çalışma referans olarak kabul edilir ise henüz Bingöl ili yeşil alanları için bir düzenleme yapılmamıştır.

Depremler fiziksel ve ekonomik açıdan çok ciddi hasarlara neden olan doğa olaylarıdır. Özellikle son depremlerden sonra ülkemizde imar plan sisteminin afete duyarlı yaklaşımlarla reforme edilmesi gerekmektedir. Depremin neden olduğu yıkım, yanlış yapılaşma uygulamaları, yanlış arazi kullanımı ve çarpık kentleşme nedeniyle daha ciddi boyutlara taşınabilmektedir (Çelik ve Erduran, 2011). Açık yeşil alanların veya toplanma alanlarının, afetler sonrası hizmet vereceği mesafe 200 m’dir (Atalay,

2008). Bingöl ilinde yeterli açık yeşil alan var iken, imar planlarındaki yanlışlıklar yüzünden, olası bir afet durumunda (yerleşim alanı/nüfus indeksine göre) 44555 kişi (merkez nüfusunun %39,14'ü) bu alanlara ulaşamamaktadır (Meral ve ark., 2021). Yapılan anketler sonucunda da var olan mekanların zaten afet sonrası kullanımlara uygun olmadığı gözler önüne serilmiştir.

Afet parklarında, olası bir afet durumunda kaos yaşanmaması için hem lojistik hem de personel girişleri bulunmalıdır. Ayrıca bu girişlerde ani bir tıkanma riski göz önüne alınarak rezerv alanı bulundurulmalıdır. Özellikle parklar içerisinde yer alan kılavuz levhalar belirgin ve ışıklı olmalıdır (Çelik ve Ender, 2016). Araştırmanın yapıldığı parklardan sadece kültür park bu özelliklere uygun olarak dizayn edilmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Meral ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada Bingöl şehir merkezinde bulunan açık yeşil alanların taşıma kapasitesi açısından yeterli olduğunu ancak donatı, altyapı ve ulaşım konuları göz önüne alındığında yetersiz kaldıklarını belirlemişlerdir. Bu araştırma kapsamında da yapılan anketler sonucunda parkların afet sonrası kullanıma hazır olmadığı, bakımsız olduğu ve gerekli özeni görmediği tespit edilmiştir. Kullanıcılar, özellikle yaz aylarında sıklıkla kullandıkları bu mekanların bakımlarının yapılmasını ve yeni donatıların eklenmesini istemektedirler.

Özellikle geceleri parklarda güvenlik sıkıntılarının meydana geldiğini aktaran kullanıcılar güvenlik kulübelerinin yapılmasını ve güvenlik görevlilerinin en azından mahalle bazında parklarda devriye atmalarını önermişlerdir. Parklardaki altyapıların yetersiz olduğunu (çeşme, wc) mevcutların ise bakımsız olduğunu bildirmişlerdir. Alışveriş yapılacak noktaların da olmadığını belirten kullanıcılar su, çay, ekmek gibi temel ihtiyaçların giderilebileceği kullanım alanlarının parklardaki kullanıcılar için rahatlık sağlayacağını belirtmişlerdir. Kent dışındaki büyük alanlarda daha geniş yeşil alan ve parkların yapılması gerektiğini söyleyen kullanıcılar, özellikle mahalle arasındaki parkların olası bir afet durumunda yetersiz kalacağını söylemişlerdir.

Tüm bu çıktılarından hareketle araştırma alanında seçilen parklarda;

- Güvenlik kulübelerinin yapılması,
- Altyapının geliştirilmesi (wc, çeşme),
- Mevcut donatıların bakımının yapılması ve donatıların artırılması,
- Parklarda temel ihtiyaçların karşılanabileceği satış birimlerinin yapılması gerektiği,
- Bitkisel ve sert zemin alanlarında bakımların yapılması gerektiği,
- Afet sonrası kullanıma yönelik olarak donatıların güncellenmesi gerektiği,
- Yer yer elektrik panolarının veya jeneratörlerin yerleştirilmesi gerektiği,
- Ekolojik döngüye de hizmet etmesi amacıyla solar sistemlerin geliştirilmesi ve yenilenebilir enerjiye önem verilmesi gibi konularda mutabık kalınmıştır.

2021 tarihli çalışma ile 2023 yılında yapılan çalışma arasındaki yaklaşık 2 yıllık süre baz alındığında yeşil alan ve parklarda bir gelişme olmadığı, aksine eskiyen parkların giderek daha kötü hale geldiği belirlenen sonuçlar arasındadır.

Günümüzde binaların giderek önem kazandığı ancak gerek bina etraflarındaki gerekse kentsel yeşil alanlardaki peyzaj çalışmalarına harcanan meblağların bazı kesimler tarafından **BOŞ HARCAMALAR** olarak görülmesinin yanlış olduğu 6 Şubat depreminde acı bir tablo ile ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak afet sonrası kullanım için riskin yüksek olduğu kentsel alanlarda afet parkları tasarlanmalıdır. Yetersizliği bu araştırma ile gözler önüne serilen parklarda donatı, sosyal imkan ve altyapı açısından gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır. Her mahalle için en az bir afet parkı oluşturmak gerek peyzaj mimarlığı meslek disiplini ile uğraşan kuruluşlar, gerekse diğer meslek disiplinleri ve kamu kurumları için öncelik olmalıdır.

Teşekkür

Bu araştırma “TUBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı” kapsamında 1919B012104496 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Atalay, H. (2008). *Deprem durumunda kentsel açık ve yeşil alanların kullanımı-Küçükçekmece Cennet Mahallesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çavuş, G. (2013). *Deprem bölgelerindeki açık-yeşil alan sistemi ilke ve standartlarının Bolu ili örneğinde irdelenmesi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çelik, A. ve Ender, E. (2016). Design principles of earthquake park. In R. Efe, İ. Cürebal, A. Gad, & T. Brigitta (Eds.), *Environmental Sustainability and Landscape Management* (pp. 735–741). St. Kliment Ohridski University Press.
- Çelik, A. ve Erduran, F. (2011). Determination of earthquake park facilities in Kocaeli. *African Journal of Agricultural Research*, 6(24), 5558–5566. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.944>
- Dingying, Y. E. ve Lanying, F. U. (2013). Plannig of urban public disaster-prevention green spaces: A case study of Living Water Park in Chengdu City. *Journal of Landscape Research*, 5(5), 17–20.
- Doğangün, A. (2004). Performance of reinforced concrete buildings during the May 1, 2003 Bingol earthquake in Bingol. *Engineering Structures*, 26(2004), 841–856.
- Duman, T. Y. (2015). *Yenilenmiş Türkiye diri fay haritaları ve deprem tehlikesinin belirlenmesi açısından önemi*. MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi Bilgilendirme Sunumu, Basılmamış.
- Ergin, K. (1966). Türkiye ve civarının episantr haritası hakkında. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 10(1-2), 122–125.
- Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin afet profili. *TMMOB Afet Sempozyumu*. 5-7 Aralık 2007 Ankara. Pp: 1-14.
- Fei, W., Wu, J., Shi, Y. ve Chen, Q. (2020). Construction of disaster prevention capability evaluation framework of urban park system: Methodology and its application in China. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 28(1), 9–19. <https://doi.org/10.3846/jeelm.2020.10790>
- Kaplan, H., Yılmaz, S., Binici, H., Yazar, E. ve Çetinkaya, N. (2004). 2003 Turkey-Bingol earthquake: Damage in reinforced concrete structures. *Engineering Failure Analysis*, 22(2004), 279–291.
- Marangoz, A. (2021). *Bir kamusal alan olan afet parklarının tasarım kriterlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Meral, A. ve Eroğlu, E. (2021). Evaluation of flood risk analyses with AHP, Kriging, and weighted sum models : example of Çapakçur, Yeşilköy, and Yamaç microcatchments. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(8), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09282-w>
- Meral, A., Vural, H. ve Doğan, S. (2021). What Our Cities Can Offer After Natural Disasters. *Online Journal of Art and Design*, 9(3), 250–259. <http://www.adjournal.net/articles/93/9319.pdf>
- Milkereit, C., Grosser, H., Wang, R., Wtzel, H. U., Woith, H., Karakisa, S., Zünbül, S. ve Aschau, J. (2014). Implications of the 2003 Bingol earthquake for the interaction between the North and East Anatolian Faults. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 94(6), 2400–2406.
- MTA. (2021). *Yer bilimleri harita görüntüleyici ve çizim editörü*. <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> (Erişim Tarihi: 12.02.2021)
- Opitz, I., Berges, R., Piorr, A. ve Krikser, T. (2016). Contributing to food security in urban areas: Differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 341–358.
- Özşahin, E. (2013). Türkiye’de yaşanmış (1970-2012) doğal afetler üzerine bir değerlendirme. 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*. 25-27 Eylül 2013, Hatay. Pp:1-8.
- Özyavuz, M., Dönmez, Y. ve Çorbacı, Ö.L. (2016). Natural Disaster Management Availability of Open and Green Areas; Example of Earthquake Park (Açık ve Yeşil Alanların Doğal Afet Yönetiminde Kullanılabilirliği; Deprempark Örneği), Doğal Afet ve Yönetimi Sempozyumu (DAAYS’2016), 2-4 Mart 2016, Karabük, Türkiye.

- Saatçioğlu, M., Mitchell, D., Tinawi, R., Gardner, N. J., Gillies, A., Ghobarah, A., Anderson, D. L. ve Lau, D. (2001). The August 17,1999, Kocaeli (Turkey) earthquake damage to structures. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28(4), 715–737.
- Seymen, İ. ve Aydın, A. (1972). Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilişkisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 79(79), 8–12.
- Sütüncü, H. ve Çorbacı, Ö . (2020). Building Urban Green Infrastructure Systems Using Ecological Planning Principles: Siirt Sample . *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi* , 16 (2): 70-88.
- URL1. (2020). *Acının 17. yılı*. Çapakçur Gazetesi. <http://www.capakcurgazetesi.com.tr/bir-gece-yarisi-acinin-17nci-yili-70643> (Erişim Tarihi: 22.09.2021)
- URL2. (2017). *Sel Yıktı Geçti*. Bingöl Online Gazetesi. <https://www.bingolonline.com/haber/sel-yikti-gecti-58762.html> . (Erişim Tarihi: 22.09.2021)
- URL3. (2001). Recognize the importance of urban disaster prevention plan. *China Construction News*. http://www.chinajsb.cn/gb/content/2001-01/05/content_69168.htm (Erişim Tarihi: 04.03.2023)
- Wei, Y., Huang, C., Li, J. ve Webster, C. (2016). An evaluation model for urban carrying capacity: A case study of China's megacities. *Habitat International*, 53, 87–96.
- Yu, Z. ve Gao, H. (2013). The study of urban disaster prevention and reducing planning. In *Proceedings of 20th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 375–382).
- Yüksel, A., Demir, Y., Demirkıran, A. R., Kolak, M. N. ve Meral, A. (2020). *Bingöl İli Solhan İlçesi Arakonak Beldesi Yukarı Havza Sel Kontrol Projesi*.