

ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME 53

YIL
YEAR 2024

SAYI
NUMBER 1

Yayımlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Published by Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Türkiye

TAGEM JOURNALS

ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME 53

YIL
YEAR 2024

SAYI
NUMBER 1

Yayımlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Published by Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Türkiye

TAGEM JOURNALS

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Atatürk Bahçe Kültürleri
Merkez Araştırma Enstitüsü adına
Sahibi | Owner

Yılmaz BOZ, Dr. (Müdür | Director)

Baş Editör | Editor in Chief

Emre BİLEN, Dr.

Yardımcı Editörler | Associate Editors

Özlem BOZTEPE, Dr.
Gülşah MISIR BİLEN

Yayın Kurulu | Editorial Board

(İsimler alfabetik sırayla yazılmıştır |
Names are written in alphabetical order)

Gürsel ÇETİN
İbrahim SÖNMEZ, Dr.
Mehmet Emin AKÇAY, Dr.
Nihal Dilek SÜMER TÜRELİ, Dr.
Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL, Dr.
Yasemin EVRENOSOĞLU, Prof. Dr.
Yasin ÖZDEMİR, Dr.

Mizanpaj Editörü | Layout Editor

Murat KORUCUK

Yayın Tarihi | Publication Date

29 Mayıs 2024 | 29 May 2024



İletişim | Contact

<https://www.bahcejournal.org>

bahcejournal@gmail.com

Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova 77100
TÜRKİYE

X (Twitter): www.x.com/BAHCEjournal

LinkedIn: www.linkedin.com/showcase/BAHCEjournal/

Facebook: www.facebook.com/BAHCEjournal

Instagram: www.instagram.com/BAHCEjournal

BAHÇE

ISSN 1300-8943 E-ISSN 2791-6375

YIL : 2024 CİLT: 53 SAYI : 1

YEAR : 2024 VOL: 53 NO : 1

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Mayıs ve Kasım aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayınlanan hakemli bilimsel bir dergidir.

TR Dizin Veri Tabanında dizinlenmektedir.

Dergi içeriği herhangi bir yöntemle yayın kurulundan yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz.

Dergi makalelerindeki bilgi ve görüşler kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Makale içerikleri ile ilgili her türlü sorumluluk yazarlarına aittir.

Yazarlara telif hakkı ödenmez.

Dizgi ve Baskı

Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü,
Yalova / TÜRKİYE

JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

BAHCE is a peer-reviewed scientific journal published twice a year, in May and November.

BAHCE is indexed in the TR Dizin Database.

The content of the journal cannot be reproduced by any method without the written permission of the editorial board.

Information and opinions in journal articles can be used by citing the original source.

All responsibility for the content of the article belongs to the authors.

Authors are not paid royalties.

Published by

Atatürk Horticultural Central Research Institute,
Yalova / TÜRKİYE

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Sayfa / Page

MAKALELER / FULL ARTICLES

- Conservation and Landscape Evaluation of Some Endangered Species in Türkiye
Türkiye’de Nesli Tehlikede Olan Bazı Türlerin Korunması ve Peyzaj Değerlendirmesi
Merve YILMAZ, Dudu Özlem MAVİ İDMAN _____ 1-9
- Abiyotik ve Biyotik Streslerin Cabernet-Sauvignon ve Merlot Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özelliklerine Etkisi
The Effect of Abiotic and Biotic Stresses on Distinct Seed Characteristics in Cabernet-Sauvignon and Merlot Grape Varieties
Elman BAHAR, İlknur KORKUTAL, Cannur TOK ABAY _____ 11-20
- Super Slender Axe (SSA) Terbiye Sisteminin M×M14 ve Gisela 6 Anaçları Üzerindeki Performansı
Performance of Super Slender Axe (SSA) Training System on M×M14 and Gisela 6 Rootstocks
Dilek SOYSAL _____ 21-26
- Yalova’da Yetişen Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özellikleri
Phenological and Morphological Properties of Aronia Cultivars Grown in Yalova
Sevgi POYRAZ ENGİN, Cevriye MERT _____ 27-33

DERLEMELER / REVIEWS

- Bazı Tarımsal Ürünlerde LED Aydınlatma Kullanımı
Use of LED Lighting in Some Agricultural Crops
Elif YAZAR COŞKUN, İlker Hüseyin ÇELEN _____ 35-46
- Karakafesotu (*Symphytum officinale* L.) Bitkisinin Geleneksel Kullanım Alanları
Traditional Uses of Comfrey (Symphytum officinale L.)
Fatma Gül DELİMUSTAFAOĞLU, Ayşe BALDEMİR KILIÇ _____ 47-52

Conservation and Landscape Evaluation of Some Endangered Species in Türkiye

Merve YILMAZ^{1*}, Dudu Özlem MAVİ İDMAN²

¹Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Ankara; ORCID: 0000-0001-7630-2644

²Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Ankara; ORCID: 0000-0002-3662-8970

Geliş Tarihi / Received: 02 Ağustos 2023 Kabul Tarihi / Accepted: 13 Şubat 2024

ABSTRACT

In addition to *in-situ* conservation activities related to endangered taxa, it has a great importance to provide *ex-situ* conservation activities to increase awareness and to determine their usage areas by examining reproduction methods. In the line with, the aim of the study is to prevent the extinction of some endangered endemic taxa in Ayaş, Beypazarı and Nallıhan regions of Ankara province in Türkiye, to evaluate the taxa within the framework of sustainable conservation and use principles by raising awareness, and thus to protect the biodiversity in the region. For these purposes, during their vegetation periods throughout the years 2020-2022, some observations were recorded in landscape point of view from the habitats of 9 Critically Endangered (CR) and 3 Vulnerable (VU) taxa. Moreover, all the taxa are photographed and have been archived in the Collections of National Botanical Garden of Türkiye as National Herbarium (TC), DNA and Tissue Banks. Also, samples have been kept in 70% EtOH for Microscopic Slide Collection of National Botanical Garden of Türkiye. In addition, the possibilities of using taxa in the landscape area were evaluated. The results of the habitat observations for years serve as a basis for future conservation and landscape gain efforts for the taxa.

Keywords: Botanical garden, conservation, endangered species, landscape

Türkiye’de Nesli Tehlikede Olan Bazı Türlerin Korunması ve Peyzaj Değerlendirmesi

ÖZ

Nesli tükenmekte olan taksonlarla ilgili *in-situ* koruma faaliyetlerinin yanı sıra, farkındalığı artırmaya yönelik *ex-situ* koruma faaliyetlerinin sağlanması ve üreme yöntemlerinin incelenerek kullanım alanlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, Türkiye’de Ankara ili Ayaş, Beypazarı ve Nallıhan bölgelerinde nesli tükenmekte olan bazı endemik taksonların neslinin tükenmesini önlemek, taksonları sürdürülebilir koruma ve kullanım ilkeleri çerçevesinde bilinçlendirerek değerlendirmek ve böylece bölgedeki biyoçeşitliliğin korumasını sağlamaktır. Bu amaçla, 2020-2022 yılları boyunca vejetasyon dönemlerinde, 9 Kritik Tehlike Altında (CR) ve 3 Hassas (VU) taksonun habitatlarından peyzaj açısından bazı gözlemler kaydedilmiştir. Ayrıca tüm taksonların fotoğrafları çekilmiş ve Milli Herbarium (TC), DNA ve Doku Bankaları olarak Türkiye Milli Botanik Bahçesi Koleksiyonlarında arşivlenmiştir. Ayrıca örnekler Türkiye Milli Botanik Bahçesi’nin Mikroskopik Slayt Koleksiyonu için %70 EtOH’de saklanmıştır. Buna ek olarak taksonların peyzaj alanında kullanım olanakları değerlendirilmiştir. Yıllardır yapılan habitat gözlemlerinin sonuçları, taksonlar için gelecekteki koruma ve peyzaj kullanım çalışmalarının veri altyapısını güçlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Botanik bahçesi, koruma, tehlike altındaki türler, peyzaj

INTRODUCTION

The geographical structure of Türkiye, which has a rich biological diversity, provides high endemism rate and genetic diversity. However, biodiversity is under threat due to traditional and unsustainable agricultural techniques, rapid urbanization, increasing population and needs, unconscious use of resources and climate change etc. With the Convention on Biological Diversity [1], conservation biology studies of species have increased in the

world. Conservation and population revitalization studies for many endemic and endangered taxa in Türkiye are supported by many governmental agencies. However, despite the conservation efforts, the danger of extinction of the taxa continues with the effect of biotic and abiotic factors. Conservation of narrow endemic species that grow in certain ecological conditions and are less likely to be seen elsewhere requires species-specific planning decisions [1]. Focusing on integrated conservation in botanical gardens, Newton and Oldfield [2]

*Sorumlu yazar / Corresponding author: merveyildiz006@gmail.com

emphasized that the optimal conservation practice is the integrated application of *ex-situ* and *in-situ* procedures for species recovery, reproduction and ecological restoration. However, *ex situ* conservation is especially essential to prevent the extinction of rare or threatened plant species when habitat is severely degraded or fragmented [3]. Especially in anthropogenic pressures and situations such as unconscious agricultural activities, habitat change and climate change, *ex situ* conservation can be seen as the only way to prevent species extinction [4, 5, 6]. Botanical gardens play a central role in *ex situ* conservation and are well placed to host species of conservation concern [7]. Working with data from the International Botanical Gardens Conservation Union (BGCI), Mounce et al. [8] stated that botanical gardens have at least 105,634 species and 41% of these species are classified as threatened. Abeli et al. [9] and Smith and Pence [5] provided information that botanical gardens create *ex-situ* collections of various types, characterized by different advantages and limitations. For conservation of endemic plants with narrow and limited distribution, first of all, it is determined which of the global risk categories they belong to, and in the measures to be taken accordingly, priority is given to those under pressure and facing the threat of extinction [10]. In order to determine the right conservation strategies and to implement sustainable effective conservation practices, it is necessary to monitor the plants in their natural habitats and to provide some data systematically. Data obtained from field observations are important for determining conservation strategies [11, 12].

Grassland and steppe ecosystems, in which herbaceous plants are in the majority, are of great importance in terms of biological diversity [13]. These ecosystems, which make important contributions to many sectors from agriculture to industry, are also remarkable in terms of endemic species diversity. In the city of Ankara, the endemism rate is quite high in the widespread gypsum steppe ecosystem, especially in Ayaş, Nallıhan and Beypazarı regions. In these regions, important places in terms of biological diversity, there are endemic taxa have risk categories as Vulnerable (VU) and Critically Endangered (CR) of the International Union for Conservation of Nature (IUCN). There are also other endangered taxa as *Acantholimon anatolicum* Doğan & Akaydın, *Anabasis aphylla* L., *Astragalus kochakii* Aytaç & H.Duman, *Centaurea nallihanense* Uysal & Hamzaoğlu, *Ornithogalum nallihanense* Yıld. & Doğru-Koca, *Scutellaria yildirimlii* M.Çiçek & Yaprak, *Sideritis gulendamii* H.Duman & Karaveliogullari, *Muscari adilii*

M.B.Güner & H.Duman distributed in the studied area [14]. In all of the studies on the taxa that are the subject of this study, it has been stated that their generations are endangered and that they should be conserved in botanical gardens and seed gene banks. *Aethionema dumanii* Vural & Adigüzel was reported by Ayyıldız [15] that it spreads in Ankara, Afyon and Eskişehir and it was also detected by Hamzaoğlu and Koç [16] in Sivas. The data of *Aethionema turcica* H.Duman & Aytaç, which is in the IUCN Risk Category of Least Concern (LC) in the Red Book of Plants of Türkiye [10], was re-evaluated by Ayyıldız [15, 17] that, it has been stated that the species is in the CR category in terms of its narrow distribution and fragmented populations, and in the Endangered (EN) category in terms of the number of individuals. In the General Directorate of Nature Conservation and National Parks (DKMP) study [18], it was stated that *Salsola grandis* Freitag, Vural & Adigüzel is faced with the problems due to the field expansion for farming, problems of intervention in the habitat of the plant because of the infrastructure issues and the foreign material coming with the erosion flow in the seasons with heavy rainfall. For these reasons, it was emphasized that the habitat of the taxon should be constantly monitored. It has been stated that the population of *Astragalus beypazaricus* Podlech & Aytaç is also being damaged by field expansion for farming, erosion and road widening works [19]. In addition, it was emphasized that the role of climatic factors in the flowering of the plant is great and its flowering is low when the spring season passes without precipitation. It is indicated in some studies [17, 20] that *Campanula damboldtiana* P.H.Davis & Sorger is in the "Plant Species Under Strictly Protection" group according to Annex List I of the Bern Convention (Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats) and the habitat of the species is under threat due to farming and tree planting activities, solution mining, and road paving activities [21]. During the observations made by *Cytisus acutangulus* Jaub. & Spach by Vural [22] about 70 individuals were counted in an area of approximately two decares. The taxon, which was observed to be adversely affected by the increasing urban pressure, was urgently included in the conservation and monitoring study within the scope of the DKMP 'Ankara Province Biological Diversity Inventory and Monitoring Project'. The habitat and distribution of *Verbascum gypsicola* Vural & Aydoğdu are endangered due to afforestation, road widening and thermal reactor activities and its IUCN category is CR [14, 23] However, according to Keser et al. [24] the risk category of the taxon is EN

(Endangered) and conservation precautions should be taken for it.

In Türkiye, the General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM), DKMP and the General Directorate of Forestry (OGM), that are affiliated to the Ministry of Agriculture and Forestry; also, the General Directorate of Conservation of Natural Assets (TVKGM) affiliated to the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, Botanical gardens affiliated to institutions such as universities, municipalities and foundations carry out many studies for the conservation of plant biological diversity. However, despite the studies on taxa, especially in universities, the danger of extinction of the taxa still continues.

Within the scope of the research, it is aimed to provide the data infrastructure of 12 endemic plants (*Achillea ketenoglui* H.Duman, *Aethionema dumanii*, *Aethionema turcica*, *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis* Aytaç & Ekim, *Astragalus beypazaricus*, *Astragalus yildirimlii* Aytaç & Ekici, *Asyneuma linifolium* Bornm. subsp. *nallihanicum* Kit Tan & Yıldız, *Campanula damboldtiana*, *Cytisus acutangulus*, *Salsola grandis*, *Salvia aytachii* Vural & Adigüzel, *Verbascum gypsicola*) that grow in the ecological conditions of Ayaş, Nallıhan and Beypazarı surroundings and enter the process of extinction rapidly, and to conserve these taxa in the Directorate of National Botanical Garden of Türkiye, in order to slow down the extinction process. This study is compiled with the outputs of a project supported by TAGEM.

MATERIALS AND METHOD

Within the scope of the study, the information, observations and photographs recorded about the habitats of endemic taxa listed in Table 1 were used as material in the field studies carried out between 01.03.2020-01.03.2022 around Ayaş, Nallıhan and Beypazarı (Ankara).

During the field studies, locality information, coordinates, habitat characteristics, altitude, habitus, life form, flowering time, leaf characteristics, stem structure, reproduction material, photo number, observations and landscape value were evaluated and noted for each taxon. Herbarium samples were delivered to the National Herbarium (TC) to be pressed and prepared. Moreover, leaf samples from taxa were taken into bags containing silica gels for Tissue and DNA Bank. Furthermore, for the Microscopic Slide Collection, samples were put in 70% EtOH and brought to Anatomy Laboratory of the

Botanical Garden. Also, for propagation studies seeds of the taxa were collected and more than enough of the seeds were given to the Türkiye Seed Gene Bank. During the field studies, care was taken not to harm the population due to the low number of individuals of these taxa. Additionally, within the scope of the study, evaluations were made regarding the landscape characteristics of the taxa. These evaluations, unlike the stages in ornamental plant breeding [25], are limited to data on flowering time, flower color, form, and growing environment conditions.

Table 1. The list of studied taxa

No	Family	Taxon	IUCN Risk Category
1	Asteraceae	<i>Achillea ketenoglui</i> H.Duman	VU
2	Brassicaceae	<i>Aethionema dumanii</i> Vural & Adigüzel	VU
3	Brassicaceae	<i>Aethionema turcica</i> H.Duman & Aytaç	CR
4	Fabaceae	<i>Astragalus densifolius</i> subsp. <i>ayashensis</i> Aytaç & Ekim	CR
5	Fabaceae	<i>Astragalus beypazaricus</i> Podlech & Aytaç	CR
6	Fabaceae	<i>Astragalus yildirimlii</i> Aytaç & Ekici	CR
7	Campanulaceae	<i>Asyneuma linifolium</i> Bornm. subsp. <i>nallihanicum</i> Kit Tan & Yıldız	CR
8	Campanulaceae	<i>Campanula damboldtiana</i> P.H.Davis & Sorger	CR
9	Fabaceae	<i>Cytisus acutangulus</i> Jaub. & Spach	CR
10	Chenopodiaceae	<i>Salsola grandis</i> Freitag, Vural & Adigüzel	CR
11	Lamiaceae	<i>Salvia aytachii</i> Vural & Adigüzel	VU
12	Scrophulariaceae	<i>Verbascum gypsicola</i> Vural & Aydoğdu	CR

RESULTS

Achillea ketenoglui (Fig.1A) is a perennial herbaceous species that lives in gypsum, marn stony areas and blooms between June and July. Within the scope of the research, observations were made in its habitat located on the Ayaş-Beypazarı road. The species does not have a dense distribution in its habitat, and its individuals are sparsely distributed. The flowers of the taxon reaching a diameter of 10-15 cm in its habitat were recorded as white, small and unpretentious. The species was collected from Beypazarı within the scope of the project supported by TAGEM. However, according to the literature, it is distributed around Kırbaşı, Çayırhan, Polatlı Acıkır, Şereflikoçhisar, Sivrihisar Kepen village, Kırıkkale-Kesikköprü [26] and Bursa Uludağ [27].

Astragalus densifolius subsp. *ayashensis* (Fig.1B) is an Iranian-Turanian element that grows only in Ayaş. It was collected from 1192 m height in Ayaş-Aysanti. The plant, which draws attention with its feathery purple flowers and leaf arrangement, blooms in June-July. It has been observed in the studies that the seed yield is very low. The other species of the genus, *Astragalus yildirimlii* (Fig.1C) collected from

Gürsöğüt village, 30 km southwest of Beypazarı, lives on rocky dune slopes. It has showy pinkish purple flowers and a deep, solid root. It has a showy structure with its leaves, form and flowers. The taxon that blooms in June is valuable for landscaping. *Campanula damboldtiana* (Fig.1D) is a perennial herb with many stems. The roots are thick, cylindrical and twisted. Flowering stems are hard, erect and 5-22 cm. tall. Base leaves are absent. The plant collected from Orhaniye village within the scope of the study is spectacular with its purple bell-shaped flowers. *Campanula damboldtiana* is distributed in Aysanti, Ayaş, Kahramankazan Orhaniye neighborhood, Dağyaka, İmrendi and İncirlik neighborhoods [17]. The flowering period is long and flower, fruit and seed structures can be observed together in one individual (Figure 1).



Figure 1. Pictures of the species. A) *Achillea ketenoglui*, B) *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis*, C) *Astragalus yildirimlii*, D) *Campanula damboldtiana*. Photos were taken by M.Yılmaz.

Aethionema turcica (Fig.2A) was collected from Aysanti-Ayaş. However, the taxon is also distributed in Sivrihisar, between Ertuğrul village and Çaykoz village, in Polatlı Acıkır locality. [28, 29, 14]. Although there is a wire fenced protection area made by General Directorate of Nature Conservation and National Parks in this area, the population is under pressure due to farming activities and construction piles. The taxon, which has a radially extending branch structure, has pink showy flowers. It has

formed small communities in its habitat. It flowers between May and June and can be used in landscaping considering its flower structure, flowering time and form. Another *Aethionema* species located in Aysanti-Ayaş region is *Aethionema dumanii* (Fig.2B). It is distributed in Ankara, Ayaş; Acıkır location between Polatlı and Sivrihisar; Afyon, Dazkırı-Kepez Hill; Eskişehir, Sivrihisar-Aşağıkepen village; Mihaliçcik-Alpu, Doğanolu village; Haymana and İkizce localities [15]. Additionally, the taxon was also detected between Sivas: Şarkışla and Pınarbaşı [16]. The individuals of the taxon, which make 10-15 cm in diameter in its habitat, are sparsely distributed. These two *Aethionema* species share the same habitat in the same wire fenced protection area. The striking features that distinguish the two species in the habitat are the leaf shapes and plant forms.



Figure 2. Pictures of the species. A) *Aethionema turcica*, B) *Aethionema dumanii*, C) *Astragalus beypazaricus*, D) *Salsola grandis*. Photos were taken by M.Yılmaz.

Astragalus beypazaricus (Fig.2C) is another endangered endemic species belonging to the Leguminosae family. It has purple flowers and grows rarely in the steppes of Beypazarı-Nallıhan highway and blooms in May-June. It has been observed that the population of the plant, which was taken under protection by the DKMP, continues to be under pressure due to field opening and road widening works. Also, the species was taken under *ex situ* conservation in Nezahat Gökyiğit Botanical Garden

in 2009 [30]. In the field studies conducted in 2020, it was observed that the seed yield was quite low but high in 2021. *Salsola grandis* (Fig.2D) is an annual species, having erect, very hard, greyish green (in live condition), slightly shiny, hairless and small unpretentious yellow flowers. The species was collected from clay hills located near Ankara Nallıhan Bird Sanctuary. The taxon is distributed in Ankara, Çorum, Çankırı and Kırıkkale provinces [31]. Although it is an annual plant, it has a very showy form. It reaches the most interesting form especially in October, which is its fruiting period. *Asyneuma linifolium* subsp. *nallihanicum* (Fig.3A) is distributed in the rocky oak areas of Nallıhan. There are very few individuals in its population, it has a perennial herbaceous structure with purple flowers and a length of 80 cm with weak roots. It is determined that *Asyneuma linifolium* subsp. *nallihanicum*, which is located at the entrance of Nallıhan district and has an information signboard, is very rare in its population. It is necessary to develop the existing knowledge about this locally endemic plant, to determine the population limits and to make individual counts.

Cytisus acutangulus (Fig.3B) was collected from Davutoğlan village. The plant is a bushy plant with yellow flowers, which can be up to 40 cm tall, with an upright stance, frequent and forked branching. It has been noted that the flowering period of the plant that blooms in April is very short and it starts to bear fruit in May. Its population suffers from the ongoing road widening works between Beypazarı and Nallıhan. In addition, it has been observed that the seed yield of the plant is very low in the field studies carried out in the protection area. The reason of this is thought to be a pest that seems to be feed by the seeds of the plant. *Salvia aytachii* (Fig.3C) is a perennial, spreading herbaceous plant. The plant, which prefers marly and gypsum soils, was collected from its habitat located on the Ayaş-Beypazarı road at an altitude of 642 m. It is also widespread in Polatlı-Sivrihisar regions [32]. The showy flowers stalks are 30-40 cm long. The spreading plant can cover large areas. It has high landscape value. Another taxon, *Verbascum gypsicola* (Fig.3D) reaching 20-40 cm in length with dense white hairs, can live in arid environments with its woody base. It spreads on gypsum soils on the Beypazarı-Nallıhan road. In addition, *V.gypsicola* has distribution areas in the Solta Strait, Kösebükü, Beypazarı-Nallıhan 15th km and in the Yeşilköy neighborhood of Sivrihisar district. The taxon, which is under protection by DKMP, has showy yellow flowers. It does not shed its leaves throughout the year and gives new shoots in spring.



Figure 3. Pictures of the species. A) *Asyneuma linifolium* subsp. *nallihanicum*, B) *Cytisus acutangulus*, C) *Salvia aytachii*, D) *Verbascum gypsicola*. Photos were taken by M.Yılmaz.

Among the factors affecting the vital activities of taxa, there are biological factors besides human effects. In field studies, it was observed that there are pests that feed on the seeds of *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis*, *Cytisus acutangulus* and *Campanula damboldtiana*. Conservation biology studies are urgently recommended especially for these taxa. Moreover, *Aethionema turcica*, *Aethionema dumanii*, *Campanula damboldtiana*, *Salvia aytachii*, *Salsola grandis*, *Verbascum gypsicola* have the potential to be used as ornamental plants. Plant forms, flower structures, visual fruit and seed structures, length of flowering periods and easy reproduction possibilities are thought to be suitable taxa for scientific studies on this subject. *Salvia aytachii*, *Astragalus beypazaricus*, *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis*, *Astragalus yildirimlii*, *Cytisus acutangulus*, *Achillea ketenoglui* have possibilities to be used in rock gardens and large ground cover areas. Especially, *Verbascum gypsicola*, *Salvia aytachii*, *Achillea ketenoglui* have the potential to be used as groundcovers in landscaping studies, since they do not disappear in winter, their leaves continue to exist and they form a dense cover on the soil surface.

One of the most important factors determining the habitats of taxa is climate. In their studies, Ayyıldız [17] and Keser [33] made the bioclimatic interpretation of Ayaş, Beypazarı and Nallıhan districts according to the Emberger Method and reported that the habitats of the taxa were under the

influence of the Mediterranean semi-arid bioclimate. In the semi-arid Mediterranean bioclimatic layer of Türkiye, steppe vegetation is dominant, and the

research areas have steppe vegetation that is sometimes treed, sometimes treeless, or covered by shrub formations [17].

Table 2. Some field observations

	Name	Habitat	Altitude and aspect	Life time and form	Flowering period and color	Landscape value
1	<i>Achillea ketenoglui</i>	Stony and rocky areas	599 m Northwest	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	June-July / white	Ground cover
2	<i>Aethionema turcica</i>	Stony and rocky areas with marl soil	1192 m Northwest	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	May-June / pinkish-lilac	ornamental
3	<i>Aethionema dumanii</i>	Stony and rocky areas with marl soil	1192 m Northwest	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	May-June / Pink	ornamental
4	<i>Astragalus beypazaricus</i>	Sandy soil areas	642 m West	Perennial, herbaceous, kamephyte	May-June / bluish violet	ornamental
5	<i>Astragalus densifolius</i> subsp. <i>ayashensis</i>	Stony and rocky areas with marl soil	1192 m Northwest	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	June-July / white, light purple or magenta	Ground cover and ornamental
6	<i>Astragalus yildirimii</i>	Stony and rocky, steppe meadows	960 m West	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	June-July / pinkish purple	ornamental
7	<i>Asyneuma linifolium</i> subsp. <i>nallihanicum</i>	Rocky oak groves	610 m West	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	July / purple	
8	<i>Campanula damboldtiana</i>	Stony and rocky areas with marl soil	1192 m Northwest	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	June-July / purple	ornamental
9	<i>Cytisus acutangulus</i>	Sandy stony areas	487 m West	Perennial, semi woody, kamephyte	April / yellow	Border plant
10	<i>Salsola grandis</i>	Clay soil	487 m West	Annual, herbaceous, therophyte	August / yellow	ornamental
11	<i>Salvia aytachii</i>	Sandy soil	642 m West	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	May / pinkish purple	Ground cover and ornamental
12	<i>Verbascum gypsicola</i>	Gypsum rocks	581 m West	Perennial, herbaceous, hemicryptophyte	May-July / yellow	Ground cover and ornamental

DISCUSSION

Alternative *ex situ* conservation methods for the conservation of living collections in botanical gardens containing documented *ex situ* collections of herbaceous and woody plants [5]. In the carried-out studies, habitat information of all taxa was recorded (Table 2) and herbarium samples were taken and brought to the National Herbarium (TC). Thus, well-documented collections of taxa were created. Moreover, beyond conserving exceptional species [7], it contributes to the conservation of rare and endangered plants by providing stock for living collections, breeding programs, and research into the growing needs of individual species [34]. *Ex-situ* populations can serve as a safeguard against rapid environmental change [35] and provide essential support for stakeholder engagement, education, habitat rehabilitation, and *in situ* conservation [9]. Also, Thomas et al. [36] stated in their study that *ex-situ* populations can provide plant stock by strengthening the reproduction of the species. As stated in all these studies, seeds were collected from all of the studied taxa and the studies were started by taking them into the propagation programs. In addition, these seeds are under protection in Türkiye Seed Gene Bank.

The observations for the habitats of taxa supports all the previous studies [14, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24] that, these taxa are under threat due to human

activities such as field opening, road widening works, mining activities, excavation dumping. Moreover, the *in-situ* conservation activities carried out by the DKMP have been successful in the protected areas for *Verbascum gypsicola*, *Aethionema dumanii*, *Aethionema turcica*, *Salvia aytachii*, *Astragalus beypazaricus* whose borders are determined by wire fence. However, in the habitats of *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis*, *Campanula damboldtiana*, the excavation dumping and field expansion activities still continue and threaten the distribution area of the taxa.

In studies on the use potential of taxa, Bozdoğan [37] stated that soil bacteria living in the root regions of *Salsola grandis* grown in salty soils are used as biofertilizers. Moreover, Güzel Vardar [38] reported that *Verbascum gypsicola* has antioxidant properties. Dilaver [39] showed in her study that *Aethionema dumanii* and *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis* are among the suitable species to be used in landscape architecture applications when evaluated with their phenological, ecological and sociological characteristics. In this context, it has been seen that the evaluations of usage possibilities in the landscape architecture studies conducted within the scope of the study overlap with the literature. This study provided data for preliminary breeding studies. However, in order to introduce taxa to the ornamental plants sector, Alp et al. [25] the breeding stages reported in their study need to be completed. Moreover, one of

the potential economic uses of plants is their medicinal properties. Many species from the genera *Achillea*, *Verbascum*, *Astragalus*, *Salvia* are currently used for medicinal purposes [38, 40, 41, 42]. In this direction, it is important to determine the medical contents of the taxa that are the subject of the study and to investigate the possibilities of their use for the benefit of humanity in the future. Many scientific studies and methods can be developed with the priority of protecting these plants in order to spread their use in the field of medicine.

In the studies carried out, taxa that could adapt to the Botanical Garden were determined. Among the taxa that were successful as a result of propagation efforts, *Aethionema dumanii*, *Aethionema turcica*, *Salvia aytachii*, *Verbascum gypsicola*, *Astragalus beypazaricus*, *Achillea ketenoglui* and *Salsola grandis* were taken under *ex-situ* conservation in the collection garden. Thus, the taxa that were able to adapt to the collection garden continue their vitality as stock material for future studies. However, first of all, it is seen that *in-situ* and *ex-situ* conservation conditions should be fully provided for the endangered taxa. In future studies, it will be appropriate to determine the reproduction methods of taxa and to conduct scientific studies on their usage areas. In addition, it is important to gather institutions and organizations that carry out *in-situ* conservation and monitoring activities on an integrated and common ground with the work of other institutions and organizations that carry out *ex-situ* conservation activities.

ACKNOWLEDGEMENT

We wish to thank the General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM/BBAD/B/20/A7/P9/1820) for their financial support. The authors are also grateful to Prof. Dr. Mecit VURAL, Prof. Dr. İbrahim DEMİR, Prof. Dr. Galip AKAYDIN, Doç. Dr. Zuhâl DILAVER for their sincere support.

REFERENCES

1. Convention on Biological Diversity (2012). Global strategy for plant conservation: 2011-2020. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
2. Newton, A., Oldfield, S. (2012). Integrated conservation of tree species by botanic gardens: a reference manual. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
3. Whitlock, R., Hipperson, H., Thompson, D.B.A., Butlin, R.K., Burke, T. (2016). Consequences of in-situ strategies for the conservation of plant genetic diversity. *Biol. Conserv.* 203:134-142.
4. Oldfield, S.F. (2009). Botanic gardens and the conservation of tree species. *Trends Plant Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.08.013>. 14:581-583.
5. Smith, P., Pence, V. (2017). The role of botanic gardens in *ex-situ* conservation. In: Blackmore, S., Oldfield, S.F., Plant Conservation Science and Practice: The Role of Botanic Gardens.
6. Lughadha, E.N., Bachman, S.P., Leao, T.C.C., Forest, F., Halley, J.M., Moat, J., Acedo, C., Bacon, K.L., Brewer, R.F.A., Gatebl, E.G., Gonçalves, S.C., Govaerts, R., Hollingsworth, P.M., Krisai-Greilhuber, I., De Lirio, E.J., Moore, P.G.P., Negr. Ao, R., Onana, J.M., Rajaovelona, L.R., Razanajatovo, H., Reich, P.B., Richards, S.L., Rivers, M.C., Cooper, A., Iganci, J., Lewis, G.P., Smidt, E.C., Antonelli, A., Mueller, G.M., Walker, B.E. (2020). Extinction risk and threats to plants and fungi. *Plants People Planet* 2:389-408. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10146>.
7. Westwood, M., Cavender, N., Meyer, A., Smith, P. (2020). Botanical garden solutions to the plant extinction crisis. *Plants People Planet* 2021, pp:22-32.
8. Mounce, R., Smith, P., Brockington, S. (2017). *Ex-situ* conservation of plant diversity in the world's botanic gardens. *Nat. Plants*, 3:795-802. <https://doi.org/10.1038/s41477-017-0019-3>.
9. Abeli, T., Dalrymple, S., Godefroid, S., Mondoni, A., Müller, J.V., Rossi, G., Orsenigo, S. (2020). *Ex-situ* collections and their potential for the restoration of extinct plants. *Conserv. Biol.* 34:303-313. <https://doi.org/10.1111/cobi.13391>.
10. Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2000) Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı. Ankara: TTKD ve Van 100. Yıl Üniversitesi Yayını, Van.
11. Vural, M., Yıldırım, A., Çakarogulları-Ambarlı, Ç., Ergüner-Baytok, Y., Başaran, S.M., Serim, A.T. (2007). Tehlike altında bir endemik türün *Centaurea tchihatceffii* koruma biyolojisi; çimlenme ekolojisi, popülasyon yaşayabilme analizi ve koruma stratejileri. Temel Bilimler Araştırma Grubu, Proje No:103T171, Ankara, 90s.
12. Seçmen, Ö., Güvensen, A., Şenol, S.G., Gücel, S. (2007). *Linum aretioides* Boiss.'in koruma biyolojisi. Temel Bilimler Araştırma Grubu, Proje No:104T340. İzmir, 115s.
13. Köroğlu, A. (2012). Ankara'da yayılış gösteren endemik bitkiler. Türkiye Bilimler Akademisi

- Kültür Envanteri Dergisi, 10.22520/tubaked.2012.0008. s:161-170.
- 14.Eker, İ., Vural M., Aslan, S. (2016). Ankara ilinin damarlı bitki çeşitliliği ve korumada öncelikli taksonları. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 2(3):57-114.
 - 15.Ayyıldız, G. (2010). Aysantı beli (Ayaş-Ankara) florasının tehdit altındaki türleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
 - 16.Hamzaoğlu, E., Koç, M. (2020). Chorological contributions for some narrow-range endemic plant taxa in Turkey. *Anatolian Journal of Botany*, 4(2):96-99. doi:10.30616/ajb.792402.
 - 17.Ayyıldız, G. (2019). Nadir ve dar yayıllı *Aethionema turcica* H.Duman & Aytaç, *Astragalus beypazaricus* Podlech & Aytaç ve *Campanula damboldtiana* P.H.Davis & Sorger türlerinin ISSR tekniği ile genetik çeşitliliğinin koruma amaçlı belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
 - 18.Anonim (2019). Koca soda otu (*Salsola grandis*) tür eylem planı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müd., 9. Bölge Müd., Ankara Şube Müd., Ankara, 82s.
 - 19.Anonim (2015). Beypazarı geveni (*Astragalus beypazaricus*) tür eylem planı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müd., 9. Bölge Müd., Ankara Şube Müd., Ankara, 93s.
 - 20.Anonymous (1979). Bern Convention: Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Appendix I-Strictly Protected Flora Species.
 - 21.Anonim (2017). Ayaş Çançıçeği (*Campanula damboldtiana*) tür eylem planı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müd., 9. Bölge Müd., Ankara Şube Müd., Ankara, 76s.
 - 22.Vural, M. (2012). Türkiye'nin tehdit altındaki bitkileri: Angora tıfılı (*Cytisus acutangulus* Jaub. & Amp; Spach). *Nezahet Gökyiğit Botanik Bahçesi, İstanbul, Bağbahçe Dergisi*, 43:23.
 - 23.Boyras Topaloğlu, Ş., Yağcı Tüzün, C., Özbek, K., Erik, S., Vural, M., Altınözlü, H., Özudoğru, B., Peşkircioğlu, M. (2015). Ankara ilinde tehdit altında bulunan endemik bitki türlerinin *ex-situ* muhafazası. TAGEM-TBAD/13/A01/P01/004, Proje Sonuç Raporu.
 - 24.Keser, A.M., Ayyildiz, G., Yildirim, M., Yaprak, A.E., Tuğ, G.N. (2020). Conservation status of three rare and endemic species from Turkey (*Kalidium wagenitzii*, *Muscari adilii* & *Verbascum gypsicola*). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, doi:10.23902/trkijnat.751851, 21(2):151-157.
 - 25.Alp, Ş., Zeybekoğlu, E., Salman, A., Özzambak E., 2020. Doğal bitkilerin kültüre alınması süreci ve süs bitkisi olarak kullanılması. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı):351-357.
 - 26.Büyükyanbolu, E.N. (2019). Jips toleranslı bitkilerde (*Achillea ketenoglui* ve *Teucrium polium*) epigenik varyasyonların rolü. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
 - 27.Sevindik, B., Tütüncü, M., İzgü, T., Çürük, P., Yılmaz, Ö., Gönül Kaynak, A., Mendi, Y. (2019). *Achillea ketenoglui* H.Duman türünde *in vitro* mikroçoğaltım tekniklerinin araştırılması. *Alatarım*, 18(1):37-42.
 - 28.Duman, H., Aytaç, Z. (1991). A new *Aethionema* from Central Anatolia. *Karaca Arboretum Magazine*, 1:71-73.
 - 29.Vural, M. (2012). Türkiye'nin tehdit altındaki bitkileri: Angora tıfılı (*Cytisus acutangulus* Jaub. & Amp; Spach). *Nezahet Gökyiğit Botanik Bahçesi, İstanbul, Bağbahçe Dergisi*, 43:23.
 - 30.Kuşoğlu, B. (2009). Türkiye'nin tehdit altındaki bitkileri: Beypazarı gevenleri (*Astragalus beypazaricus/Astragalus yildirimlii*), NGBB'de üretim çalışmaları. *Bağbahçe Dergisi*, 26:14-15.
 - 31.Çınar, İ.B. (2012). *Salsola grandis* Freitag, Vural & N.Adıgüzel'in otoekolojisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
 - 32.Beton, D. (2011). Effects of climate change on biodiversity: a case study on four plant species using distribution models. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Biyolojik Bilimler Bölümü, Basılmamış Doktora Tezi*, Ankara.
 - 33.Keser, A.M. (2020). Nadir ve dar yayıllı *Muscari adilii* M.B. Güner & H.Duman, *Verbascum gypsicola* Vural & Aydoğdu ve *Kalidium wagenitzii* (Aellen) Freitag & G.Kadereit endemik bitki türlerinin ISSR tekniği ile genetik çeşitliliğinin koruma amaçlı belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
 - 34.Smith, P. (2019). The challenge for botanic garden science. *Plants People Planet*, 1:38-43.
 - 35.Crane, P. (2020). Conserving our global botanical heritage: the PSESP plant conservation program. *Plant Divers.* <https://doi.org/10.1016/j.pld.2020.06.007>, 42:319-322.
 - 36.Thomas, G., Sucher, R., Wyatt, A., Jiménez, I. (2022). *Ex-situ* species conservation: Predicting plant survival in botanic gardens based on climatic provenance. *Biological Conservation*, 265, 109410.

- 37.Bozdoğan, D. (2019). Tuzcul *Salsola grandis* bitkisi rizosfer koşullarından bitki gelişimini destekleyen rizobakteri izolasyonu ve biyogübre olarak kullanım potansiyelinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- 38.Güzel Vardar, S. (2021). Türkiye’de yetişen bazı sığırkuyruğu Sıracaotugiller/*Verbascum* L. (*Scrophulariaceae*) türlerinin antioksidan potansiyelinin araştırılması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.
- 39.Dilaver, Z. (2001). Ayaş beli ve çevresi doğal bitki örtüsü örneklerinin peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Araştırma Fonu, 12/11/1997-12/11/1999, Ankara.
- 40.Riaz, M., Zia-Ul-Haq, M., Jaafar, H.Z.E. (2013). Common mullein, pharmacological and chemical aspects. Revista Brasileira de Farmacognosia, ISSN:0102-695X, <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013000600012>, 23(6):948-959.
- 41.Kadıoğlu, B., Kadıoğlu, S., Turan, Y. (2008). Gevenlerin (*Astragalus* sp.) farklı kullanım alanları ve önemi. Alinteri Journal of Agriculture Science, 14(1):17-26. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/alinterizbd/issue/2379/30447>.
- 42.Bayram, E., Edreva, A., Gürel, A., Gevrek, M.N., Ekren, S., Tatar, M.Ö., Sönmez, Ç., Hayta, Ş. (2013). *Achillea millefolium* grubuna ait önemli tıbbi bitkilerde karşılaştırmalı bir çalışma: fizyolojik, fitokimyasal yaklaşımlar ve pratik uygulamalar. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Türkiye, 10-13 Eylül.

Abiyotik ve Biyotik Streslerin Cabernet-Sauvignon ve Merlot Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özelliklerine Etkisi

Elman BAHAR¹, İlknur KORKUTAL^{2*}, Cannur TOK ABAY³

¹Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü; ORCID: 0000-0002-8842-7695

²Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü; ORCID: 0000-0002-8016-9804

³Ziraat Yük. Müh., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü; ORCID: 0000-0002-1769-9669
Geliş Tarihi / Received: 29 Ocak 2024 Kabul Tarihi / Accepted: 13 Mayıs 2024

ÖZ

Dünya üzerindeki tüm bitkiler gibi asmalar da yetiştirilirken birçok biyotik ve abiyotik stres unsurlarıyla karşılaşmaktadır. Asmalarda sekonder metabolizma ürünü olarak ortaya çıkan fenolik bileşikler; aslında abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı hücresel düzeyde kendini savunma mekanizmasıdır. Diğer yandan sekonder metabolit üretimi artışı da kalite için istenen bir durumdur. Üzüm tanesinin fenolik bileşen içeriğinin yarıdan fazlası çekirdekten gelmekte; bu nedenle de üzüm çekirdeği de önemli bir biyoaktif bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada yedi farklı abiyotik ve biyotik stres uygulamasına (Kontrol, *Botrytis cinerea* Pers ex. Fr. inokülasyonu, darbe, yaprak alma, yaprak yaralama, UV-C, vibrasyon) tabi tutulan Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşidi omcalarından hasat edilen salkımların içindeki çekirdekler incelenmiştir. Çekirdeklerde; tanedeki çekirdek sayısı, çekirdek yaş ve kuru ağırlığı, tane yaş ağırlığı-çekirdek yaş ağırlığı, tane kuru ağırlığı-çekirdek kuru ağırlığı, çekirdek oranı (yaş-kuru), çekirdek su oranı, 1 çekirdek yaş ağırlığı ve 1 çekirdek kuru ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. İncelenen kriterlerde, çeşit kaynaklı farklılıklar görülmüştür. Merlot üzüm çeşidi çekirdek sayısı (1,80 adet), çekirdek yaş ağırlığı (0,20 g) Cabernet-Sauvignon'dan (1,41 adet ve 0,16 g) büyük bulunmuştur. Ayrıca tane kuru ağırlığı-çekirdek kuru ağırlığı farkının Cabernet-Sauvignon (0,22 g) çeşidinde Merlot çeşidinden (0,18 g) büyük olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar dikkate alındığında belirgin bir farklılık olmadığı anlaşılmıştır. Omcalara kalıcı hasar verebilecek olan UV-C, darbe, vibrasyon ve tüm yaprakları alma gibi abiyotik streslerin sonraki yılın çekirdek özelliklerine olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür. Sekonder metabolit üretimini artırmak amacıyla gerçekleştirilen abiyotik ve biyotik streslerin çekirdek özelliklerini negatif etkilemediği, gerektiğinde bu uygulamaların yapılabileceği sonucuna erişilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üzüm çekirdeği, çekirdek su oranı, abiyotik stres, biyotik stres, *Vitis vinifera* L.

The Effect of Abiotic and Biotic Stresses on Distinct Seed Characteristics in Cabernet-Sauvignon and Merlot Grape Varieties

ABSTRACT

Like all plants on Earth, grapevines also encounter various biotic and abiotic stress factors during cultivation. Phenolic compounds that emerge as secondary metabolites in grapes are, in fact, cellular defense mechanisms against abiotic and biotic stress factors. On the other hand, an increase in the production of secondary metabolites is also a desirable condition for quality. As known, when the phenolic component content of grape berries is proportionally ranked, more than half of it comes from the seeds; grape seeds are also significant bioactive compounds. In this study, clusters harvested from Cabernet-Sauvignon and Merlot grapevine shoots subjected to seven different abiotic and biotic stress applications (Control, *Botrytis cinerea* Pers ex. Fr. inoculation, shock action, leaf removal, leaf injury, UV-C, vibration) were examined. In the seeds, measurements were taken for the number of seeds per berry, seed fresh and dry weight, berry fresh weight-seed fresh weight, berry dry weight-seed dry weight, seed ratio (fresh-dry), seed moisture content, 1 seed fresh and dry weight. In the examined criteria, differences originating from various sources have been observed. The Merlot cv. exhibited greater seed number (1.80 number) and seed fresh weight (0.20 g) compared to cv. Cabernet-Sauvignon (1.41 number and 0.16 g, respectively). Furthermore, it has been determined that the difference between berry dry weight and seed dry weight is larger in the cv. Cabernet-Sauvignon (0.22 g) compared to the cv. Merlot (0.18 g). When considering the applications, it is understood that there is no significant difference. It has been observed that abiotic stresses such as UV-C, shock action, vibration, and leaf removal, which could cause permanent damage to the vines, do not have a negative effect on the seed properties of the following year. It has been concluded that abiotic and biotic stresses performed to increase secondary metabolite production do not negatively affect seed properties, and these applications can be carried out when necessary.

Keywords: Grape seed, seed moisture content, abiotic stress, biotic stress, *Vitis vinifera* L.

*Sorumlu yazar / Corresponding author: ikorkutal@nku.edu.tr

GİRİŞ

Dünyada bağcılık, tüm tarım kollarında olduğu gibi birçok biyotik ve abiyotik stresle karşı karşıyadır. Özellikle son yıllarda iklim koşulları keskin değişimlere maruz kalmaktadır. Sıcaklık artışlarıyla birlikte yağış düzensizlikleri bağdaki verim ve kaliteyi etkilemektedir [1, 2]. Jones ve ark. [3], dünya üzerinde 2000 yılından 2100 yılına kadar her 10 yılda bir 0,18-0,58°C'lik artış olacağını öngörmüşlerdir. Su ve sıcaklık gibi abiyotik streslerle başa çıkmak için yeni adaptasyon stratejileri gerekmektedir. Ancak bazı araştırmalar su stresi ile üzüm ve şarabın uçucu bileşik konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyon olduğunu da göstermektedir [4]. Her bitkinin maruz kalabileceği biyotik (bakteriler, funguslar, fitohormonlar vb.) ve abiyotik (ışık ve ses dalgaları, nano yapılar, uçucu bileşikler, besin noksanlığı, metaller ve toprak kirleticiler) stresler vardır [5]. Sağlıklı toprak, biyotik ve abiyotik stres etkenleri karşısında asmanın dayanıklı olmasını sağlar [6]. Aslında anaç üzerine kültür çeşidinin aşılınmasıyla, birleşen iki farklı biyolojik sistemin abiyotik strese adaptasyonu da değiştirilmektedir [7]. Sıcaklığın (düşük-yüksek) ani değişimi [8], aşırı veya az yağış [9] da abiyotik stresler arasındadır. Endofitlerin biyotik stres unsurlarına [10] ve bazı abiyotik stres unsurlarına karşı da asma dayanıklılığını artırdığı belirtilmiştir [11]. AMF kullanımı da abiyotik ve biyotik stresi hafifletmede bir araçtır [12]. Ayrıca abiyotik stresler arasında; mekanik stres [13], mekanik hasar ve mekanik titreşim [14] de sayılmıştır. Ultrasonikasyon [15, 16] ve elektriksel uyarım da bir abiyotik streştir [17]. Herhangi bir nedenle bitkinin yaralanması da stres yaratan bir uyarıcı olarak ele alınmıştır [18]. Aynı zamanda UV ışınının oldukça etkili bir abiyotik uyarıcı olduğu Langcake ve Pryce [19] ve Creasy ve Coffee [20] tarafından bildirilmiştir. Nigro ve ark. [21], UV-C uygulamasının *Botrytis cinerea* bulaşıklığını azaltma etkisinden söz etmişlerdir. Ayrıca Bahar ve ark. [22], asmalara uyguladıkları 7 biyotik ve abiyotik stresin salkım özelliklerini negatif etkilemediğini belirtmişlerdir.

Üzümün kendisi olduğu gibi çekirdeği de önemli bir biyoaktif bileşendir. Üzüm tanesinin fenolik bileşen içeriği oransal olarak sıralandığında %60-70'i çekirdek, %28-35 kabuk ve %10 tane etindedir [23, 24, 25, 26]. Tanenin %50 kabuk, %25 çekirdek ve %25 sap bileşenlerinden oluştuğu bildirilmiştir [27]. Çekirdek ağırlığı tane ağırlığının %10'una kadar ulaşabilmektedir [28]. Bitkilerin sekonder metabolizma ürünü olan fenolik bileşikler abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı bitkilerin hücresel düzeyde savunma mekanizmalarıdır [29]. Ayrıca en

yüksek fenolik bileşen içeriği (kateşin, epikateşin gallat, kuersetin, resveratrol ve gallik asit) üzüm çekirdeğinde bulunmaktadır [30, 31]. Üzüm çekirdeğinde yağ asitleri, tokoller, proantosiyanidinler ve steroller gibi biyoaktif bileşenler bulunmaktadır [32]. Ayrıca çekirdekte yüksek oranda Flavan-3-oller bulunduğu belirtilmiştir [33]. Tüm bunların yanında üzüm çekirdeği aynı zamanda doğal bir antioksidandır [34, 27]. Üzüm çekirdeği; fenolik bileşiklerin yanı sıra lipidler (%13-19), proteinler (%11) ve sindirilmeyen karbonhidratlar (%60-70)'da içermektedir [35, 36].

Akın ve Altındışli [23], farklı üzüm çeşitlerinde çekirdek yağ asitleri ve fenolik madde konsantrasyonlarının; çeşitlerin genetik yapıları, iklim, toprak ve diğer yetiştiricilik koşullarıyla değişebileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde üzümlerdeki fenolik bileşik içeriklerinin çeşitler arası farklılık gösterdiği bilinmektedir [37]. Poni ve ark. [38], çiçeklenme öncesi yapılan yaprak alma uygulamasında, tane ağırlığı ile tane kabuk ve çekirdek ağırlıklarının arasında yüksek oranda ilişki olduğunu saptamışlardır. Candar [39] yaprak yaralamasının (hasattan 15 gün, 10 gün, 5 gün ve 3 gün önce ve kombinasyonlarının) Merlot üzüm çeşidi salkım ve tanelerine etkisini incelemiştir. Deneme sonucunda tanedeki çekirdek sayısının bu uygulamalardan etkilenmediğini belirlemiştir. Bunun yanında Candar [40], Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde yapmış olduğu yaprak yaralama uygulamaların çekirdek sayısını değiştirdiğini belirlemiştir. T4 (hasattan 15 gün önce doğu yönüne uygulama) salkımdaki tane sayısını artırmış, T9 (hasattan 5 gün önce doğu yönüne uygulama) en düşük çekirdek sayısına sahip olmuştur. Zhou ve ark. [33], 4 üzüm çeşidinin çekirdek ve kabuğundaki polifenollerini incelemişlerdir. Bu çeşitler arasında yer alan Cabernet-Sauvignon çeşidinin çekirdeğindeki (%16,02) polifenol içeriğinin kabuktan (%13,25) yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Kamiloğlu ve Üstün [41], bazı şaraplık üzüm çeşitlerinde çekirdek ağırlığı değerlerinin 30,0-56,3 mg.çekirdek⁻¹, 58,6-86,1 mg.tane⁻¹ ve tanedeki çekirdek sayısının 1,34-2,27 adet.tane⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Ayrıca tane büyüklüğü ile tanedeki çekirdek ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bu çalışma kapsamında; asmaya iki yıl boyunca uygulanan abiyotik ve biyotik stres uygulamalarının çekirdek özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmanın en önemli çıktısı bitkiye hasar vermesi ve gelecek yılın ürünü üzerine olumsuz etkisi olması beklenen UV-C ışını, darbe, yaprak yaralama ve tüm yaprakları almanın çekirdek özelliklerini değiştirip değiştirmediğini belirlemektir. Araştırma sonucunda

çekirdeğin bu negatif streslerden nasıl etkilendiği belirlenecektir.

MATERYAL VE METOT

Deneme Yeri ve Stres Uygulamaları

Araştırma bağı Tekirdağ ilinde, Cabernet-Sauvignon/SO4 ve Merlot/SO4 aşı kombinasyonuna sahip omcalardan oluşmuştur. Çift kollu Kordon Royat terbiye şekline sahip omcalar, 15 yaşındadır. Cabernet-Sauvignon ve Merlot bağı toprağı killi tın özelliğindedir. Ayrıca bağda; magnezyum çok yüksek, çinko düşük, fosfor yeterli, kalsiyum yeterli, organik madde yeterli, toplam azot yeterli, pH yüksek olarak tespit edilmiştir.

Metot

Tesadüf Blokları Deneme Deseninde kurulan denemede olgunluk öncesi (hasada 5 gün kala), 5 abiyotik stres, 1 biyotik stres ve Kontrol uygulaması olmak üzere toplam 7 stres uygulaması yapılmıştır. *Botrytis cinerea* Pers ex. Fr. inokülasyonu: Üzümden izole edilmiş ve 24°C'de agarda geliştirilmiş olan *Botrytis cinerea* izolatu inoküle edilmiş ve inokülasyonun ardından omca üzerindeki salkımlar PE torba ile %90-95 nemde 24 saat kapatılmıştır. Yaprak yaralama: Hazırlanan esnek çubuk ile asmanın iki yönüne vurularak yapraklar yaralanmıştır. Darbe: Asmanın gövde ve kollarına 5 gün, günde iki kez plastik tokmak ile 1 dk süreyle vurulmuştur. UV-C ışını: Bağda omca üzerine geçirilen UV-C kabini 254 nm, 30 watt'lık UV-C ampulu takılarak hazırlanmıştır [19]. Kabin 5 gün, günde iki kez 1dk süreyle asma üzerinde bekletilmiştir. Yaprak alma: Hasattan 5 gün önce bitki üzerindeki tüm yapraklar koparılmıştır. Vibrasyon: Beton yüzeyleri kırma ve delme özelliğindeki matkap ile 5 gün, günde iki kez 1dk süreyle vibrasyon uygulanmıştır. Uygulama ana gövde ve ana kol birleşim noktası ve ana kollara yapılmış, matkap ucu mevcut titreşimi ve darbeyi sönmüleyerek takılı bulunduğu alanda oluşacak zararı azaltmak üzere izole edilmiştir. Kontrol: Herhangi bir stres uygulanmayan asmalar bu gruptadır.

Çekirdek Ölçümleri

Çekirdek ölçümleri laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yukarıda anlatılan her stres uygulamasından gelen sağlıklı salkımlardan kesilen 12 tanenin çekirdekleri el ile petri kaplarına çıkartılmıştır [24]. Çıkarılan çekirdekler çeşme suyu

ile yıkanmış, kurutma kağıdı üzerinde oda sıcaklığında bekletildikten sonra ölçülmüşlerdir.

Tanedeki çekirdek sayısı (adet): Elde edilen çekirdekler adet olarak kaydedilmiştir.

•Çekirdek yaş ağırlığı (g): Bu çekirdekler 0,01'e duyarlı hassas terazide (Knmaster, MT 200 model, Karun Teknoloji, Türkiye) tartılarak kaydedilmiştir.

•Çekirdek kuru ağırlığı (g): Yaş ağırlıkları belirlenen çekirdekler 65-70°C'de 72 saat süre ile etüvde (Nüve, EN300 model, Nüve Sanayi Malz. İmalat ve Tic. A.Ş., Türkiye) kurutulmuş ve 0,01'e duyarlı hassas terazide tartımları yapılmıştır.

•Tane yaş ağırlığı-çekirdek yaş ağırlığı (g): Tanelerin yaş ağırlığından, çekirdek yaş ağırlığı çıkartılmıştır.

•Tane kuru ağırlığı-çekirdek kuru ağırlığı (g): Tanelerin kuru ağırlığından, çekirdek kuru ağırlığı çıkartılmıştır.

•Çekirdek oranı (yaş): Aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

Çekirdek Oranı (Yaş) = (Çekirdek Yaş Ağırlığı × 100) / Tane Yaş Ağırlığı (1)

•Çekirdek oranı (kuru): Aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

Çekirdek Oranı (Kuru) = (Çekirdek Kuru Ağırlığı × 100) / Tane Kuru Ağırlığı (2)

•Çekirdek su oranı: Aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

Çekirdek Su Oranı = [(100 × (Çekirdek Yaş Ağırlığı - Çekirdek Kuru Ağırlığı) / Çekirdek Yaş Ağırlığı)] (3)

•1 çekirdek yaş ağırlığı (g): Aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

1 Çekirdek Yaş Ağırlığı = Çekirdek Yaş Ağırlığı / Tanedeki Çekirdek Sayısı (4)

•1 çekirdek kuru ağırlığı (g): Aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

1 Çekirdek Kuru Ağırlığı = Çekirdek Kuru Ağırlığı / Tanedeki Çekirdek Sayısı (5)

İstatistik Analiz

Çekirdeğe ait ölçümlerden toplanan veriler MSTAT-C istatistik programı ile değerlendirilmiştir. Asgari Önemli Farkı (AÖF) belirlemek için LSD testi yapılmıştır. Tüm kriterler için yıllar tek tek ve ardından da iki yıl verisi birleştirilerek analiz gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tekirdağ İli İklim Verileri

Uzun yıllar yağış ortalaması incelendiğinde en fazla yağış alan ayın Aralık olduğu (ortalama 81,5 kg.m⁻²) ve en az yağış alan ayın da Ağustos (ortalama

13,3 kg.m⁻²) olduğu görülmüştür. En yağışlı günler Ocak ayı içerisinde (12,3 gün), buna karşın en az yağışlı günler de Ağustos ayı içinde (2,4 gün) gerçekleşmiştir. Tekirdağ ilinin uzun yıllar ortalama yıllık yağışlı gün sayısı 8,10 gün olarak kaydedilmiştir [42]. 2016 yılında Ocak ayından Eylül ayı sonuna kadar toplam 265 mm yağış düşmüş iken, 2017 yılında bu değer 361 mm olmuştur. Uzun yıllar ortalama yağış miktarı 581,80 mm olarak kaydedilmiştir. 2016 yılında bu değer 219,00 mm ve 2017 yılında da 430,10 mm şeklinde gerçekleşmiştir. Buradan yola çıkılarak Hidrotermik Gösterge değerleri, yıllık ortalama yağış değerleri ile paralellik göstermiştir. 2016 yılı 1745,33°C.mm ile hastalık riski açısından sorunsuz bir yıl olurken, 2017 yılında 2867,24°C.mm'lik değer verim ve kalite açısından zarara neden olmuştur. Uzun yıllar hidrotermik gösterge değerinin de 3437,63 hastalık riskli olduğu söylenebilir. Huglin Index'inin, uzun yıllar ortalamasına bakıldığında Tekirdağ'ın 2132,82 ile ılıman iklim sınıfında yer aldığı görülmektedir. 2016 yılı 2582,02 ile sıcak yıl ve 2017 yılında da 2223,0 ile ılıman bir iklim olduğu tespit edilmiştir

İklim farklılıkları nedeniyle hasat zamanları her yıl farklılık gösterdiğinden (9 gün), ilk yıl 18.09.2016 tarihinde, ikinci yıl 27.09.2017 tarihinde hasat gerçekleştirilmiştir. İklim değişikliği nedeniyle Fransa Alsace [43] ve Almanya Baden örneklerindeki gibi hasadın 2 hafta erken-geç yapıldığı bulgusuyla benzer sonuç alınmıştır [44].

Tanedeki Çekirdek Sayısı (adet)

Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde 2016 ve 2017 yıllarında gerçekleştirilen stres uygulamalarının tanedeki çekirdek sayısı üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Tanedeki çekirdek sayısı değerlerinin çeşitler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Merlot üzüm çeşidinin ortalama çekirdek sayısı (1,8 adet) Cabernet-Sauvignon çeşidinden (1,41 adet) daha fazladır. Ayrıca çeşit × uygulama (Ç×U) interaksyonunun da önemli olduğu tespit edilmiştir. Merlot × UV-C interaksyonu en yüksek çekirdek sayısı (2 adet) değerine sahip bulunmuştur. Benzer şekilde Çelik [45] Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinin çekirdek sayısının 2-3 adet olduğunu belirlemiştir. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde tanedeki çekirdek sayısının 1,96 adet olduğu bulgusuyla, araştırma bulguları benzer bulunmuştur [46].

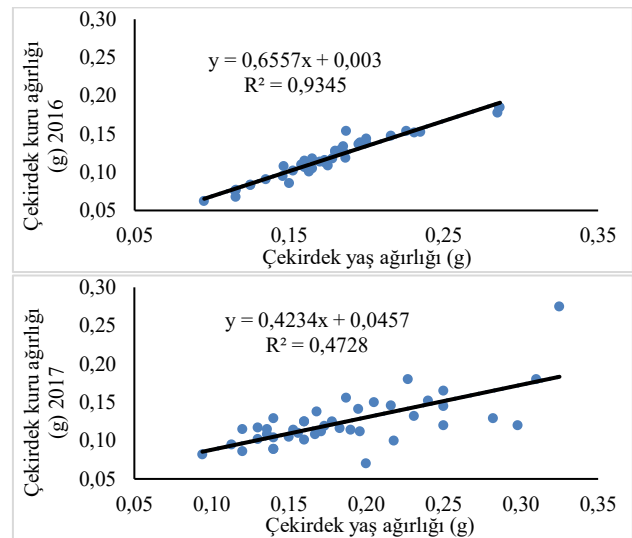
Çekirdek Yaş Ağırlığı (g)

2016 ve 2017 yılında çekirdek yaş ağırlığı arttıkça çekirdek kuru ağırlığı da artmış ve iki değer arasında doğrusal bir etkileşim izlenmiştir (Şekil 1).

Çizelge 1. Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin tanedeki çekirdek sayısı (adet) üzerine iki yıllık etkileri

Çeşit	Uyg	Ç×U int.				UE			ÇE			
		2016	2017	Ort.		2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	
CS	K	1,34	1,37	1,36 D	K	1,66	1,65	1,65	CS	1,41	1,41	1,41 B
	D	1,47	1,41	1,44 D		D	1,5	1,43				
	U	1,38	1,39	1,38 D	U		1,69	1,7		1,69		
	V	1,48	1,45	1,47 D		V	1,6	1,59		1,6		
	Y	1,4	1,43	1,42 D	Y		1,62	1,66		1,64		
	Ya	1,29	1,33	1,31 D		Ya	1,59	1,61		1,6		
	Bc	1,49	1,51	1,5 CD	B		1,6	1,62		1,61		
	K	1,97	1,92	1,99 CD								
M	D	1,54	1,45	1,5 CD	D	1,62	1,66	1,64	M	1,81	1,81	1,80 A
	U	1,99	2,01	2,0 A		U	1,59	1,61				
	V	1,72	1,73	1,72 BC	V		1,6	1,62		1,61		
	Y	1,84	1,89	1,87 AB		Y	1,6	1,62		1,61		
	Ya	1,89	1,89	1,89 AB	Ya		1,6	1,62		1,61		
	B	1,71	1,73	1,72 BC		B	1,6	1,62		1,61		
	YE	1,6	1,61									
	LSD %0,1											
LSD %5			0,249									
ÇE LSD 0,001=0,163; Ç×U int. LSD 0,05=0,249												

[CS (Cabernet-Sauvignon), M (Merlot), ÇE (Çeşit Ana Etkisi), UE (Uygulama Ana Etkisi), YE (Yıl Ana Etkisi), Uyg (Uygulamalar), K (Kontrol), D (Darbe), U (UV-C), V (Vibrasyon), Y (Yaprak yaralama), Ya (Yaprak alma), B (*Botrytis cinerea*) Ç×U int. (Çeşit × Uygulama interaksyonu), Ort. (Ortalama)]



Şekil 1. 2016 ve 2017 yılı çekirdek yaş ağırlığı ile çekirdek kuru ağırlığı etkileşimi

2016 ve 2017 yılları çekirdek yaş ağırlık ortalamaları incelendiğinde çeşitler bazında fark olduğu görülmüştür. Her çeşit kendi genetik yapısı gereği belirli ağırlıkta çekirdeklere sahip olduğundan bu fark oluşmuştur. Merlot üzüm çeşidi çekirdeklerinin ortalama ağırlığı 0,20 g olurken, Cabernet-Sauvignon çeşidinin 0,16 g olmuştur (Çizelge 2). Elde edilen çekirdek ağırlığı değerleri OIV 243 no.lu koda göre [47] çok düşük (10 mg) ile düşük (20 mg) arasında bulunmuştur. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinin ortalama çekirdek yaş ağırlığı Yeşilyurt Er ve Altındışli [46] tarafından 0,42 g bulunmuştur. Bu değer araştırma sonuçlarından

oldukça yüksektir. Bu farkın terroir kökenli olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 2. Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin çekirdek yaş ağırlığı (g) üzerine iki yıllık etkileri

Çeşit	Uyg.	Ç×U int.			UE			ÇE			
		2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	
CS	K	0,17	0,18	0,17	K	0,2	0,21	CS	0,17	0,15	0,16
	D	0,11	0,17	0,14							
	U	0,14	0,14	0,14							
	V	0,16	0,18	0,17	D	0,16	0,21				
	Y	0,17	0,17	0,17							
	Ya	0,16	0,15	0,16							
M	Bc	0,17	0,19	0,18	U	0,18	0,17	M	0,2	0,2	0,20
	K	0,22	0,24	0,23							
	D	0,22	0,25	0,23							
	U	0,21	0,2	0,21	Y	0,19	0,17				
	V	0,17	0,17	0,17							
	Y	0,21	0,18	0,2							
YE	0,18	0,19		B	0,17	0,18	0,17				
LSD %0,1											0,036
ÇE LSD 0,001=0,036											

[CS (Cabernet-Sauvignon), M (Merlot), ÇE (Çeşit Ana Etkisi), UE (Uygulama Ana Etkisi), YE (Yıl Ana Etkisi), Uyg (Uygulamalar), K (Kontrol), D (Darbe), U (UV-C), V (Vibrasyon), Y (Yaprak yaralama), Ya (Yaprak alma), B (*Botrytis cinerea*) Ç×U int. (Çeşit × Uygulama interaksyonu), Ort. (Ortalama)]

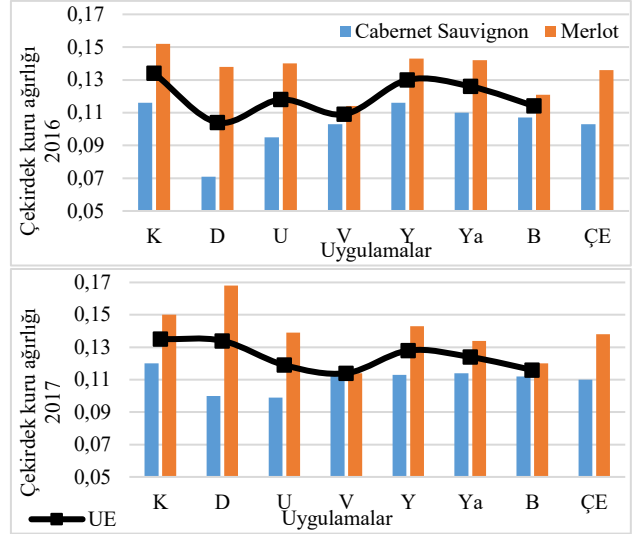
Çekirdek Kuru Ağırlığı (g)

2016 ve 2017 yılları Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde çekirdek kuru ağırlık değerleri, Çeşit Ana Etkisi (ÇE) ve Uygulama Ana Etkisi (UE) değerleri Şekil 2'de sunulmuştur. Çekirdek kuru ağırlığı değerlerinin uygulamalara ve yıllara göre değişmediği görülmektedir. Bu da farklı stres uygulamalarının, özellikle UV-C gibi, sonraki yılın çekirdek kuru ağırlıklarını değiştirmediklerini göstermesi bakımından önemlidir. Çünkü UV-C öldürücü bir ışıdır, bitkiyi olumsuz etkileyebilir. Verilen 2017 yılı sonucu ile üzüm tanelerinin içindeki çekirdek oluşumunun da bir önceki yılda uygulanan UV-C ışınından negatif etkilenmediğini göstermiştir. Bu istenen bir sonuçtur.

Tane Yaş Ağırlığı-Çekirdek Yaş Ağırlığı Farkı (TYAğ-ÇYAğ) (g)

Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan farklı streslerin tane yaş ağırlığı-çekirdek yaş ağırlığı farkı üzerine iki yıllık etkileri incelendiğinde ÇE, YE, UE ve Ç×U interaksyonları açısından önemli etkide bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

2016 ve 2017 yılında tane yaş ağırlık-çekirdek yaş ağırlık değeri azaldıkça, çekirdek oranı (yaş) değeri de azalmıştır (Şekil 3).



[CS (Cabernet-Sauvignon), M (Merlot), ÇE (Çeşit Ana Etkisi), UE (Uygulama Ana Etkisi), YE (Yıl Ana Etkisi), Uyg (Uygulamalar), K (Kontrol), D (Darbe), U (UV-C), V (Vibrasyon), Y (Yaprak yaralama), Ya (Yaprak alma), B (*Botrytis cinerea*) Ç×U int. (Çeşit × Uygulama interaksyonu), Ort. (Ortalama)]

Şekil 2. Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde 2016 ve 2017 yılı çekirdek kuru ağırlığı

Çizelge 3. Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin tane yaş ağırlığı-çekirdek yaş ağırlığı (g) üzerine iki yıllık etkileri

Çeşit	Uyg.	Ç×U int.			UE			ÇE			
		2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	
CS	K	0,98	0,99	0,98	K	0,92	0,92	CS	0,99	0,99	1
	D	1,06	0,98	1,02							
	U	1,08	1,11	1,09							
	V	0,94	0,94	0,94	D	1,01	0,96				
	Y	0,96	0,97	0,96							
	Ya	0,98	0,98	0,98							
M	Bc	0,94	0,93	0,94	U	1,03	1,07	M	0,94	0,96	1
	K	0,86	0,85	0,86							
	D	0,95	0,95	0,95							
	U	0,99	1,03	1,01	Y	0,93	0,97				
	V	0,98	0,99	0,99							
	Y	0,91	0,97	0,94							
YE	0,96	0,97		B	0,91	0,93	0,92				

[CS (Cabernet-Sauvignon), M (Merlot), ÇE (Çeşit Ana Etkisi), UE (Uygulama Ana Etkisi), YE (Yıl Ana Etkisi), Uyg (Uygulamalar), K (Kontrol), D (Darbe), U (UV-C), V (Vibrasyon), Y (Yaprak yaralama), Ya (Yaprak alma), B (*Botrytis cinerea*) Ç×U int. (Çeşit × Uygulama interaksyonu), Ort. (Ortalama)]

Tane Kuru Ağırlık-Çekirdek Kuru Ağırlık Farkı (TKAğ-ÇKAğ) (g)

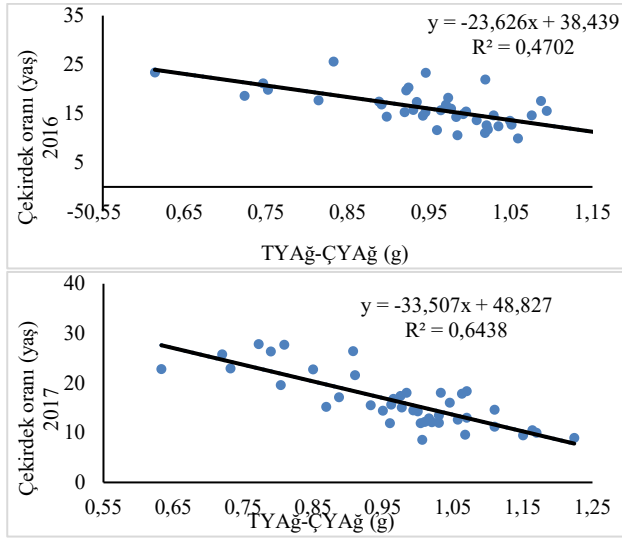
2016 yılında TKAğ-ÇKAğ değeri arttıkça, çekirdek oranı (yaş) miktarında azalma görülmüştür (Şekil 4).

2016, 2017 TKAğ-ÇKAğ yıl birleştirme verilerine göre Çeşit Ana Etkisi dışında önemli bir farklılık görülmemiştir. TKAğ-ÇKAğ değeri daha çok Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde 0,22 g tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çekirdek Oranı (yaş) (%)

Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde 2016 ve 2017 yılları çekirdek oranı (yaş) değerleri açısından çeşitler, uygulamalar ve çeşit × uygulama interaksyonları arasında istatistikî açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 5).

2016 yılı çekirdek oranı (yaş) değerlerinin %9,66 ile %20,67 arasında değiştiği görülmüştür. 2017 yılı değerlerinin ise %11,25-%22,31 arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 6).

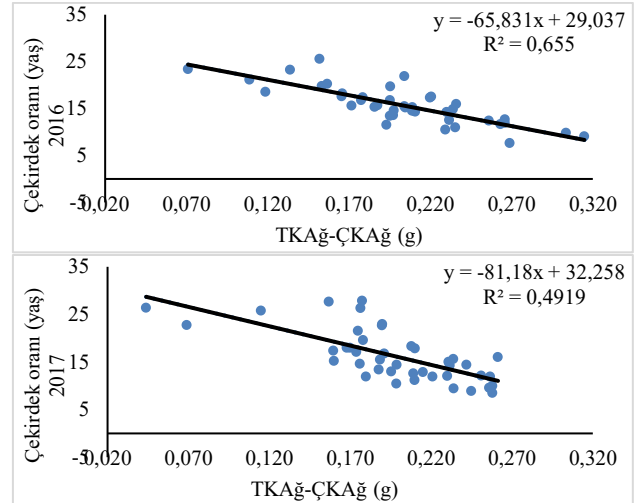


Şekil 3. 2016 ve 2017 yılı tane yaş ağırlığı-çekirdek yaş ağırlığı ile çekirdek oranı (yaş) etkileşimi

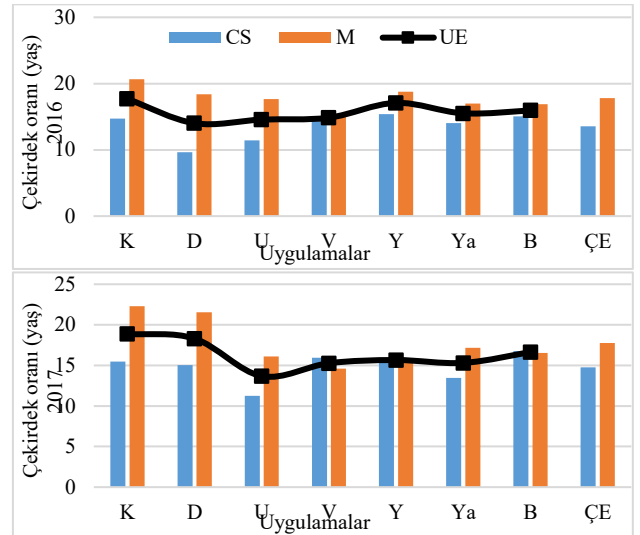
Çizelge 4. Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin tane kuru ağırlığı-çekirdek kuru ağırlığı (g) üzerine iki yıllık etkileri

Çeşit	Uyg.	C×U int.			UE			ÇE				
		2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.		
CS	K	0,21	0,2	0,21	K	0,18	0,18	0,18	CS	0,22	0,23	0,22
	D	0,26	0,23	0,24		0,21	0,19	0,2				
	U	0,27	0,24	0,26		0,23	0,22	0,22				
	V	0,21	0,2	0,21		0,2	0,2	0,2				
	Y	0,21	0,21	0,21		0,2	0,2	0,2				
	Ya	0,22	0,23	0,22		0,21	0,22	0,21				
	Bc	0,21	0,2	0,21		0,2	0,2	0,2				
M	K	0,15	0,15	0,15	Y	0,2	0,2	0,2	M	0,18	0,18	0,18
	D	0,17	0,14	0,16		0,2	0,2	0,2				
	U	0,2	0,19	0,19		0,21	0,22	0,21				
	V	0,19	0,19	0,19		0,19	0,18	0,19				
	Y	0,19	0,19	0,19		0,19	0,18	0,19				
	Ya	0,2	0,2	0,2		0,19	0,18	0,19				
B	0,17	0,17	0,17									
YE		0,18	0,19									
LSD %0,1											0,036	
ÇE LSD 0,001= 0,036												

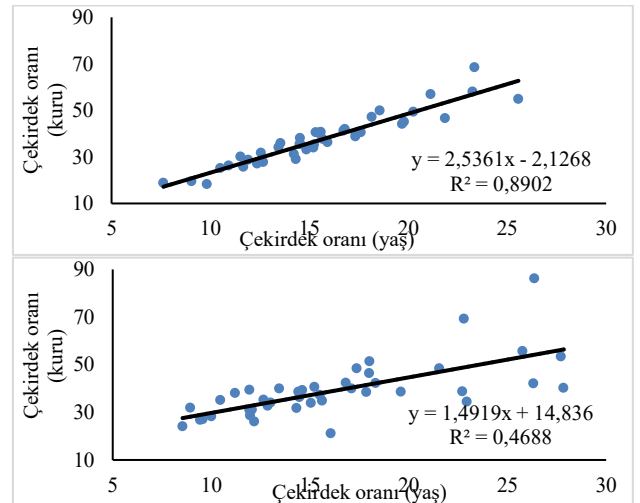
[CS (Cabernet-Sauvignon), M (Merlot), ÇE (Çeşit Ana Etkisi), UE (Uygulama Ana Etkisi), YE (Yıl Ana Etkisi), Uyg (Uygulamalar), K (Kontrol), D (Darbe), U (UV-C), V (Vibrasyon), Y (Yaprak yaralama), Ya (Yaprak alma), B (*Botrytis cinerea*) Ç×U int. (Çeşit × Uygulama interaksyonu), Ort. (Ortalama)]



Şekil 4. 2016 ve 2017 yılı TKAğ-ÇKAğ ile çekirdek oranı (yaş ve kuru) etkileşimi



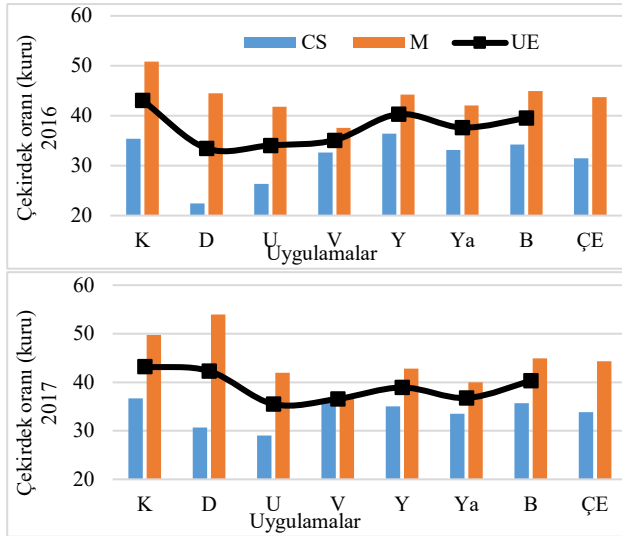
Şekil 5. 2016 ve 2017 yılları Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin çekirdek oranı (yaş) üzerine etkileri



Şekil 6. 2016 ve 2017 yılı çekirdek oranı (yaş) ile çekirdek oranı (kuru) etkileşimi

Çekirdek Oranı (kuru) (%)

2016 ve 2017 yılı Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde çekirdek oranı (kuru) değerleri, çeşit ana etkisi, uygulama ana etkisi değerleri incelenmiş ve bunların interaksiyonlarının da istatistik olarak önemli olmadığı görülmüştür (Şekil 7). 2016 yılında çekirdek oranı (kuru) %33,47-%43,11 arasında; 2017 yılında %35,49-%49,72 arasında değişmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. 2016 ve 2017 yılları Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin çekirdek oranı (kuru) üzerine iki yıllık etkileri

Çekirdek Su Oranı (%)

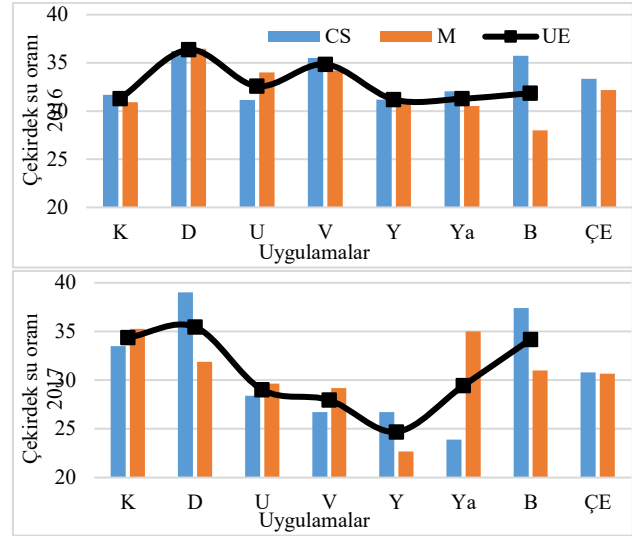
2016 ve 2017 yılı Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde çekirdek su oranı değerlerinin uygulama kombinasyonlarına göre değişmediği belirlenmiştir (Şekil 8).

2016 yılı çekirdek su oranı değerlerinin %31,20 ile %36,36 arasında ve 2017 yılı çekirdek su oranı değerlerinin de %29,03 ile %35,46 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çekirdek Yaş Ağırlığı (g)

2016 ve 2017 yıllarında 1 çekirdek yaş ağırlığı arttıkça 1 çekirdek kuru ağırlığı da artmıştır (Şekil 9).

İki yıllık uygulamaların Ç×U interaksiyonunun önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Buna göre en yüksek 1 çekirdek yaş ağırlığı değerinin CS × K interaksiyonundan alındığı kaydedilmiştir. Diğer interaksiyonların hepsi aynı önem grubunda yer almıştır.



Şekil 8. 2016 ve 2017 yılları Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin çekirdek su oranları üzerine iki yıllık etkileri

Çizelge 5. Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin 1 çekirdek yaş ağırlığı üzerine iki yıllık etkileri

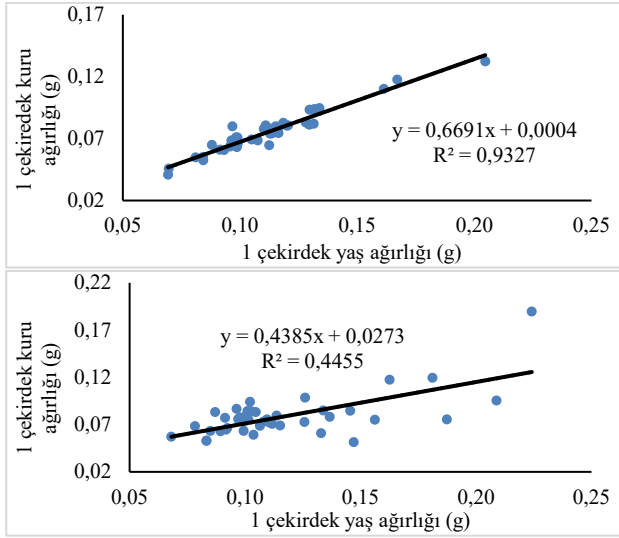
Çeşit	Uyg.	Ç×U int.				UE			ÇE			
		2016	2017	Ort.		2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	
CS	K	0,13	0,12	0,13 A	K	0,12	0,13	0,12	CS	0,11	0,11	0,10
	D	0,08	0,12	0,10 B		D	0,11	0,15				
	U	0,10	0,10	0,10 B	U		0,10	0,10		0,10		
	V	0,11	0,12	0,12 B		V	0,11	0,11		0,11		
	Y	0,12	0,12	0,12 B	Y		0,12	0,11		0,11		
	Ya	0,13	0,12	0,12 B			Ya	0,12		0,11	0,12	
	Bc	0,11	0,12	0,12 B	B	0,11		0,11		0,11		
M	K	0,11	0,12	0,12 B	K	0,12	0,11	0,11	M	0,11	0,11	0,10
	D	0,14	0,17	0,10 B		D	0,12	0,11				
	U	0,11	0,10	0,10 B	U		0,12	0,11		0,12		
	V	0,1	0,10	0,10 B		V	0,12	0,11		0,12		
	Y	0,11	0,10	0,11 B	Y		0,11	0,11		0,11		
	Ya	0,11	0,11	0,11 B			Ya	0,11		0,11	0,11	
	B	0,10	0,10	0,10 B	B	0,11		0,11		0,11		
YE	0,11	0,12										
LSD %5			0,035									

Ç×U int. LSD 0,05=0,0347

[CS (Cabernet-Sauvignon), M (Merlot), ÇE (Çeşit Ana Etkisi), UE (Uygulama Ana Etkisi), YE (Yıl Ana Etkisi), Uyg (Uygulamalar), K (Kontrol), D (Darbe), U (UV-C), V (Vibrasyon), Y (Yaprak yaralama), Ya (Yaprak alma), B (*Botrytis cinerea*) Ç×U int. (Çeşit × Uygulama interaksiyonu), Ort. (Ortalama)]

Bir Çekirdek Kuru Ağırlığı (g)

1 çekirdek kuru ağırlığı açısından çeşit × uygulama interaksiyonu LSD %5'lik düzeyde önemli tespit edilmiştir (Çizelge 6). Merlot × D uygulaması interaksiyonu en yüksek (0,10 g) değere; Cabernet-Sauvignon × D uygulaması interaksiyonu en düşük (0,06 g) değere sahip olmuştur. Zaten yüksek olan 1 çekirdek kuru ağırlığı değerinin (0,092 g) yapılan D uygulamasıyla omcaya verilen mekanik zararlar, bir yıl sonra (2017) kuru madde birikimini 0,024 g artırdığı görülmüştür.



Şekil 9. 2016 ve 2017 yılı 1 çekirdek yaş ağırlığı ile 1 çekirdek kuru ağırlığı etkileşimi

Çizelge 6. Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerine uygulanan streslerin 1 çekirdek kuru ağırlığı üzerine iki yıllık etkileri

Çeşit	Uyg.	Ç×U int.				UE			CE			
		2016	2017	Ort.		2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	
CS	K	0,086	0,09	0,09 AB	K	0,08	0,08	0,08	CS	0,08	0,07	0,10
	D	0,049	0,07	0,06 C								
	U	0,070	0,07	0,07 BC	D	0,07	0,09	0,08				
	V	0,071	0,08	0,07 BC								
	Y	0,083	0,08	0,08 ABC	U	0,07	0,07	0,07				
	Ya	0,086	0,09	0,09 AB								
M	Bc	0,072	0,07	0,07 BC	V	0,07	0,07	0,07	M	0,08	0,08	0,10
	K	0,077	0,08	0,08 AB								
	D	0,092	0,12	0,10 A	Y	0,08	0,08	0,08				
	U	0,070	0,07	0,07 BC								
	V	0,069	0,07	0,07 BC	Ya	0,08	0,08	0,08				
	Y	0,077	0,08	0,07 BC								
Ya	0,075	0,07	0,07 BC	B	0,07	0,07	0,07					
B	0,070	0,07	0,06 BC									
YE		0,070	0,08									
LSD %5				0,0237								

Ç×U int. LSD 0,05=0,0237

[CS (Cabernet-Sauvignon), M (Merlot), CE (Çeşit Ana Etkisi), UE (Uygulama Ana Etkisi), YE (Yıl Ana Etkisi), Uyg (Uygulamalar), K (Kontrol), D (Darbe), U (UV-C), V (Vibrasyon), Y (Yaprak yaralama), Ya (Yaprak alma), B (*Botrytis cinerea*) Ç×U int. (Çeşit × Uygulama interaksiyonu), Ort. (Ortalama)]

SONUÇ

Hasada 5 gün kala arazide başlatılan ve yapılan abiyotik ve biyotik stres uygulamaları ve laboratuvar analizleri sonucunda;

Merlot üzüm çeşidinin, tanedeki çekirdek sayısı, çekirdek yaş ağırlığı, çekirdek kuru ağırlığı, çekirdek oranı (yaş ve kuru), 1 çekirdek kuru ağırlığı değerleri Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinden büyük bulunmuştur. Bunlar tamamen çeşidin kendi yapısından kaynaklanan özelliklerdir. Yapılan abiyotik stres uygulamalarının bu değerlere herhangi bir etkisi olmamıştır. Cabernet-Sauvignon üzüm

çeşidinde de, 1 çekirdek yaş ve kuru ağırlığı yüksek bulunmuştur. Stres uygulamaları kaynaklı çekirdek özelliklerinde bir değişiklik izlenmemiştir. Bu da stres uygulamalarının kaliteyi artırma yönünde kullanılabileceğini, yapılan uygulamalardan omcaların ve dolayısıyla çekirdeğinin etkilenmediğini göstermesi bakımından önemli bulunmuştur. Bu çalışmada uygulanan biyotik ve abiyotik stresler üzüm çekirdeği fiziksel özelliklerini etkilememiştir. Ayrıca, istatistik düzeyde farklılık olmaması, araştırmanın yürütüldüğü bağın homojenliğinin yüksek olduğunu göstermesi bakımından da önemlidir.

KAYNAKLAR

- IPCC, 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., Zhai P., Pirani A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., et al. (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
- Adão, F., J.C. Campos, J.A. Santos, A.C. Malheiro, H. Fraga 2023. Relocation of bioclimatic suitability of Portuguese grapevine varieties under climate change scenarios. *Frontiers in Plant Science* 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.974020>.
- Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann, K., 2005. Climate change and global wine quality. *Climatic Change* 73(3):319-343. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-4704-2>.
- Agostinelli, F., Caldeira, I., Ricardo-da-Silva, J.M., Damásio, M., Egipto, R., Silvestre, J., 2023. First approach to the aroma characterization of monovarietal red wines produced from varieties better adapted to abiotic stresses. *Plants* 12(10): 2063. <https://doi.org/10.3390/plants12102063>.
- Aguirre-Becerra, H., Vazquez-Hernandez, M.C., Alvarado-Mariana, A., Guevara-Gonzalez, R.G., Garcia-Trejo, J.F., Feregrino-Perez, A.A., 2021. Role of stress and defense in plant secondary metabolites production. In: Pal, D., Nayak, A.K. (eds) *Bioactive Natural Products for Pharmaceutical Applications*. *Advanced Structured Materials*, Vol.140. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2_5.
- Darriaut, R., Lailheugue, V., Masneuf-Pomarède, I., Marguerit, E., Martins, G., Compant, S., Ballestra, P., Upton, S., Ollat, N., Lauvergeat, V., 2022. Grapevine rootstock and soil microbiome

- interactions: Keys for a resilient viticulture. *Horticultural Research*, 9: uhac019. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac019>.
7. Biasi, R., E. Brunori, S. Vanino, A. Bernardini, A. Catalani, R. Farina, A. Bruno, G. Chilosi 2023. Soil-plant interaction mediated by indigenous AMF in grafted and own-rooted grapevines under field conditions. *Agriculture* 13(5):1051. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051051>.
 8. Pool, R., Wolf, T., Welser, M.J., Goffinet, M.C., 1992. Environmental factors affecting dormant bud cold acclimation of three *Vitis* cultivars. In *Proceedings of the 4. International Symposium on Grapevine Physiology*, pp:11-15.
 9. Roby, G., Harbertson, J.F., Adams, D.A., Matthews, M.A., 2004. Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: anthocyanins and tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10(2):100-107. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2004.tb00012.x>.
 10. Aleynova, O.A., Kiselev, K.V., 2023-a. Interaction of plants and endophytic microorganisms: molecular aspects, biological functions, community composition, and practical applications. *Plants*, 12(4):714. <https://doi.org/10.3390/plants12040714>.
 11. Aleynova, O.A., Nityagovsky, N.N., Ananov, A.A., Suprun, A.R., Ogneva, Z.V., Dneprovskaya, A.A., Beresh, A.A., Dubrovina, A.S., Chebukin, P.A., Kiselev, K.V., 2023-b. Bacterial and fungal endophytes of grapevine cultivars growing in Primorsky Krai of Russia. *Horticulturae*, 9:1257. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121257>.
 12. Aguilera, P., Ortiz, N., Becerra, N., Turrini, A., Gaínza-Cortés, F., Silva-Flores, P., Aguilar-Paredes, A., Romero, J.K., Jorquera-Fontena, E., Mora, Md. L.L., Borie, F., 2022 Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in vineyards: Water and biotic stress under a climate change scenario: new challenge for Chilean grapevine crop. *Front. Microbiol.* 13:826571. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.826571>
 13. Lin, L., Wu, J., Ho, K.P., Qi, S., 2001. Ultrasound-induced physiological effects and secondary metabolite (saponin) production in *Panax ginseng* cell cultures. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 27(8):1147-1152. [https://doi.org/10.1016/S0301-5629\(01\)00412-4](https://doi.org/10.1016/S0301-5629(01)00412-4).
 14. Jung, H. M., Lee, S., Lee, W.H., Cho, B.K., Lee, S.H., 2018. Effect of vibration stress on quality of packaged grapes during transportation. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 11(2):79-83. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2018.02.007>.
 15. Xiao, Y.M., Wu, Q., Cai, Y., Lin, X.F., 2005. Ultrasound-accelerated enzymatic synthesis of sugar esters in nonaqueous solvents. *Carbohydrate Research*, 340(13):2097-2103. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2005.06.027>.
 16. Hasan, M.M., Baek, K.H., 2013. Induction of resveratrol biosynthesis in grape skins and leaves by ultrasonication treatment. *Horticultural Science&Technology*, 31(4):496-502. <https://doi.org/10.7235/hort.2013.12229>.
 17. Mikami, M., Mori, D., Masumura, Y., Aoki, Y., Suzuki, S., 2017. Electrical stimulation: An abiotic stress generator for enhancing anthocyanin and resveratrol accumulation in grape berry. *Scientia Horticulturae*, 226:285-292. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.005>.
 18. Billet, K., Houillé, B., Besseau, S., Mélin, C., Oudin, A., Papon, N., Lanoue, A., 2018. Mechanical stress rapidly induces E-resveratrol and E-piceatannol biosynthesis in grape canes stored as a freshly-pruned by product. *Food Chemistry*, 240, 1022-1027. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.105>.
 19. Langcake, P., Pryce, R. J. 1977. The production of resveratrol and the viniferins by grapevines in response to ultraviolet irradiation. *Phytochemistry* 16(8):1193-1196. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)94358-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)94358-9).
 20. Creasy, L.L., Coffee, M., 1988. Phytoalexin production potential of grape berries. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113(2):230-234. <https://doi.org/10.21273/jashs.113.2.230>.
 21. Nigro, F., Ippolito, A., Lima, G., 1998. Use of UV-C light to reduce *Botrytis* storage rot of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 13(3):171-181. [https://doi.org/10.1016/s0925-5214\(98\)00009-x](https://doi.org/10.1016/s0925-5214(98)00009-x).
 22. Bahar, E., Korkutal, İ., Tok Abay, C., 2023. Bağcılık Çalışmaları: Geleneksel ve Modern Yaklaşımlar, Bölüm 2: Asmalara geç dönemde uygulanan abiyotik ve biyotik streslerin salkım özelliklerine etkileri. İksad Publications, Ankara. 244s. ISBN:978-625-367-558-5. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10444909>.
 23. Akın, A., Altındişli, A. 2010. Emir, Gök Üzüm ve Kara Dimrit üzüm çeşitlerinin çekirdek yağlarının yağ asidi kompozisyonu ve fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 8(6):19-23.
 24. Göktürk Baydar, N., Babalık, Z., Hallaç Türk, F., Çetin, E.S., 2011. Phenolic composition and antioxidant activities of wines and extracts of some grape varieties grown in Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17: 67-76.

25. Sochorova, L., Prusova, B., Jurikova, T., Mlcek, J., Adamkova, A., Baron, M., Sochor, J., 2020. The study of antioxidant components in grape seeds. *Molecules*, 25:3736. <https://doi.org/10.3390/molecules25163736>.
26. Chengolova, Z., Ivanov, Y., Godjevargova, T. 2023. Comparison of identification and quantification of polyphenolic compounds in skins and seeds of four grape varieties. *Molecules* 28:4061. <https://doi.org/10.3390/molecules28104061>.
27. Yıkmış, S., Demir, E., 2023. Üzüm çekirdeğinin fonksiyonel etkileri. 1. International Conference on Trends in Advanced Research, March 4-7, 2023: Konya, Turkey.
28. Kunter, B., Cantürk, S., Keskin, N., 2013. Üzüm tanesinin histokimyasal yapısı. *Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 3(2):17-24.
29. Tahmaz, H., Söylemezoğlu, G., 2019. Denizli-Çal yöresinde yetiştirilen şaraplık üzüm çeşitlerinin farklı dokularında fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi. *Bahçe* 48(1):39-48.
30. Aras Aşçı, Ö. 2020. Sağlıklı yaşamda üzüm ve üzüm ürünleri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research* 4(Special Issue):22-32.
31. Jurasova, L., Jurikova, T., Baron, M., Sochor, J., 2023. Content of selected polyphenolic substances in parts of grapevine. *Italian Journal of Food Science*, 35(3):17-43. <https://doi.org/10.15586/ijfs.v35i3.2298>.
32. Sevindik, O., Selli, S., 2016. Üzüm çekirdeklerinin temel biyoaktif bileşenleri. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi* 31(2):9-16.
33. Zhou, D.D., Li, J., Xiong, R.G., Saimaiti, A., Huang, S.Y., Wu, S.X., Yang, Z.J., Shang, A., Zhao, C. N., Gan, R. Y., et al. 2022. Bioactive compounds, health benefits and food applications of grape. *Foods*, 11:2755. <https://doi.org/10.3390/foods11182755>.
34. Konuk, D., Koreli, F., 2015. Kurutma sıcaklığının üzüm çekirdeklerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi* 21(9):404-407.
35. Rao, P.U. 1994. Nutrient composition of some less-familiar oil seeds. *Food Chemistry* 50(4):379-382. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90208-9](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90208-9).
36. Davidov-Pardo, G., Arozarena, I., Navarro, M., Marin-Arroyo, M. R. 2015. Chapter 18- Microencapsulation of grape seed extracts, Editor(s): Leonard M.C. Sagis, Microencapsulation and Microspheres for Food Applications, Academic Press, pp:351-368. ISBN: 9780128003503, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800350-3.00023-6>.
37. Georgiev, V., Ananga A., Tsoleva, V., 2014. Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. *Nutrients*, 6:391-415. <https://doi.org/10.3390/nu6010391>.
38. Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S., Libelli, N., 2009. Effects of pre-bloom leaf removal on growth of berry tissues and must composition in two red *Vitis vinifera* L. cultivars. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(2):185-193. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2008.00044.x>.
39. Candar, S., 2023. Understanding the impact of artificial stress on the morphological characteristics of cv. Merlot berry and cluster. *Erwerbs-Obstbau*, 01002-7. <https://doi.org/10.1007/s10341-023-01002-7>.
40. Candar, S., 2022. Effects of mechanically induced abiotic stress on berry and cluster physical properties of cv. Cabernet-Sauvignon grape variety. *Cukurova 8. International Scientific Researches Conference*, Adana, 15-17 April. Full Texts Book, 1:1028-1037, ISBN 9786258377514.
41. Kamiloğlu, Ö., Üstün, G., 2014. Bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin hasat sonrası kalite özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3):361-368.
42. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2017. Tekirdağ ili genel istatistik verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler>. (Erişim Tarihi: 13.11.2017).
43. Duchêne, E., Schneider, C., 2005. Grapevine and climatic changes: A glance at the situation in Alsace. *Agronomy for Sustainable Development* 25(1):93-99 <https://doi.org/10.1051/agro:2004057>
44. Sigler, J., Freiburg, S.W., 2008. In den Zeiten des Klimawandels: Von der Süßreserve zur Sauerreserve? *Der Badische Winzer*, 33:21-25.
45. Çelik, H., 2006. Üzüm Çeşit Kataloğu. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 3, Ankara, 165s.
46. Yeşilyurt Er, A., Altındişli, A., 2010. Bornova Misketi ve Cabernet-Sauvignon üzüm çeşitlerinde organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğin asmanın gelişimine, üzüm ve şarap kalitesine etkisi. *Türkiye 4. Organik Tarım Sempozyumu*, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum, Türkiye.
47. OIV, 2009. 2. Edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. OIV, Paris, France. pp:232.

Super Slender Axe (SSA) Terbiye Sisteminin M×M14 ve Gisela 6 Anaçları Üzerindeki Performansı

Dilek SOYSAL*

Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun; ORCID: 0000-0001-9561-8898
Geliş Tarihi / Received: 24 Şubat 2024 Kabul Tarihi / Accepted: 10 Mayıs 2024

ÖZ

Kiraz dünyada ve ülkemizde üretimi ve ticareti yapılan önemli bir türdür. Dünyada son 50-60 yılda geliştirilen bodur ve yarı bodur anaçlar ile yeni terbiye sistemleri kiraz bahçelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de ise kiraz yetiştiriciliğinin büyük bir çoğunluğu yarı kuvvetli ve kuvvetli anaçlar ve geleneksel sistemler ile yapılmaktadır. Ülkemizde yeni terbiye sistemleri henüz deneme aşamasındadır. Bu çalışma 2021 ve 2022 yıllarında Samsun’un Bafra İlçesi’nde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama Merkezi’ne ait deneme bahçesinde yürütülmüştür. Denemede Super Slender Axe (SSA) terbiye sistemi ile Maxma 14 ve Gisela 6 anacı üzerine aşılı ‘0900 Ziraat’ çeşidi kullanılmıştır. Denemede, fenolojik gözlemler, meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), suda çözünür kuru madde içeriği (SÇKM, %), meyve eti sertliği (kg.cm⁻²), ağaç başına (kg.ağaç⁻¹) ve dekara verim (kg.da⁻¹), meyve rengi (L, C, H°), ağaç boyu (m), hasat süresi (dk.kg⁻¹) ve budama süreleri (dk) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Gisela 6 anacı üzerindeki ağaçların daha erken çiçeklenip meyve verdikleri, bu anaç üzerindeki meyvelerin daha iri ve verimlerinin de Maxma14’e göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada hasat ve budama sürelerinin Gisela 6 anacı üzerindeki ağaçlarda Maxma14’e göre daha kısa olduğu belirlenmiştir. Çalışmadaki bu sonuçlar ile SSA sisteminin yarı bodur anaç (Gisela 6) üzerinde daha iyi performans gösterdiği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Prunus avium* L., meyve verimi, meyve kalitesi, fenoloji, yetiştiricilik

Performance of Super Slender Axe (SSA) Training System on M×M14 and Gisela 6 Rootstocks

ABSTRACT

Sweet cherry is an important species produced and traded worldwide and in our country. Dwarf and semi-dwarf rootstocks and new training systems developed in the last 50-60 years worldwide are widely used in cherry orchards. In Türkiye, the majority of cherry growing is done with semi-vigorous and vigorous rootstocks and traditional systems. In our country, new training systems are still in the testing phase. This study was conducted in the trial orchard of Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture Agricultural Application Center in Bafra district of Samsun in 2021 and 2022. In the experiment, ‘0900 Ziraat’ cultivar grafted on Maxma14 and Gisela 6 rootstock with Super Slender Axe (SSA) training system was used. In the experiment, phenological observations, fruit weight (g), fruit width (mm), soluble solids content (SSC, %), fruit firmness (kg.cm⁻²), yield per tree (kg.tree⁻¹) and yield per decare (kg.da⁻¹), fruit color (L, C, H°), tree height (m), harvest time (min.kg⁻¹) and pruning times (min) were determined. As a result of the study, it was determined that the trees on the Gisela 6 rootstock flowered and early fruit bearing, the fruits on this rootstock were larger and their productivity was higher than those on Maxma 14. In the study, it was determined that harvest and pruning times were shorter in trees on Gisela 6 rootstock than on Maxma 14. These results in the study revealed that the SSA system performed better on semi-dwarf rootstock (Gisela 6).

Keywords: *Prunus avium* L., fruit yield, fruit quality, phenology, cultivation

GİRİŞ

Kiraz (*Prunus avium* L.) dünya çapında yetiştiriciliği ve ticareti yapılan önemli meyve türlerinden biridir. Dünya kiraz üretimi 273.2413 ton olup bunun 689.834 tonu ülkemizde üretilmektedir [1]. Türkiye’yi sırasıyla ABD (343.190 ton), Şili (325.048 ton), Özbekistan (213.600 ton), İran (156.134 ton) ve İtalya (93.030 ton) takip etmektedir

[1]. Ülkemiz kiraz ihracatında ise Şili (335.516 ton) ve ABD (73.975 ton)’den sonra 70.462 tonluk ihracat ile üçüncü sırada yer almaktadır. Kiraz ağaçlarında büyüme, üst kısımda (akrotonik) alt kısma göre daha kuvvetlidir. Bu nedenle kirazların genel büyüme karakteri dikine ve kuvvetli büyüme yönündedir. Bu doğal büyüme özellikleri kiraz ağaçlarında yapılacak kültürel işlemleri (özellikle budama, gübreleme, hasat gibi) zorlaştırarak meyve kalitesini ve verimi

*Sorumlu yazar / Corresponding author: dilek.soysal@omu.edu.tr

olumsuz yönde etkilemektedir. Kiraz yetiştiriciliğinde başarılı olabilmek için generatif büyüme ile vejetatif büyümeyi dengelemek ayrı bir öneme sahiptir. Nitekim bahçe tesis edilmeden önce ilk olarak doğru çeşit/anaç kombinasyonunu belirlemek gerekmektedir. Meyve tutumu az olan çeşitlerde ('Regina' ve 'Benton' gibi) bahçe tesisinde bodur erken meyveye yatan anaçların (Gisela 3 ve 5 gibi) kullanılması gerekmektedir. Bununla birlikte kendine verimli ve meyve tutumu yüksek olan çeşitlerde ('Lapins' ve 'Sweetheart' gibi) daha kuvvetli ve biraz daha geç meyveye yatan anaçlar (Mazzard ve Colt gibi) tercih edilebilir. Ağacın gelişme kuvvetinin zayıf olması ya da aşırı fazla olması yaprak alanı/meyve oranı dengesini bozmaktadır. Özellikle son yıllarda bodur anaçların keşfiyle kiraz bahçeleri sık dikim terbiye sistemleri ile kurulmaktadır. Sık dikimle kurulan bahçelerde her bir ağaç için ayrılan alan sınırlı ve ağaçların kök sistemleri de küçük olduğu için daha hızlı bir şekilde besin sınırlamasına maruz kalmaktadırlar. Nitekim bodur anaçlar üzerinde sık dikimle tesis edilen modern kiraz bahçelerinde gübreleme ve sulama gibi kültürel işlemlerin dikkatli bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Kirazlar meyvelerini 60-90 gün gibi oldukça kısa sürede oluşturur [2]. Bu süre içerisinde yaşanan ani ve kısa süreli kuraklıklar ürünlerde kayıplara yol açabilmektedir. Yine ağaçların yeterli besin elementi alamamaları çiçeklenme ve meyve tutumunun azalması ve verimde kayıplara sebep olabilmektedir. Bu sebeple çiçeklenme başlangıcında, meyve hücresi bölünmesi ve büyümesi, sürgünlerin hızlı büyüdüğü 4-6 haftalık süreçte sulama suyu ile birlikte ilkbaharda özellikle azotlu gübre uygulamalarının hem topraktan hem de yapraktan ağaçlara verilmesi önemlidir [3, 4, 5]. Özellikle kiraz meyvelerinde rengin yeşilden sarıya dönüştüğü (ben düşme) dönemde meyve büyüklüğünü arttırmak için bol miktarda su gerekmektedir [6]. Bunun yanı sıra tüm meyve ağaçlarında olduğu gibi kirazlarda da meyve kalitesi ve verim ışık dağılımının etkinliğine bağlıdır. Terbiye sistemleri kirazlarda, ağaca ışık girişini ve dağılımını, ağaç büyümesini, verimi, fotosentez ve terleme olaylarını etkileyen önemli parametrelerden biridir [7]. Günümüzde kiraz bahçeleri sık dikime uygun yeni terbiye sistemleri ile kurulmaktadır. Özellikle ABD'de artık üretici bahçelerinde de kullanılan ancak ülkemizde henüz araştırma bazında uygulanan Super Slender Axe (SSA), Tall Spindle Axe (TSA), Upright Fruiting Offshoots (UFO) ve Kym Green Bush (KGB) gibi sistemler üzerinde kiraz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu yeni terbiye sistemleri sayesinde iş gücü ve zaman yönetimi daha kolay yapılabilen ve birim alandan daha fazla ve

kaliteli ürün alınabilmektedir. Ülkemizin dünya kiraz üretim ve ihracatındaki lider konumunu koruması için modern, mekanizasyona ve örtüaltı yetiştiriciliğe uygun yeni sık dikim bahçelerin kurulması oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, SSA terbiye sistemi ile şekillendirilen '0900 Ziraat' çeşidinin Maxma 14 ve Gisela 6 anacı üzerindeki fenolojik özellikleri, meyve kalitesi, verim, hasat ve budama süreleri bakımından performanslarını belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma 2021 ve 2022 yıllarında Samsun'un Bafra İlçesi'nde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama Merkezi'ne ait deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanının koordinatları 41°33'38.39" kuzey enlemi, 35°51'57.51" doğu boylamı arasında yer almakta ve deneme alanı deniz seviyesinden 21 metre yüksektir. Denemede 2013 yılında dikilen 8 yaşında '0900 Ziraat'/Maxma 14 ve '0900 Ziraat'/Gisela 6 çeşit/anaç kombinasyonları kullanılmıştır. Bu kombinasyonlar üzerindeki ağaçlara Super Slender Axe (SSA) terbiye sistemi uygulanmıştır. Denemede kullanılan '0900 Ziraat' çeşidi Allahdiyen'den (Manisa-Salihli) bir seleksiyon olarak ortaya çıkmıştır. Meyvesi iri, kalp şeklinde, parlak koyu kırmızı renkli, çok sert, geççi ve taşımaya dayanıklı bir çeşittir. Kendine verimli değildir. Dik ve kuvvetli büyüme, uyuşmazlık, verim düşüklüğü gibi problemleri vardır [8]. Denemede kullanılan Maxma 14 anacı *P.mahaleb* × *P.avium* melezidir. Yarı kuvvetli bir anaçtır. Üzerine aşılana çeşitlerle iyi bir aşı uyuşması gösterir. Gisela 6 anacı ise *P.cerasus* × *P.canescens* melezidir. Maxma14 anacına göre daha bodur bir anaçtır. Sık dikime uygundur. Çiçeklenme ve meyve olgunlaşmasını öne alır. Aşı uyuşma problemi yoktur. Dip sürgünü oluşturmazlar.

Denemede Super Slender Axe (SSA) terbiye sistemi kullanılmıştır [9]. SSA'da telli destek sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde dikim sırasında fidanlara tepe kesimi yapılmamıştır. Bu sistemde fidan üzerindeki gözler çok kıymetli olduğu için hepsinin meyve dalı olmasına çalışılmıştır. Fidanlarda yan dal oluşumunu teşvik etmek için Perlan® (BA+GA4+7) ve çizme yöntemleri kullanılmıştır. İlkbaharda sürgünler 10-15 cm uzunluğuna ulaştığında mandal ile açaları genişletilmiştir. Her yıl dinlenme döneminde sürgünlerin dip kısmındaki çiçek tomurcuklarında oluşacak meyveleri besleyebilmek amaçlı yeni yapraklı sürgünler oluşması için yıllık

sürgünlerde dipteki 1 veya 2. vejetatif göz üzerinden kesimler yapılmıştır. İstenilen yüksekliğe ulaştığında zayıf bir dala yönlendirilerek ağaçların boyu kontrol edilmiştir.

Metot

Deneme '0900 Ziraat'/Maxma 14 ve '0900 Ziraat'/Gisela 6 kombinasyonları 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 ağaç olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Fidanlar 0.75×3.5 m mesafe ile dikilmiştir. Deneme yerinde sulama işlemleri araziye kurulan iki sıralı damla sulama sistemi ile yapılmıştır. Denemede yabancı ot kontrolü, düzenli toprak işleme ve yabancı ot ilacı kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

Denemede yapılan gözlem ve ölçümler aşağıda verilmiştir:

•*Fenolojik gözlemler:* Tomurcuk kabarması, tomurcuk patlaması, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme ve hasat tarihi tespit edilmiştir.

•*Meyve ağırlığı (g):* Her bir uygulamadan tesadüfen seçilen 10 adet meyvenin hassas terazi ile tartımlarının ortalaması alınarak belirlenmiştir.

•*Meyve eni (mm):* 0.01 mm duyarlı kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

•*Suda çözünür kuru madde içeriği (SÇKM, %):* Meyve suyunda el refraktometresi ile belirlenmiştir.

•*Meyve eti sertliği (kg.cm⁻²):* Penetrometre cihazı ile (digital firmness tester) ölçülmüştür.

•*Ağaç başına verim (kg.ağaç⁻¹):* Hasat zamanında her bir ağaçtan elde edilen meyveler tartılarak belirlenmiştir.

•*Dekara verim (kg.da⁻¹):* Her bir ağaçtan toplanan meyveler tartılarak dekara verim hesaplanmıştır.

•*Meyve rengi:* Renk ölçüm cihazı ile (CE Minolta CR300) L (rengin açıklık ve koyuluğu), C (renk yoğunluğu), ve Hue (renk tonu) değerleri okunarak belirlenmiştir.

•*Ağaç boyu (m):* Tüm kombinasyonlarda dinlenme döneminde (budamadan önce) toprak seviyesinden ağacın en üst noktasına kadar metre yardımıyla ölçülmüştür.

•*Hasat süresi (dk.kg⁻¹):* 1 kg ürünün toplanması için geçen süreyi ifade etmektedir.

•*Budama süresi (dk):* Her ağaçta budama için harcanan süreyi belirtmektedir. Bu çalışmada her bir ağaç iki kişi tarafından budanmıştır. Çizelgelerde yer alan süreler de iki kişiye aittir.

•*Elde edilen verilerin analizi:* Denemeden elde edilen verilerin hesaplanmasında Microsoft Office 2013 Excel programı kullanılmıştır. Kombinasyonların meyve kalitesi ve verim ile ilgili özelliklerinin değerlendirilmesinde SPSS 21.0 istatistik paket programı kullanılmış ve ortalamalar

arasındaki farklılığın belirlenmesinde aynı paket programı kullanılarak $p \leq 0.05$ önem düzeyine göre ikili karşılaştırma testi ('t' testi) uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede anaçlar arasında fenolojik gözlem bakımından farklılık meydana gelmiştir (Çizelge 1). Fenolojik gelişimler Gisela 6 anacı üzerindeki ağaçlarda her iki deneme yılında da Maxma 14 anacı üzerindeki 2-3 gün erken olmuştur. Gisela 6 anacının Maxma 14 anacına göre daha bodur olması çiçeklenmeyi ve hasat tarihini bu anaç üzerindeki ağaçlarda öne almıştır. Yapılan bir çalışmada, TSA ve Vogel sistemleri ile şekillendirilen Maxma 60 ve Gisela 5 anacı üzerine aşıllı '0900 Ziraat' çeşidinde ilk çiçeklenme nisan ayının ikinci haftasında, tam çiçeklenme nisan ayının ikinci ve üçüncü haftalarında, hasat tarihinin ise haziran ayı ortasında meydana geldiği bildirilmiştir [10].

Çizelge 1. '0900 Ziraat' çeşidinin Maxma 14 ve Gisela 6 anaçları üzerindeki fenolojik gözlemleri

Yıl	Anaç	Tomurcuk kabarması	Tomurcuk patlaması	İlk çiçeklenme	Tam çiçeklenme	Hasat tarihi
2021	Maxma 14	28 Mart	9 Nisan	16 Nisan	23 Nisan	26 Haziran
	Gisela 6	26 Mart	7 Nisan	13 Nisan	21 Nisan	24 Haziran
2022	Maxma 14	26 Mart	5 Nisan	10 Nisan	18 Nisan	21 Haziran
	Gisela 6	23 Mart	3 Nisan	8 Nisan	16 Nisan	20 Haziran

Denemede 2021 yılında meyve ağırlığı, meyve eni, meyve sertliği ve SÇKM bakımından anaçlar arasında fark bulunmamıştır. Ancak Gisela 6 anacı üzerindeki ağaçlarda meyvelerin daha iri olduğu Çizelge 2'de görülmektedir. 2021 yılında ağaç başına ve dekara verim bakımından anaçlar arasında önemli farklılık meydana gelmiştir. Gisela 6 anacı üzerindeki ağaçlardan 1.78 kg.ağaç⁻¹ verim alınırken, Maxma 14 anacı üzerindeki 0.86 kg.ağaç⁻¹ verim alınmıştır. Dekara verim Gisela 6 anacı üzerindeki ağaçlarda 679.3 kg.da⁻¹, Maxma 14 anacı üzerindeki ise 305.4 kg.da⁻¹ olmuştur.

2022 yılında meyve ağırlığı, ağaç başına ve dekara verim bakımından kombinasyonlar arasında önemli farklılık bulunmuştur (Çizelge 2). Meyve eni, meyve sertliği ve SÇKM bakımından ise kombinasyonlar arasında fark meydana gelmemiştir. Meyve ağırlığı Gisela 6 anacı (10.4 g) üzerindeki ağaçlarda daha fazla olmuştur. Ağaç başına ve dekara verimler de yine Gisela 6 kombinasyonunda (sırasıyla 2.07 kg.ağaç⁻¹; 788.6 kg.da⁻¹) daha fazla olmuştur. Sık dikim terbiye sistemlerinde dekar başına 1.5-2 ton ürün hedeflenmektedir. Ancak kiraz değişen iklim koşullarına hassas bir tür olduğu için bu her zaman

mümkün olmamaktadır. Özellikle ilkbaharda sıcaklıkların mevsim normallerinin altında veya üstünde olması kiraz çiçeklerinin tozlanma ve döllenmelerini olumsuz etkilemektedir. Bu durum da verimin düşmesine sebep olmaktadır. Nitekim çalışmadaki verim düşüklüğünün temel sebebi de ilkbahardaki olumsuz hava koşullarından dolayı olabilir. '0900 Ziraat' çeşidinin farklı anaç ve terbiye sistemleri ile büyüme ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada Gisela 6 anacı üzerindeki SSA sisteminde meyve ağırlığının 7.47-7.91 g; SÇKM içeriğinin ise %13.6-18.0 arasında değiştiği bildirilmiştir [11]. Gisela 5 anacı üzerine aşılardan ve SSA sistemi ile terbiye edilen ağaçların daha erken meyve verdiği, bu özelliğin de sık dikim kiraz bahçelerinde ekonomik getiriyi hızlandırmak için çok önemli olduğu vurgulanmıştır [12]. Maxma 14 ve Tabel Edabriz anaçları üzerine aşılı 'Folfer (cov)' çeşidinde 3 farklı terbiye sisteminin tarımsal ve ekonomik performanslarının belirlendiği çalışmada, Maxma 14 anacının diğer sistem ve kombinasyonlara göre daha geç meyveye yatırdığı ve daha az verim verdiği bildirilmiştir [13]. Farklı terbiye sistemlerinin performanslarının incelendiği çalışmada, Gisela 6 anacı üzerindeki SSA sisteminde ağaç başına verim 1.6 kg.ağaç⁻¹ olarak rapor edilmiştir [14]. Terbiye sistemlerinin Gisela 3 (bodur), Gisela 5 (yarı bodur) ve Gisela 6 (yarı kuvvetli) anaçları üzerindeki performanslarının değerlendirildiği çalışmada, araştırmacılar sistemleri verimlilik bakımından sırasıyla UFO, TSA, KGB ve SSA olacak şekilde sınıflandırmışlardır. Araştırmacılar bu sistemlerde en yüksek verimin bodur Gisela 3 anacı üzerinden alındığını, en az verimin ise yarı kuvvetli Gisela 6 anacından alındığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacılar SSA sisteminin Gisela 6 anacının gücü ile birleştiğinde zayıf bir kombinasyon oluşturduğunu bildirmişlerdir [15].

SSA sisteminin farklı anaç kombinasyonlarındaki meyve rengi üzerindeki etkisi incelendiğinde Maxma 14 anacı (28.66) üzerindeki meyvelerin renklerinin (L) daha parlak olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Renk tonu (C) ve renk yoğunluğu (H°) bakımından ise anaçlar arasında fark bulunmamıştır.

Denemeye alınan anaçlar arasında ağaç boyları, hasat süreleri bakımından istatistiksel anlamda fark meydana gelmemiştir. Budama süreleri bakımından ise anaçlar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmuştur. İstatistiksel fark olmamasına rağmen SSA sisteminde Maxma 14 anacının Gisela 6 anacından daha büyük ağaç yaptığı Çizelge 4'te görülmektedir. SSA sisteminde bir kg ürün toplamak için Gisela 6 anacı üzerindeki ağaçlarda 1.08 dk ihtiyaç duyulurken Maxma 14 üzerindekielerde 1.53 dk'ya ihtiyaç duyulmuştur. Budama sürelerine bakıldığında

Gisela 6 anacının (2.12 dk) Maxma 14 (3.07 dk) anacına göre daha kısa sürede budandığı görülmüştür. Denemede kullanılan Maxma 14 anacının Gisela 6 anacına göre daha kuvvetli bir anaç olması hem ağaç boyunun hem de hasat ve budama sürelerinin daha fazla olmasına sebep olmuştur. Ampatzidis ve Whiting [16] kirazlarda terbiye sistemlerinin hasat etkinliği üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, UFO sistemi ile terbiye edilen Gisela 5 üzerine aşılı 'Cowiche' ve 'Tieton' çeşitlerinde, ortalama en yüksek hasat sürelerini 0.94 dk.kg⁻¹ ve 0.78 dk.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Ağaç boyunun yanı sıra ağacın kanopisinin de daha küçük olması, hasat ve budama süresinin kısalmasını yine ağaçta yapılacak olan diğer kültürel işlemlerin daha kolaylaşmasını, bu durum da iş gücü ve zamanın daha makul kullanılmasını sağlayacaktır.

Çizelge 2. '0900 Ziraat' çeşidinin Maxma 14 ve Gisela 6 anaçları üzerindeki meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve eti sertliği (kg.cm⁻²), SÇKM (%), ağaç başına verim (kg.ağaç⁻¹) ve dekara verim (kg.da⁻¹) değerleri

Yıl	Anaç	Meyve ağırlık (g)	Meyve eni (mm)	Meyve eti sertliği (kg.cm ⁻²)	SÇKM (%)	Ağaç başına verim (kg.ağaç ⁻¹)	Dekara verim (kg.da ⁻¹)
2021	Maxma 14	8.2	24.66	0.55	19.0	0.80 b	305.4 b
	Gisela 6	8.8	26.68	0.50	19.4	1.78 a	679.3 a
	P	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	P<0.05*	P<0.05*
2022	Maxma 14	9.2 b	27.58	0.59	18.2	0.82 b	312.3 b
	Gisela 6	10.4 a	28.03	0.59	19.6	2.07 a	788.6 a
	P	P<0.05*	ÖD	ÖD	ÖD	P<0.05*	P<0.05*

*P<0.05 düzeyinde önemli, ortalamalar arasındaki fark 't' testi belirlenmiştir.

Çizelge 3. '0900 Ziraat' çeşidinin Maxma 14 ve Gisela 6 anaçları üzerindeki renk değerleri (L, C ve H°) (2021)

Anaç	L	C	H°
Maxma 14	28.66 a	19.03	160.65
Gisela 6	27.77 b	15.57	248.43
P	P<0.05*	ÖD	ÖD

*P<0.05 düzeyinde önemli, ortalamalar arasındaki fark 't' testi belirlenmiştir.

Çizelge 4. '0900 Ziraat' çeşidinin Maxma 14 ve Gisela 6 anaçları üzerindeki ağaç boyları (m), hasat (dk.kg⁻¹) ve budama süreleri (dk) (2022)

Anaç	Ağaç boyu (m)	Hasat süresi (dk.kg ⁻¹)	Budama süresi (dk)
Maxma 14	4.16	1.53	3.07 a
Gisela 6	3.83	1.08	2.12 b
P	ÖD	ÖD	P<0.05*

*P<0.05 düzeyinde önemli, ortalamalar arasındaki fark 't' testi belirlenmiştir.

SONUÇ

Sık dikim terbiye sistemlerinden olan SSA sistemi özellikle kısa budamalar ile meyve bahçesinde

mekanizasyona imkân sağlamaktadır. Bu sistemde, ağaçların küçük genişliği, budama makineleri ile 1 yaşlı tüm sürgünleri dört ila beş göz üzerinden kısaltılmaya imkân sağlayabilmektedir. SSA gibi tek liderli düzlemsel ağaç kanopileri kolayca yan dal oluşturan fazla dik büyümeyen ve bazal (dip) meyve gözlerinde çok verimli olan çeşitler için uygundur. Bununla birlikte SSA gibi tek liderli kanopiler erkenci bodur ve yarı bodur anaçlarla kolaylıkla oluşturulabilirler.

Denemede çiçeklenme Gisela 6 anacı üzerinde Maxma 14 anacından 2-3 gün daha erken meydana gelmiştir. Bu durum hasadın da Gisela 6'da daha erken olmasına sebep olmuştur. Çalışma sonucunda kombinasyonlarda meyveler, yarı bodur anaç olan Gisela 6 üzerinde Maxma 14 gibi yarı kuvvetli anaca göre daha iri olmuştur. Denemede ağaç başına ve dekara verim Gisela 6 anacında, Maxma 14 anacına göre daha yüksek olmuştur. Maxma 14 anacı üzerindeki ağaçlarda ağaç boyu, hasat ve budama süreleri daha uzun olmuştur.

Denemede kullanılan SSA sisteminde meyveli kısımlar her yıl dinlenme döneminde tepe kesimleri ile yenilenmektedir. Bu sistemde yapılan kesimler ve şekil verme işlemleri diğer sistemlere (UFO, KGB, TSA) göre daha kolay uygulanabilmektedir. Bununla birlikte bu sistem Maxma 14 gibi yarı kuvvetli anaçlar üzerinde kurulduğunda yan sürgünlerde sürgün açılarını genişletmek için eğme, bükme gibi uygulamalarla açı genişletme işlemlerine ihtiyaç vardır. Ayrıca SSA sistemi yarı kuvvetli anaçlar üzerinde daha büyük ağaçlar yapmakta olup hasat ve budama sırasında daha fazla merdiven kullanımı gerektirmektedir. Bu durumda kısmen de olsa biraz daha iş gücü ve zamana ihtiyaç duyulmakta ve üretim maliyetleri de daha fazla olmaktadır. Bununla birlikte bu çalışma sonucunda SSA sisteminin yarı bodur bir anaç olan Gisela 6 üzerinde kullanımının hem meyve kalitesi hem de budama ve hasat etkinliği bakımından önemli olduğu ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 1001 projesi imkânlarıyla yürütülen TOVAG 113O234 no.lu projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agriculture Department

- Databases and Statistic. <http://faostat3.fao.org/download/q/qc/e>.
- Lang, G.A., 2001. Intensive sweet cherry orchard systems-rootstocks, vigor, precocity, productivity and management, *Compact Fruit Tree*, 34:23-26.
 - Neilsen, G., Kappel, F., Neilsen, D., 2007. Fertigation and crop load affect yield, nutrition and fruit quality of 'Lapins' sweet cherry on Gisela 5 rootstock. *HortScience*, 42:1456-1462.
 - Azarenko, A.N., Chozinski, A., Brucher, L., 2008. Nitrogen uptake efficiency and partitioning in sweet cherry is influenced by time of application. *Acta Horticulturae* 795, 717-721.
 - Ouzounis, T., Lang, G.A., 2011. Foliar applications of urea affect nitrogen reserves and cold acclimation of sweet cherries (*Prunus avium* L.) on dwarfing rootstocks. *HortScience*, 46(7):1015-1021.
 - Robinson, T. L., Hoying, S.A., 2014. Training system and rootstock affect yield, fruit size, fruit quality and crop value of sweet cherry. *Acta Horticulturae*, 1020: 453-462.
 - Whiting, W.D, Lang, G., Ophardt, D., 2005. Rootstock and Training System Affect Sweet Cherry Growth, Yield, and Fruit Quality. *Hortscience* 40(3):582-586.
 - Demirsoy, H., 2015. Kiraz Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, 158 s., İstanbul.
 - Long, G., Lang, G., Musacchi, S., Whiting, M., 2015. "Cherry training systems". A Pacific Northwest Extension Publication. (https://www.canr.msu.edu/uploads/files/pnw_667_cherry_training_guide.pdf) (Erişim Tarihi: Ocak 2024).
 - Macit, İ., Aydın, E., Soysal, D., Demirsoy, H., 2020. Comparison of tall spindle axes and vogel central leader systems in cherry. *Acta Hortic.* 1281, pp:223-226.
 - Aglar, E., Ozturk, B., Saracoglu, O., Edwards Long, L., Yildiz, K., Gun, S., Has, S., 2024. Rootstock and Training Effects on Growth and Fruit Quality of Young '0900 Ziraat' Sweet Cherry Trees. *Applied Fruit Science*, pp:1-10.
 - Musacchi, S., Gagliardi, F., Serra, S., 2015. New training systems for high-density planting of sweet cherry. *HortScience*, 50(1):59-67.
 - Pinczon du Sel, S., Filleron, E., Ayme-Sévenier, V., 2017. Evaluation of a new training system, the cherry fruiting wall, compared to single axis and vase on cherry 'Folfer' (Cov). *Acta Hortic.* 1161, pp:153-158.
 - Soysal, D., Demirsoy, L., Macit, İ., Lang, G., Demirsoy H., 2019. The applicability of new training systems for sweet cherry in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(3):318-325.

- 15.Lang, G.A., Wilkinson, T., Larson, J.E., 2019. Insights for orchard design and management using intensive sweet cherry canopy architectures on dwarfing to semi-vigorous rootstocks. *Acta Hort.* 1235, pp:161-168.
- 16.Ampatzidis, Y., Whiting, M., 2013. Training system affects sweet cherry harvest efficiency. *HortScience*, 48(5):547-555.

Yalova'da Yetişen Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özellikleri

Sevgi POYRAZ ENGİN^{1*}, Cevriye MERT²

¹Dr., Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0001-5105-7830

²Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa; ORCID: 0000-0003-3092-5023

Gönderilme Tarihi: 25 Mart 2024

Kabul Tarihi: 27 Mayıs 2024

ÖZET

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü deneme alanında yer alan 5 yaşındaki 'Nero' ve 'Viking' aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) çeşitleri üzerinde yürütülmüştür. Denemede iki yıl boyunca fenolojik gözlemler alınmış, morfolojik ölçümler yapılarak, verim değerleri incelenmiştir. 'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinde fenolojik safhaların yıllara göre değiştiği tespit edilmiştir. Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısı yıllara göre 'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinde sırasıyla 140 ve 144 gün ile 136 ve 139 gün olarak belirlenmiştir. Morfolojik özellikler bakımından yapılan incelemelere göre 'Viking' aronya çeşidinin 'Nero' aronya çeşidine göre daha dik büyüme eğiliminde olduğu görülmüştür. Ayrıca bitki boyu, ocaktaki sürgün sayısı, boğumlar arası genişlik bitki hacmi ve bitki başına verim bakımından 'Viking' aronya çeşidinin 'Nero' çeşidine göre daha yüksek değerde olduğu saptanmıştır. 'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinin bitki boyu sırasıyla 2017 yılında 102,50 cm, 108,31 cm, 2018 yılında 115,50 cm 123,94 cm, ocaktaki sürgün sayısı 2017 yılında 15,31, 16,19, 2018 yılında 22,44, 23,25 adet olarak belirlenmiştir. Bitki hacmi ve verim bakımından 'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerini incelediğimizde 2017 yılında bitki hacmi sırasıyla 1,15 m³, 1,27 m³, 2018 yılında 2,26 m³, 2,50 m³ olarak ölçülmüştür. Verim bakımından 'Nero' aronya çeşidi 2017 yılında 4,53 kg, 2018 yılında 12,86 kg 'Viking' çeşidi ise 2017 yılında 4,94 kg, 2018 yılında 14,91 kg olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aronya, üzüm sü meyve, fenoloji, morfoloji, verim

Phenological and Morphological Properties of Aronia Cultivars Grown in Yalova

ABSTRACT

This study was conducted on 5-year-old 'Nero' and 'Viking' aronia (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) cultivars in the test area of Atatürk Horticultural Central Research Institute in 2017-2018. In the experiment, phenological observation records were kept and morphological measurements were made for two years. It has been determined that the phenological phases of 'Nero' and 'Viking' aronia varieties vary according to years. The number of days from full bloom to harvest was determined as 140 and 144 days and 136 and 139 days, respectively, for 'Nero' and 'Viking' aronia varieties, depending on the year. According to the examinations made in terms of morphological characteristics, it has been observed that the 'Viking' aronia variety tends to grow more upright than the 'Nero' aronia variety. In addition, it was determined that the 'Viking' aronia variety was higher than the 'Nero' variety in terms of plant length, number of bushes on a shrub, internode width, plant volume and yield per plant. The plant length of 'Nero' and 'Viking' aronia varieties was determined as 102.50 cm, 108.31 cm in 2017, 115.50 cm and 123.94 cm in 2018, respectively, and the number of bushes on a shrub was determined as 15.31, 16.19 in 2017 and 22.44 and 23.25 in 2018. When we examined the 'Nero' and 'Viking' aronia varieties in terms of plant volume and yield, the plant volume was measured as 1.15 m³, 1.27 m³ in 2017 and 2.26 m³, 2.50 m³ in 2018, respectively. In terms of yield, the 'Nero' aronia variety was determined as 4.53 kg in 2017 and 12.86 kg in 2018 and the 'Viking' variety was determined as 4.94 kg in 2017 and 14.91 kg in 2018.

Keyword: Chokeberry, phenology, morphology, yield

GİRİŞ

Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot), üzüm sü meyve olup anavatanı Kuzey Amerika'dır. 1900'lü yıllarda Almanya üzerinden Rusya'ya getirilerek yetiştiricilik çalışmalarına başlanmıştır. 1950'li yıllardan buyana Almanya başta

olmak üzere Doğu Avrupa'nın özellikle doğusunda kapama bahçeler mevcut olup, yetiştiricilik yapılmaktadır. Günümüzde Avrupa ülkelerinde kapama bahçeler tesis edilerek yetiştiriciliği yapılmaktadır [16]. Avrupa'da geliştirilmiş aronya çeşitleri mevcuttur. Bu çeşitler ile Amerika'da da ticari yetiştiricilik yapılmaktadır. En fazla dünyada

*Sorumlu yazar / Corresponding author: sevgi.engin@tarimorman.gov.tr

yetiştiriciliği yapılan ‘Nero’ ve ‘Viking’ çeşitleridir. ‘Viking’ bitkisi kuvvetli, gelişen 2,0 m’ye kadar boylanabilen bir çeşittir. Oldukça verimlidir. ‘Nero’ çeşidi bitkileri ise 1,2-1,5 m yüksekliğe kadar boylanabilir. Meyveleri koyu mor renklidir [8]. Üzümsü meyveler içerisinde yüksek miktarda antosiyanin tanen ve antioksidan kapasitesine sahip olan aronya, taze meyve olarak tüketilebildiği gibi gıda sanayisi ve eczacılıkta da kullanılmaktadır. 2009 yılında aronya yetiştiriciliğini yaygınlaştırmak amacı ile Amerika’da Orta Batı Aronya birliği kurulmuştur. Bu birlik her yıl toplantı ve etkinlikler düzenleyerek aronya meyvesi hakkında bilgi verip yetiştiriciliğini artırmaya çalışmaktadır [13].

Aronya çok yıllık ve çalı formunda bir bitki olup ocak şeklinde büyüme gösteren odunsu sürgünlere sahiptir. Aronya bitkisinde 2 yaşın üzerindeki dallar odunsu yapıda 1 yaşlı dallar ve sürgünler yarı odunsu yapıdadır. ‘Nero’ ve ‘Viking’ aronya çeşitlerinde 1 yıllık dallar ve sürgünler üzerinde beyaz renkte ve oval şekilli lentseller mevcuttur. Ayrıca bir yaşın üzerindeki dallarda kabuk rengi gri kahverengi iken yeni sürgünlerin rengi kıvımsız kahverengidir. Sürgün üzerindeki yaprak dizilişi spiral (sarmal) şeklindedir [12, 14].

Tomurcuklar bir yaşındaki sürgünler üzerinde boğumlarda ve çapraz şekilde dizilmiştir. Aronya karışık göz yapısına sahiptir. Gözler uyandığında oluşan sürgün üzerinde çiçek salkımı ve yapraklar bir arada bulunmaktadır. Çiçek salkımları yıllık sürgünler üzerinde oluşmaktadır. Salkımdaki çiçekler merkezden dışarıya doğru açmaktadır. Aynı zamanda ince dallardaki çiçeklerin kalın dallardakilere göre daha erken açtığı tespit edilmiştir. Çiçeklenme hem salkım hem de dal üzerinde aşamalı olarak gerçekleştiği için çiçeklenme periyodu sıcaklığa bağlı olarak değişmekte ve yaklaşık 20 gün sürmektedir. Çiçek yapısı bakımından erseliktir, çiçekleri hem erkek hem dişi organlara sahiptir. Aronya üzümsü meyve türünde çiçeklerin çanak ve taç yaprak sayısı beştir ve bir adet yumurtalık bulunmaktadır. Ovaryum inferior tiptedir. Stil sayısı beş olup taban kısmı bileşiktir. Stigma yüzeyi saydam yapıda parlak nektar diski ile kaplıdır. Çanak yapraklar koyu yeşil renkte olup, yoğun tüylerle kaplıdır. Taç yaprakları iri ve gösterişlidir. Taç yapraklar çiçeklenme başlangıcında açık yeşil olup, sonra zamanla beyaz renge dönüşmektedir. Aronya meyveleri botanik bakımdan yalancı meyvedir. Meyvelerin beş karpeli ve her karpelde bir tohum taslağı bulunduğu tespit edilmiştir. İlk dönemde meyveler yeşil renkte üzeri yoğun tüylerle kaplıdır. Meyve gelişimi ile meyve yüzeyindeki tüylenmenin giderek azaldığı ve mumsu yapı ile kaplandığı görülmüştür [12, 14].

Soğuklama ihtiyacının 800-1000 saat civarında olduğu tahmin edilmektedir. Aronya dikimden itibaren ikinci yıl ürün vermeye başlamaktadır. 5 yaşına kadar her yıl ürün miktarı artmaktadır, 5 yaşında tam verime ulaşmaktadır. Ekolojik koşullar, çeşit ve kültürel uygulamalara bağlı olarak bitki başına verim 5-17 kg arasında değişmektedir. Aronya değişik toprak tiplerine adapte olabilmekle birlikte pH 6-7 arasında değişen topraklar yetiştiricilik için uygundur. Sulama aronyanın meyve kalitesi için önemlidir. Meyve tutumundan hasada kadar düzenli olarak sulama yapılması gerekmektedir. Yıllık su ihtiyacı 600-800 mm’dir [14].

Aronya meyvesi fitokimyasallar bakımından oldukça zengindir. Birçok fenolik bileşik, mineral ve vitaminler içermektedir. Ayrıca üzümsü meyveler içerisinde oldukça yüksek antioksidan değerine sahiptir. Bu özellikleri nedeni ile hem gıda sanayisinde hem de eczacılıkta kullanılabilen bir sağlık meyvesidir. Gıda sanayisinde meyve suyu, reçel, çay, kuru meyve, sos ve farklı şekillerde değerlendirilebilmektedir. Gıda takviyesi olarak da kullanılabilen aronya doğal renklendirici maddesi olarak da önemli bir meyvedir [9, 16].

Aronya ülkemize ilk olarak Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından getirilerek Ar-Ge çalışmalarına 2012 yılında başlanmıştır. Enstitü liderliğinde 2017 yılında Yalova, Tokat, Edirne ve Malatya’da olmak üzere bu bitki türüne ait agromorfolojik çalışmaları içeren ve meyvenin biyokimyasal özelliklerini araştıran bir proje yapılarak Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir. Aronya yetiştiriciliği çalışmaları da 2017 yılında Enstitü tarafından başlatılmıştır.

Aronya farklı ekolojilere kolay adapte olabilen bir meyve türüdür. Ülkemizde Samsun ekolojisinde aronya meyve türüne ait bitkilerde gözlerde uyanmanın 10 Mart tarihinde, çiçeklenmenin 26 Nisan’da meyve tutumunun 12 Mayıs’ta hasadın ise 24 Ağustos’ta gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca 3 yaşındaki aronya bitkilerinde bitki boyunun ‘Viking’ çeşidinde 124,73 cm’ye, ‘Nero’ çeşidinde ise 120,73 cm’ye ulaştığı görülmüştür [4]. Gübrelemenin aronya bitkisi üzerine önemi çalışmalarla ortaya konmuştur. Aronya bitkisinde gübreleme vejetatif gelişimi ve verimi artırmaktadır. Jeppsson [6], NPK gübrelemesi ile ‘Viking’ aronya çeşidinde bitki boyu ve verimde artış meydana geldiğini, toplam asit ve antosiyanin miktarında azalma olduğunu belirtmiştir. Meyve iriliğinin gübreleme ile değişmediğini vurgulamıştır. Meyvede maksimum antosiyanin miktarı için gübreleme miktarının 5 kg/da N, 4,4 kg/da P ve 10 kg/da K olması gerektiğini saptamıştır.

Bu çalışma ülkemiz için yeni ve alternatif bir üzüm sü meyve türü olan aronyanın Yalova ekolojisindeki fenolojik ve morfolojik özellikleri ile verim ve kalite değerlerini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada materyal olarak Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Deneme Alanı içerisinde yer alan Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot (Black Chokeberry) meyve türüne ait ‘Nero’ ve ‘Viking’ çeşitlerine ait 5 yaşındaki bitkiler kullanılmıştır. Aronya bitkileri 2012 yılında 3,0×2,0 m aralık ve mesafe ile deneme bahçesine dikilmiştir. Deneme alanı tınlı bir toprak yapısına sahip olup toprak özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Araştırmada, deneme alanı toprak özellikleri dikkate alınarak dekara 5 kg saf azot gelecek şekilde Nisan ayında 15’er gün aralıklar ile 3 kez olmak üzere kimyasal gübreleme yapılmıştır. Vejetasyon döneminde haftada 2 gün düzenli aralıklar ile sulama yapılmıştır. Hastalık ve zararlı için ilaçlama yapılmamıştır.

Çizelge 1 Aronya deneme alanı toprak özellikleri

Derinlik	İşba	EC ₂₅ (1:2,5) (mmhos/cm)	pH (1:2,5)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Fosfor (ppm)	Değişebilir Potasyum (ppm)
0-30	50	0,15	7,26	1,58	2,53	23	228
	Tınlı	Tuzsuz	Nötr	Az	Orta	Yüksek	Orta

Metot

Aronya çeşitlerinde vejetasyon döneminde; gözlerde kabarma ve uyanma, ilk çiçek salkımının görülmesi, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme, çiçeklenmenin sonu, tane tutumu ve ben düşme dönemi gibi fenolojik aşamalar vejetasyon dönemi boyunca iki gün aralıklarda yapılan gözlemlerle kayıt altına alınmıştır. Meyve hasat tarihi ve yaprak döküm dönemleri de belirlenmiştir.

Morfolojik özelliklerin tespiti için çalışmada yer alan aronya çeşitlerinin bitkilerinde büyüme şekli yatık (1-3), yarı dik (3-6) ve dik (6-9) olarak tespit edilmiştir [11]. Bitki hacmi (m³) yükseklik, derinlik ve genişlik ölçülerek hesaplanmıştır. Ocaktaki sürgün sayısı (adet) dinlenme döneminde ocaktaki sürgünler sayılarak belirlenmiştir. Ocak genişliği (cm), bitki ocağının en geniş yerinden sıra üzerine paralel olacak şekilde ölçülerek tespit edilmiştir. Ocak derinliği (cm), sıra üzerinde karşıdan karşıya en derin kısım ölçülerek hesaplanmıştır. Bitki boyu (cm) bitkiler

dinlenme dönemindeyken toprak seviyesinden başlayarak boyu ölçülmüştür. Yıllık sürgünlerin çapı (mm) bitkiler dinlenme dönemindeyken her ocakta 5 adet sürgünün çapı (en), dijital kumpas yardımıyla (0,01 mm’ye hassas) toprak seviyesinden 5 cm ve 50 cm yüksekliklerden ölçülerek belirlenmiştir. Yaprak boyutları (cm) her bitkide sürgünlerin orta kısmından alınan 10 yaprakta hesaplanırken yaprak ayasının en geniş ve en uzun yerinden cetvel yardımıyla ölçüm yapılmıştır. Boğum arası genişliği (cm) her bitkide tesadüfi olarak seçilen 5 sürgünde ve sürgünün orta kısmındaki 3’er boğum arası ölçülerek hesaplanmıştır. Verim özellikleri ise 2 yıl süresince hasat döneminde her bitkiden hasat edilen meyveler tartılarak belirlenmiştir.

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Denemeden elde edilen morfolojik özellikler ve verim değerleri verilerine varyans analizi yapılarak önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklar için LSD çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Analizler için JUMP programı kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Fenolojik Dönemler

Yalova koşullarında 2017 ve 2018 yıllarında ‘Nero’ ve ‘Viking’ aronya çeşitlerinin performanslarını belirlemek amacıyla fenolojik gözlemler yapılmıştır. Çeşitlerin her iki deneme yılında fenolojik gözlem tarihleri arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. İki çeşit için gözlerde kabarma ve uyanma ilk çiçek salkımının görülmesi, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, meyve tutumu, ben düşme, hasat, yaprakların sararma ve döküm tarihleri Çizelge 2’de verilmiştir.

2017 yılında ‘Nero’ aronya çeşidinde Mart ayında gözlerde kabarma başlamıştır. 10 Mart tarihinde gözler uyanmış ve 15 Nisan’da ilk çiçeklenme görülmüştür. Mayıs ayında meyve tutumu gerçekleşmiştir. Meyve tutumundan sonra Haziran ayının ilk haftasında ben düşme (meyve kabuğunun renklenmeye başlaması) başlamıştır. Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısı ise 140 gün olarak tespit edilmiştir. ‘Viking’ aronya çeşidinde ise 7 Mart tarihinde gözlerde patlama meydana gelmiş, ilk çiçeklenme 17 Nisan, tam çiçeklenme ise 20 Nisan’da gerçekleşmiştir. ‘Viking’ çeşidinde meyve tutumu 2 Mayıs’ta başlamış ben düşme tarihi de 2 Haziran olarak saptanmıştır. Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısı bu çeşitte 144 gün olarak belirlenmiştir. ‘Viking’ aronya çeşidi ‘Nero’ çeşidine göre tüm fenolojik dönemlerde

2-3 gün erkencilik göstermiştir. 11 Eylül 2017 yılında hasat zamanı olarak belirlenmiştir. Yaprakların sararması iki çeşitte de 6 Kasım'da başlamış, yaprak dökümü ise 30 Kasım tarihinde gerçekleşmiştir.

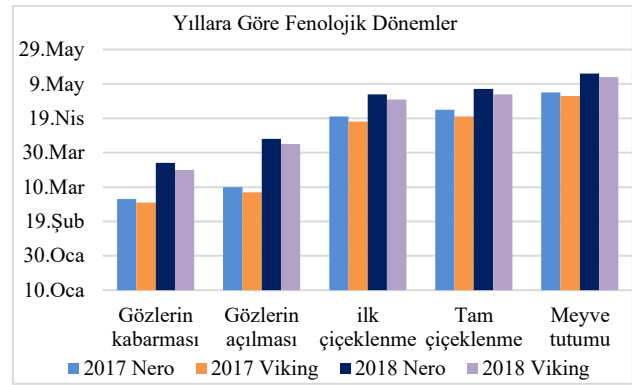
Çizelge 2. 'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinde gözlenen fenolojik dönemler (2017-2018)

Yıllar	Fenolojik Dönemler	Çeşitler	
		Nero	Viking
2017	Gözlerin kabarması	03 Mart	01 Mart
	Gözlerin açılması	10 Mart	07 Mart
	İlk çiçek salkımının görülmesi	20 Mart	18 Mart
	İlk çiçeklenme	20 Nisan	17 Nisan
	Tam çiçeklenme	24 Nisan	20 Nisan
	Meyve tutum tarihi	04 Mayıs	02 Mayıs
	Ben düşme	05 Haziran	02 Haziran
	Hasat tarihi	11 Eylül	11 Eylül
	Yaprakların sararmaya başlaması	6 Kasım	6 Kasım
	Yaprak dökümü	30 Kasım	30 Kasım
Tam çiçeklenmeden hasada gün sayısı		140 gün	144 gün
2018	Gözlerin kabarması	24 Mart	20 Mart
	Gözlerin açılması	07 Nisan	04 Nisan
	İlk çiçek salkımının görülmesi	10 Nisan	07 Nisan
	İlk çiçeklenme	03 Mayıs	30 Nisan
	Tam çiçeklenme	06 Mayıs	03 Mayıs
	Meyve tutum tarihi	15 Mayıs	13 Mayıs
	Ben düşme	20 Haziran	19 Haziran
	Hasat tarihi	19 Eylül	19 Eylül
	Yaprakların sararmaya başlaması	17 Kasım	17 Kasım
	Yaprak dökümü	13 Aralık	13 Aralık
Tam çiçeklenmeden hasada gün sayısı		136 gün	139 gün

2018 yılında her iki aronya çeşidinde Mart ayında gözlerde kabarma başlamıştır. Gözlerde uyanma 'Viking' aronya çeşidinde 4 Nisan'da, 'Nero' aronya çeşidinde ise 7 Nisan'da gerçekleşmiştir. 'Nero' çeşidi 3 Mayıs, 'Viking' çeşidi ise 30 Nisan ilk çiçeklenme tarihi olarak kayıt edilmiştir. 2018 yılında meyve tutumu Mayıs ayında başlamıştır. İlk ben düşme tarihi 19 Haziran olarak belirlenmiştir. Bu yılda da yine tüm fenolojik dönemlerde 'Viking' aronya çeşidinin 'Nero' aronya çeşidine göre 3-4 gün erkencilik gösterdiği tespit edilmiştir. Hasat tarihi 2018 yılında 19 Eylül olarak tespit edilmiştir. Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısı 'Nero' çeşidinde 136 gün, 'Viking' çeşidinde ise 139 gün olarak belirlenmiştir. Yaprakların sararmaya başlaması aronya çeşitlerinde 17 Kasım tarihinde, yaprak dökümü ise 13 Aralık tarihinde gerçekleşmiştir. Strik ve ark. [18] Oregonda yaptıkları fenolojik dönem takibi çalışmalarında bulgularımızla paralel olarak ilk çiçeklenmenin 24 Nisan, tam çiçeklenmenin ise 30 Nisan'da gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Brand [2] ise bulgularımızdan farklı olarak aronya bitkisinde çiçeklenmenin Mayıs ayında, meyve olgunlaşmasının ise Ağustos ayı sonunda gerçekleştiğini vurgulamıştır. Okatan vd. [10] da frenküzümlerinde fenolojik takip çalışmalarını sonucunda, fenolojik

dönemlerin çeşitlere ve ekolojiye bağlı olarak yıllara göre değişiklik gösterebileceğini belirtmişlerdir.

İki yıl alınan fenolojik dönem verilerini kıyasladığımızda, çiçeklenme ve meyve tutum zamanları arasında yaklaşık iki hafta fark görülmüştür (Şekil 1). Fenolojik dönem zamanları arasındaki farklılık 2018 yılında Yalova'da Ocak, Şubat ve Mart aylarında sıcaklığın 2017 yılına göre 5°C civarında daha yüksek olmasından dolayı çeşitlerin soğuklama ihtiyaçlarını daha geç karşılamış oldukları düşünülmektedir. Hasat zamanları bakımından da iki yıl arasında 8-10 gün fark olduğu görülmüştür. Bunlara paralel olarak yapraklarda sararma ve döküm de 2018 yılında 2017 yılından 11-14 gün daha geç gerçekleşmiştir.



Şekil 1. 'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinde gözlenen bazı fenolojik dönemler (2017-2018)

Morfolojik Özellikler

'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinde 2017 ve 2018 yıllarında her ocakta yer alan, sürgün ve yaprakların morfolojik özellikler ile ocak gelişim durumu belirlenmiştir. Büyüme yapısı, bir ocakta yer alan sürgün miktarı, ocak genişliği ve ocak derinliği, bitki hacmi, boğum arası genişlik, yıllık sürgün boyu ve çapı ile yaprak genişliği ve uzunluğu ölçülmüştür (Çizelge 2).

'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinde 2017 yılında morfolojik özelliklere ait veriler doğrultusunda bitki boyu, ocaktaki sürgün sayısı, ocak genişliği ve derinliği, bitki hacmi, yıllık sürgün çapı, boğum arası genişliği ve yaprak genişliği verileri çeşitler arasında farklılık göstermemiştir (Çizelge 2). Bitki büyüme şekli çeşitler arasında farklılık göstermiş ve istatistiksel açıdan %1 düzeyinde, önemli bulunmuştur. 2017 yılında 'Nero' ve 'Viking' aronya çeşitlerinde bitki habitüsü bakımından 1-9 skalasına göre yapılan değerlendirme sonucunda, 'Viking' çeşidinin daha dik büyüme eğiliminde olduğu görülmüştür. Yapılan gözlemler sonucunda iki çeşidin de dip sürgünü meydan getirdiği ve ocak şeklinde büyüme gösterdiği tespit

edilmiştir. 2017 yılında bitki boyu, sürgün sayısı ve ocak genişliği yönünden iki çeşide ait veriler incelenmiş ve ‘Viking’ aronya çeşidinin ‘Nero’ çeşidine göre bir miktar önde olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). ‘Nero’ çeşidinin ocak derinliği bakımından ‘Viking’ çeşidinin önünde yer alması bitki hacmi değerini ters yönde etkilememiştir (Çizelge 2). Hannan [3] ve Knudson [8], bulgularımızla paralel olarak aronya bitkisinin çok yıllık, ocak şeklinde bir gelişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Diğer üzümü meyvelerden çayüzümü [5], böğürtlen [17] ve frenküzümü çeşitlerinde [20]’de çalışmalar yapılarak büyüme eğilimleri belirlenmiştir.

Çizelge 2. Aronya çeşitlerinde morfolojik özelliklere ait veriler (2017)

Çeşit	Bitki boyu (cm)	Bir ocakta ortalama sürgün sayısı (adet)	Ocak genişliği (cm)	Ocak derinliği (cm)	Bitki hacmi (m ³)
Nero	102,50	15,31	106,31	101,94	1,15
Viking	108,31	16,19	110,69	99,63	1,27
%CV	-	-	-	-	-
LSD	-	-	-	-	-
Çeşit	Büyüme şekli (1-9)**	Boğum arası genişlik (cm)	Yıllık sürgün çapı (mm)	Yaprak genişliği (cm)	Yaprak uzunluğu (cm)*
Nero	8,13 b	4,16	6,67	4,98	6,83 b
Viking	8,75 a	3,81	6,98	5,18	7,26 a
%CV	5,84	-	-	-	7,10
LSD	0,08	-	-	-	0,09

**P:<0,01 seviyesinde, *P:<0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur.
Skala (1-9): 1-3 yatık, 3-6 yarı dik, 6-9 dik.

‘Nero’ ve ‘Viking’ aronya çeşitlerinde 2018 yılında yapılan morfolojik özelliklere ait ölçümler sonucunda ocaktaki sürgün sayısı, ocak genişliği ve derinliği, bitki hacmi boğum arası genişlik, yıllık sürgün çapı ve yaprak genişliği değerleri çeşitler arasında farklılık göstermemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Aronya çeşitlerinde morfolojik özelliklere ait veriler (2018)

Çeşit	Bitki boyu (cm)*	Ocaktaki sürgün sayısı (adet)	Ocak genişliği (cm)	Ocak derinliği (cm)	Bitki hacmi (m ³)
Nero	115,50 b	22,44	141,69	137,06	2,26
Viking	123,94 a	23,25	145,31	134,56	2,50
%CV	9,73	-	-	-	-
LSD	0,21	-	-	-	-
Çeşit	Büyüme şekli (1-9)**	Boğum arası genişlik (cm)	Yıllık sürgün çapı (mm)	Yaprak genişliği (cm)	Yaprak uzunluğu (cm)**
Nero	8,09 b	4,10	6,82	5,05	6,95 b
Viking	8,69 a	3,79	7,07	5,24	7,38 a
%CV	5,59	-	-	-	5,57
LSD	0,08	-	-	-	0,07

**P:<0,01 seviyesinde, *P:<0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur.
Skala (1-9): 1-3 yatık, 3-6 yarı dik, 6-9 dik.

Bitki büyüme şekli ve yaprak uzunluğu verileri çeşitler arasında farklılık göstermiş ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. ‘Nero’ ve ‘Viking’ aronya çeşitlerinin bitki boyları arasındaki

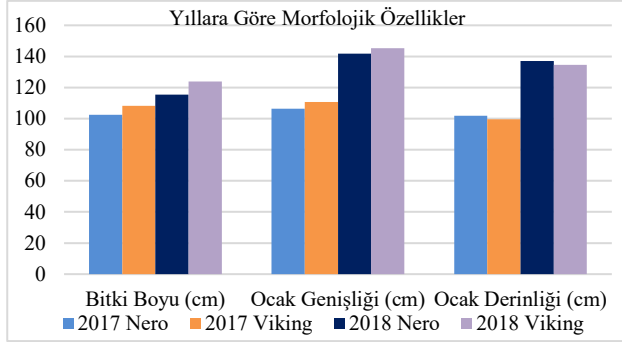
fark ise istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2018 yılında da 1-9 büyüme skalasına göre yapılan inceleme sonucunda, ‘Viking’ çeşidinin ‘Nero’ çeşidine göre daha dik büyüme eğiliminde olduğu gözlenmiştir.

2018 yılında da ‘Nero’ ve ‘Viking’ aronya çeşitlerinin yaprak en ve boy ölçümleri yapılmış, yaprak uzunluğu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2018 yılında alınan yapraklarda ‘Viking’ çeşidi yaprak uzunluğu ‘Nero’ çeşidi yaprak uzunluğundan daha yüksek bulunmuş ve yaprak genişliği bakımından iki çeşide ait verilerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Yaprak uzunluğu ‘Nero’ çeşidinde 6,95 cm, ‘Viking’ çeşidinde 7,38 cm, yaprak genişliği ‘Nero’ çeşidinde 5,05 cm, ‘Viking’ çeşidinde 5,2 cm olarak ölçülmüştür. 2017 ve 2018 yıllarında elde edilen veriler sonucunda ‘Viking’ çeşidinin yapraklarının ‘Nero’ çeşidinin yapraklarına göre daha uzun ve geniş olduğu sonucuna varılmıştır. Ochmian vd. [9], ‘Galicjanka’, ‘Hugin’, ‘Nero’ ve ‘Viking’ aronya çeşitlerinin yaprak boyutlarını incelemiş ve ‘Nero’ aronya çeşidinde yaprak uzunluğunu 8,7 cm, ‘Viking’ çeşidinde ise 8,4 cm olarak belirlemişlerdir. Yaprak genişliklerini ise ‘Nero’ aronya çeşidinde 5,3 cm, ‘Viking’ aronya çeşidinde ise 5,2 cm olarak bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada ‘Nero’ çeşidinin yaprak boyutları daha büyük bulunmuştur. Bu sonuç çalışma bulgularımız ile örtüşmemektedir. Çeşitlerin yaprak uzunluk değerleri bulgularımızdan daha yüksektir. Yaprak büyüklüğünü ekolojik faktörler, bitki yaşı ve kültürel uygulamaların etkilediği düşünülmektedir.

2018 yılında ‘Viking’ aronya çeşidinin bitki boyu ‘Nero’ aronya çeşidinden daha fazla bulunmuştur. ‘Nero’ aronya çeşidinin ocak derinliğinin ‘Viking’ çeşidinden fazla olması bitki hacmi değerini etkilememiştir (Çizelge 3). Jong ve Hop [7], ‘Nero’ ve ‘Viking’ aronya çeşitlerine ait bitkilerin boylarının 2,5-3,0 m, Brand [2] ise 1,2-2,4 m olarak bildirmiştir. Ayrıca Knudson [8], ‘Nero’ aronya çeşidinin bitki gelişme kuvvetinin ‘Viking’ çeşidine göre daha az olduğunu belirtmiştir. Çalışma bulgularımız bu araştırmacıların bulguları ile uyumludur.

2018 yılında denemede yer alan iki aronya çeşidinde bitki boyu, ocak genişliği ve ocak derinliği miktarında büyük bir artış görülmüştür (Şekil 2). Bu nedenle bitki hacmi değeri de artış göstermiştir. ‘Nero’ aronya çeşidinde bitki boyu 102,50 cm’den 115,50 cm’ye, bitki hacmi de 1,15 m³’den 2,26 m³’e, ‘Viking’ aronya çeşidinin bitki boyu ise 108,31 cm’den 123,94 cm’ye, bitki hacmi de yine 1,27 m³’den 2,50 m³’e çıkmıştır. Brand [2], aronya bitkisinde bitki boyunu 1,2-2,4 m olarak bildirirken Battacharya [1] ve Trinklein [19], 2,0 m civarında

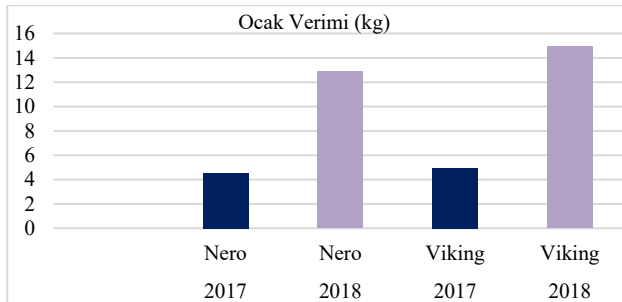
olabileceğini vurgulamışlardır. Strik vd. [18], Aronyada bitki hacmini 2,4 m³ olarak bildirmişlerdir. Araştırmacıların sonuçları bulgularımız ile uyumludur. Aronya meyve türünde yapılan literatür taramasında 5 yaşına kadar verim değerinin giderek arttığı, 5 yaşından sonra ise maksimum verime ulaştığı bilgisi yer almaktadır [3, 19].



Şekil 2. 2017 ve 2018 yıllarında aronya çeşitlerinde gözlenen bazı morfolojik özellikler

Verim Özellikleri

2017 yılında 5 yaşındaki aronya bitkilerinden ‘Nero’ çeşidinde verim 4,53 kg/bitki, ‘Viking’ çeşidinde ise 4,94 kg/bitki iken, 2018 yılında 6 yaşındaki Aronya bitkilerinde ‘Nero’ çeşidinde verim 12,86 kg/bitki, ‘Viking’ aronya çeşidinde ise 14,91 kg/bitki’ye çıktığı saptanmıştır (Şekil 3). İki yıl arasındaki büyük verim farklılığının nedeninin morfolojik değişimlerin yanında kültürel uygulamaların da etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca daha önce yapılan çalışmalarda aronya meyvesinde verimin ikinci yıldan itibaren başladığı 5 yaşına kadar giderek artış gösterdiği ve 5 yaşından sonra maksimum verime ulaştığı bilgisi yer almaktadır [3, 19]. Skupien vd. [15], Polonya’da 8 yaşındaki aronya bitkilerinden 2,5 kg/bitki ürün aldıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen verim değerlerinin Skupien vd. [15]’nin bildirdiği verim değerlerinden oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Bulguların ekolojik farklılık ve kültürel uygulamalardan ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 3. 2017 ve 2018 yıllarında aronya çeşitlerinde verim değerleri

SONUÇ

Çalışma, 2012 yılında ülkemize getirilmiş ve Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Deneme alanında yetiştiricilik çalışmaları başlatılmış üzümü meyve olan aronya meyve türüne ait ‘Nero’ ve ‘Viking’ çeşitleri üzerinde 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Bu çalışma ile ülkemizde yeni bir meyve olan aronyanın fenolojik dönemleri ve morfolojik özellikleri tanımlanmış, verim değerleri belirlenmiştir. Çalışma bulguları yeni bahçe kurulumunda bitki materyalinin seçimi ile ilgili bilgiler sunmaktadır.

İncelenen fenolojik dönem bulguları ışığında; Yalova koşullarında ‘Viking’ aronya çeşidinin ‘Nero’ çeşidine göre ilk çiçeklenme, gözlerde uyanma, meyve tutumu ve ben düşme tarihleri bakımından ortalama 3 gün erkencilik gösterdiği tespit edilmiştir. İki yıl süresince aronya çeşitleri morfolojik özellikleri ve verim değerleri bakımından incelenmiş olup, ‘Viking’ aronya çeşidinin ‘Nero’ çeşidine göre daha dik büyüme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bitki boyu, ocaktaki sürgün sayısı ve bitki hacmi bakımından ‘Viking’ çeşidinin ‘Nero’ çeşidinin önünde yer aldığı tespit edilmiştir. Verim bakımında ise yine ‘Viking’ çeşidi ‘Nero’ çeşidinin önünde yer almıştır. Ayrıca iki aronya çeşidinde de 5 yaşından 6 yaşına geçişte bitki habitüsünde ciddi bir gelişim ve buna paralel olarak verimde de önemli bir artış olduğu saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma BBAD/I7/A08/P10/01 no.lu projenin bir parçasıdır. Projeyi destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne (TAGEM) teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Bhattacharya, M., 2004. Restoration ecology and habitat fragmentation studies in Massachusetts Woodlands. Ph.D. Thesis, Graduate School of Arts and Sciences, Boston University, Boston, USA.
2. Brand, M., 2010. Aronia: Native shrubs with untapped potential. *Arnoldia* 67(3):14-25.
3. Hannan, J.M., 2013. Aronia berries profile. Iowa State University Extension and Outreach, Commercial Horticulture Field Specialist, 2013, USA.
4. Çelik, H., Karabulut, B., Uray, Y., 2022. Growth-development, yield and quality characteristics of

- aronia varieties grown in pots. International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research 6(3):246-254.
5. İslam, A., Çelik, H., 2007. Trabzon ili Of ilçesinde ve çevresinde yetişen yabanmersinlerinin morfolojik ve pomolojik özellikleri. 2. Ulusal Üzüm Üzümü Meyveler Sempozyumu, s:141-144.
 6. Jeppsson, N., 2000. The effects of fertilizer rate on vegetative growth, yield and fruit quality, with special respect to pigments, in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) cv. 'Viking'. Sci. Hort. (83):127-137.
 7. Jong, P.C., Hop, M.E.C.M., 1994. Aronia-Dendroflora 31:24-28.
 8. Knudson, M., 2009. Plant Guide for black chokeberry (*Photinia melanocarpa* (Michx.) USDA-Natural Resources Conservation Service, <http://plant-materials.nrcs.usda.gov> (Erişim Tarihi: 13.06.2016).
 9. Ochmian, I., Grajkowski, J., Smolik M., 2012. Comparison of some morphological features, quality and chemical content of four cultivars of chokeberry fruits (*Aronia melanocarpa*). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40(1):253-260.
 10. Okatan, V., Polat, M., Aşkın, M.A., Çolak, A.M., 2015. Frenküzümü (*Ribes* spp.), Jostaberry (*Ribes* × *Nidigrolaria bauer*) ve bektaş üzümünün (*Ribes grossularia* l.) bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1):83-89.
 11. Poyraz Engin, S., 2020. 'Nero' ve 'Viking' Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) çeşitlerinin agromorfolojik özellikleri ve farklı olgunluk seviyelerindeki meyve kalite parametrelerinin belirlenmesi. (Doktora Tezi). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, 195 s.
 12. Poyraz Engin, S., Mert, C., 2019. Determination of fruit growth in 'Nero' and 'Viking' aronia cultivars. Acta Horticulturae 1265(25):179-186.
 13. Poyraz Engin, S., 2018. Aronya meyve türünün bitkisel özellikleri ve adaptasyonuna ilişkin gözlemler. Bahçe Haber (7):1.
 14. Poyraz Engin, S., Mert, C., Fidancı, A., Boz, Y., 2016. Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) meyve türünde morfolojik incelemeler. Bahçe 45(Özel Sayı 2):71-78.
 15. Skupień, K., Oszmiański, J., Grajkowski, J., 2008. Influence of mineral fertilization on selected physical features and chemical composition of aronia fruit. Acta Agrophysica 11(1):213-226.
 16. Šnebergrová J., Čížková, H., Neradová, E., Kapci, B., Rajchl, A., Voldřich, M., 2014. Variability of Characteristic Components of Aronia. Czech J. Food Sci. (32):25-30.
 17. Strik, B.C., Finn, C.E., Clark, J.R., Pilar Bañados, M., 2008. Worldwide production of blackberries. Acta Hort. (777):209-218.
 18. Strik, B., Finn, C., Wrolstad, R., 2003. Performance of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) in Oregon, USA. Acta Horticulturae 626:447-451.
 19. Trinklein, D., 2007. Aronia: A berry good plant. Missouri Environment and Garden 13(9):86.
 20. Vagiri, M., 2012. Black currant (*R. nigrum* L.) an insight into the crop. Ph.D. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Balsgard, Swedish.

Bazı Tarımsal Ürünlerde LED Aydınlatma Kullanımı

Elif YAZAR COŞKUN^{1*}, İlker Hüseyin ÇELEN²

¹Ziraat Yük. Müh., Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ; ORCID: 0009-0009-3680-3386

²Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tekirdağ; ORCID: 0000-0003-1652-379X

Geliş Tarihi / Received: 22 Haziran 2023

Kabul Tarihi / Accepted: 01 Mart 2024

ÖZ

Her geçen gün dünya nüfusu hızla artmakta ve buna bağlı olarak gıda ihtiyacı da her geçen gün büyümektedir. Tarım alanlarının gündün günden azaldığı göz önüne alındığında, yeni üretim tekniklerinin kullanılması ve beraberinde üretim artışının sağlanması bir gereklilik olmuştur. Son yıllarda bu kapsamda kapalı alanlarda tarım ya da dikey tarım uygulamaları oldukça fazla karşımıza çıkmaktadır. Bu uygulamalarda kullanılan bir diğer yenilik, yapay aydınlatma kaynaklarının kullanımınıdır.

Bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde en önemli çevresel faktörlerden birisi (çimlenmeden sonraki süreçte) ışıktır. Güneş ışığı en önemli aydınlatma kaynağıdır. Bitkisel üretimde yapay ışık kaynaklarının kullanımı güneş ışığını desteklemek amacıyla kullanılabildiği gibi, güneş ışığı olmayan yetiştirme kabinlerinde de üretimi desteklemek için kullanılabilmektedir.

LED aydınlatmalar günümüzde ışık ve enerji verimliliğinin yüksek olması, kullanım ömrünün uzun olması, ısı oluşumunun düşük olması gibi özellikleri ile ek aydınlatmada bitkiler için önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada gelecekte daha fazla kullanılmak zorunda olacağımızı düşündüğümüz ve günümüz sebze tarımında kullanımı dikkat çekici etkiye sahip yapay ışık kaynakları ve bu alanda yapılan çalışmaların sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: LED, ışık spektrumu, yapay aydınlatma, tarımsal üretim

Use of LED Lighting in Some Agricultural Crops

ABSTRACT

The global population is rapidly increasing every day, consequently leading to a continuous growth in food demand. Considering the gradual reduction of agricultural areas, there arises a necessity for the adoption of new production techniques to ensure an increase in output. In recent years, within this framework, practices such as indoor farming or vertical farming have become prevalent. Another innovation commonly employed in these applications is the use of artificial lighting sources.

One of the most crucial environmental factors influencing the growth and development of plants (after germination) is light. Sunlight serves as the primary source of illumination. In plant production, artificial light sources can be used to complement sunlight, either to support natural light or in enclosed cultivation chambers to support production where sunlight is not available.

LED lighting plays a significant role in supplementary lighting for plants today due to its high light and energy efficiency, long lifespan and low heat generation. In this study, artificial light sources, which we anticipate will be increasingly essential in the future and have a noteworthy impact on current vegetable agriculture, were evaluated alongside the results of research conducted in this field.

Keywords: LED, light spectrum, artificial lighting, agriculture production

GİRİŞ

Dünyada gıda talebinin sürekli artışı, kırsal bölgelerde yaşayan insan oranının azalışı ve tarımsal üretim alanlarının daralmasıyla beraber, insan emeğinin yoğun olarak kullanıldığı tarımsal işlerde geleneksel yöntemlerden modern yöntemlere geçiş zorunlu hale gelmektedir. Birleşmiş Milletler (2019)

2050 yılında dünya nüfusunun %68'inin kentlerde yaşayacağını öngörmektedir [83]. Son zamanlarda, giderek daha fazla insan kentsel tarım veya dikey tarımla ilgilenmektedir. Bu noktada öne çıkan detay; bitki büyümesi için gerekenlerin, kapalı alanlarda nasıl tamamlanacağı sorusudur. Işık, bitki büyümesi ile ilgili en önemli çevresel değişkendir. Işık sadece enerji kaynağı olarak değil, bununla birlikte bitkilerin

*Sorumlu yazar / Corresponding author: elif.yazar@tarimorman.gov.tr

büyüme, gelişme ve çeşitli metabolik olaylarında da etkilidir [74]. Güneş ışığının yetersiz olduğu ya da ek aydınlatmaya ihtiyaç duyulan yerlerde yapay aydınlatma kaynakları kullanımı önem kazanmıştır.

LED "Light Emitting Diode" Türkçe'ye "Işık Yayan Diyot" ya da "Işıklı Diyot" şeklinde çevrilebilmiş olsa bile LED kısaltması daha yaygın olarak kullanılmaktadır. LED aydınlatma, bahçe tarımında ek veya tek aydınlatma kaynağı olarak büyük bir potansiyele sahiptir. LED'lerin küçük boyutları ve mükemmel etkinlikleri gibi teknik özelliklerinden dolayı, çok yoğun bitki taç hacimlerine göre tasarımı mümkündür, bu da kapalı alanlarda yetiştiriciliğin verimini büyük ölçüde arttırmaktadır. LED aydınlatmalar sahip olduğu avantajlar nedeniyle, enerjinin maliyetli olduğu yerler veya yapılar için ve de kapalı alanlarda yapılan üretimlerde son derece önemlidir. Bununla birlikte, önem arz eden bir diğer konu ise, farklı bitkilerin ışık spektrumunun farklı dalga boylarına ve yoğunluklarına nasıl tepki verdiğinin daha iyi anlaşılmasıdır. Günümüze kadar çok sınırlı sayıda bu bilgiler edinilmeye çalışıldığı düşünüldüğünde söz konusu bilgilerin anlaşılması için çok geniş bir araştırma alanı konusu ve konusu alanı olduğu ortaya çıkmaktadır. Kontrollü yetiştirme ortamlarının optimizasyonu, bahçede üretilen ürünlerin verimi, kalitesi ve maliyeti üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olabilir [16].

Aydınlatma Neden Gerekli?

Sebze tarımının ana hedefi, minimum maliyetle yüksek kaliteli ve verimli sebze ürünleri elde etmektir [75]. Bu nedenle, bahçe bitkileri yetiştiriciliğinin amaçlarına uymayan koşullar altında teknoloji yardımıyla bitkinin doğal fizyolojik ihtiyaçlarına göre daha iyi bir yetiştiricilik yapılabilir. Bitkiler doğal habitatlarda, güneş spektrumu ve yoğunluğundaki değişimlere uygun olarak fizyolojilerini adapte etmişlerdir. Genel olarak, çeşitli ortamlarda hayatta kalma ve gelişme yeteneğine sahip olan bitkiler yapay aydınlatma koşullarına uyum sağlayabilirler.

Bahçe bitkilerinde ek aydınlatma, bitki büyümesini ve gelişimini artırmak amacıyla uzun bir süredir kullanılmaktadır [78]. Aslında bitkiler için tasarlanmayan bu teknoloji aydınlatma endüstrisinden alınmıştır [46]. Bitki yetiştirme ve araştırma için akkor, floresan, metal halojenür ve yüksek yoğunluklu deşarj lambaları gibi çeşitli lamba teknolojileri kullanılmıştır. Her bir teknoloji uygulaması, farklı bahçe bitkilerinde fotoperiyot

kontrolü, bitki morfolojisini değiştirmek ve fotosentezi geliştirmek için optimize edilmiştir.

Bahçe tarımında aydınlatma teknik ve bilginin ilerlemesiyle LED'ler gündeme oturmuştur. Bugün LED'ler, hemen hemen her iç ve dış aydınlatma uygulamalarında geleneksel lambaların yerini almaktadır. Bitki aydınlatması için LED uygulamasına ilişkin ilk araştırmalar 1990'ların başında başlamıştır. Ancak, farklı bitki türlerinden elde edilen sonuçların da farklı olması nedeniyle, genel bir LED aydınlatma tekniği söylemek mümkün olmamaktadır. Yetiştiricinin hedefleri ile birlikte farklı gelişim aşamalarındaki farklı bahçe bitkileri için ideal olan LED aydınlatma parametreleri değişkenlik göstermektedir.

Yenilikçi LED sistemleri, aydınlatma kontrolüne tamamen yeni bir boyut katmaktadır. Spektral çıktının ve ışık yoğunluğunun (fotosentetik foton akısı-PPF) kontrol edilebilme yeteneği LED'lerin önemli bir avantajıdır [46]. LED'ler görünebilir ışık tayfının belirli bir bölümünde ışık yayarlar. Başka bir deyişle tek renk ışık üretirler. Bunun yanında LED'in doğru uygulama için işlevselliği, özel fotobiyolojik, fizyolojik ve teknoloji alanındaki elde edilen bilgilere bağlıdır. Örneğin, istenilen bitki özelliklerini elde edebilmek için dar spektrumlu LED'lerin kombinasyonu uygulanmalıdır [45]. Bu nedenle, bahçe tarımında LED uygulamaları, bitki fotomorfogenezi bilgisi ile yakından bağlantılıdır. LED'lerin piyasaya sürülmesi, ışık parametrelerini uyarlayarak bitki büyümesini, gelişimini ve metabolizmasını kontrol etme imkânı sunar [11, 48].

Bitkilerde Yapay Aydınlatmanın Etkisi Nedir?

Bitki yetiştiriciliğinde LED uygulamalarına ilişkin ilk yapılan çalışmalarda uzay araştırmaları için bitki yetiştirme sistemleri geliştirmeye odaklanılmıştır [44]. Bu çalışmalarda, yalnızca kırmızı LED'ler (~660 nm) bitki gereksinimlerini karşılamaya yetecek bir fotosentetik foton akı çıkışına sahip ışık kaynağı olarak kullanılmışlardır. Ispanak, turp, patates [82] ve buğday [18] ile yapılan ilk denemelerin sonuçları, normal büyüme ve fotosentez için mavi ışığa ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur. Spektrum daha sonra mavi floresan ışıklarla zenginleştirilmiştir. [82]. LED'ler üzerine kapsamlı araştırmalar, yüksek güçlü mavi LED'lerin geliştirilmesiyle hız kazanmıştır. Birçok çalışma, farklı oranlardaki kırmızı ve mavi ışıkların spektral kombinasyonunun, çeşitli bitkilerin sera koşullarında yetiştirilmesi için yeterince verimli olduğunu onaylamıştır [29, 47]. Kırmızı ve mavi LED'lerin kullanımı, birincil bitki pigmentleri (klorofiller) tarafından verimli bir şekilde absorbe

edildiğinden, üreticilerin öncelikli seçimi olmuştur [56]. Kırmızı ve mavi ışıkların kombinasyonunun, diğer renklere kıyasla en yüksek foton verimini sağladıkları belirlenmiştir [51].

Örtüaltı tarımı, çevresel parametre (sıcaklık, ışık vb.) kontrolünün ve ileri teknoloji (hidroponik, otomasyon) olanaklarının yoğun olarak kullanıldığı tarım sistemlerinden biridir [35]. Bununla birlikte iklim değişikliği etkisi ve yanlış teknikler ile yüksek girdi maliyetlerinin oluşması seracılık sektörünün gelişmesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle yeni teknolojilerin ve gelişmiş yetiştiricilik tekniklerinin benimsenmesi, rekabetçi bir küresel ortamda başarılı üretim yapılması için gerekliliktir. Seralarda mevsimi dışında yapılan yetiştiriciliğin, ışık gereksinimini tamamlamak amacıyla yapay aydınlatma kaynaklarının kullanımının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Tamamlayıcı yapay aydınlatma uygulamalarında, uygun bir lamba ve ışıklık seçiminin yanı sıra, üretilen ışının bitkilerin en fazla yararlanabileceği şartlarda verilmesi, işlemin başarısını artıracaktır.

Paucek ve ark. [60], İtalya'da hidroponik bir serada yaptığı çalışmada, ilkbahar ve yaz mevsiminde yüksek telli terbiye sisteminde yetiştirilen domateslerin (*Solanum lycopersicum* L. cv. 'Siranzo') vejetatif gelişimi, meyve büyümesi, verimi ve meyve kalitesi üzerindeki ek LED aydınlatmanın etkilerini ele almıştır. Bitkiler ya doğal güneş radyasyonu (kontrol) altında ya da tamamlayıcı LED ek aydınlatması eklenerek büyütülmüştür. Çalışma sonucunda ek LED iç aydınlatma uygulaması, meyve ağırlığı, boyutu ve verimi artırmıştır. Hasatta çözünebilir kuru madde içeriği ve meyve rengi üzerinde herhangi bir etki gözlenmezken, ek LED aydınlatması olgunlaşmayı ilkbaharda bir hafta, yazın ise iki hafta hızlandırmış ve bu da kontrol uygulamasına kıyasla kümülatif üretkenlikte %16 artışa neden olmuştur.

Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisi ile yapılan bir çalışmada hiper kırmızı ve koyu mavi LED ışık kombinasyonları arasında herhangi bir fark görülmemekle birlikte, çeşitli LED ışık kombinasyonları uygulanmasının gün ışığına göre genel olarak fesleğenin çimlenmesi ve büyümesi için elverişli olduğu görülmüştür (örn. boy: +%30, toplam yaş ağırlık: +%50) [2].

Dieleman ve ark. [14], yaptığı çalışmada, ek aydınlatma spektrumuna uzak kırmızı ışığın dâhil edilmesinin patlıcan meyvesi yaş ve kuru madde üretimini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Sürdürülebilir bir sera üretimi için LED aydınlatma teknolojisi yetiştiricilik stratejilerinin tasarımında çok önemli bir unsurdur. LED aydınlatma patajonler,

haşereler ve bitkinin doğal düşmanları üzerine farklı etkilere sahiptir. Spektruma uzak kırmızı ışık eklemek, konukçu bitkinin *Botrytis*'e direncini azaltmış, ancak külleme direncini artırmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar, bitkilerde meydana gelen başlıca patojenlere ve zararlılara bağlı olarak, bitkiler için LED aydınlatma stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

LED lambaların, bitki verimini ve kalitesini artırmak için bahçe tarımında geniş çapta uygulanmasına rağmen, doğal ışıkla karşılaştırıldığında LED spektrumunda uzak kırmızı ışığın bulunmaması gibi bir dezavantajlı duruma sahiptirler. Domates, kırmızıbiber, hıyar, kabak, karpuz ve su kabağında ek uzak kırmızıyla zenginleştirilmiş LED ışıkların fidelerin büyümesi üzerindeki etkilerini bulmayı amaçlayan bir çalışmada ele alınmıştır. Uygulamalar, 5:0, 5:1, 5:2 ve 5:3 oranlarında soğuk beyaz LED: uzak kırmızı LED şeklinde yapılmıştır. Uzak kırmızıyla zenginleştirilmiş aydınlatmanın bitki büyümesini ve morfolojisini etkilediğini, ancak yanıtların ışık yoğunluğuna ve bitki türlerine bağlı olarak büyük ölçüde değişebileceği gösterilmiştir. Domates ve kırmızıbiber fidelerinde hipokotil uzunluğu dâhil olmak üzere büyüme, aktif fitokromun (Pfr) toplam fitokroma (Pfr+Pr) oranı olarak tanımlanan fitokrom fotostatik durumu (PSS), ışık yoğunluğu ve kalitesine gövde uzantısı ve uzama tepkilerini ölçmek için kullanılmıştır. 0,70'den 0,85'e kadar olan PSS (the phytochrome photostationary state) ile ifade edilen "Pr fitokromlarının Pr+Pfr fitokromlarının toplamına oranı" değeri, bitkinin sürgün uzunlukları arasında negatif doğrusal bir korelasyon göstermiştir. Bununla birlikte, salatalık veya karpuz için PSS ile büyüme veya hipokotil uzunluğu arasında net bir ilişki yoktu. Bu nedenle, her bitki türü için uygun uzak kırmızı ışık yoğunluklarının seçiminde dikkatli bir değerlendirme yapılmalıdır. İstenen bitki büyümesi ve morfolojisini elde etmek için LED'lerde uzak kırmızıyla zenginleştirilmiş ek aydınlatma uygulaması yapılmalıdır [28].

Bugbee [6] yaptığı çalışmada, kırmızı ve turuncu ışık fotonlarının en verimli olduğunu, yeşil fotonların ise bunlara kıyasla oldukça düşük verimliliğe sahip olduğunu göstermiştir. LED'lerin en çok tartışılan avantajlarından biri, yeşil ve sarı gibi verimsiz renkler için enerji israfını önleyerek, yalnızca fizyolojik olarak verimli ışık dalga boylarını seçerek aydınlatma spektrumlarını birleştirme potansiyelidir. Bununla birlikte, kısa bir zaman aralığında, düşük fotosentetik foton akı yoğunluğunda tek yapraklardan fotosentetik tepki eğrileri geliştirilmiştir. Işık verimliliği incelenirken son yıllarda tek bir yaprağın ışığa tepkisi

ile değil, farklı taç katmanları içinde ışık dağılımı ile tüm bitki örtüsünün tepkisinin dikkate alınması üzerinde durulmuştur. Bu, bitki büyümesi ve gelişmesi için geniş bir ışık spektrumunun önemini göstermektedir [69].

Bitkiler ışığı sahip olduğu farklı pigmentler sayesinde toplarlar örneğin ışık toplama yeteneğine sahip olan fotosentetik klorofil pigmentleri yanında, antosiyaninler ve karotenoidler gibi diğer bitki pigmentleri de bu özelliğe sahiptirler. Tüm bu bitki pigmentlerinin farklı absorpsiyon spektrumları vardır. Bu da bitkilerin geniş kompozit ışık spektrumunu absorbe etmesine imkân veren bir özelliktir [56].

Işık parametreleri, gen ekspresyonu, fizyoloji, morfoloji ve metabolizmayı yönlendiren süreçlerde sinyaller olarak da işlev görür.

Ouzounis ve ark. [56] çalışmalarında, ışığa karşı bitkinin tepkisi, farklı fotoreseptörlerin eylemleriyle saptanmıştır. Fitokromlar, fototropinler, kriptokromlar, UVR8 sensörlerinin sinyal yolları, bitkinin gelişimsel ve fotosentetik durumuna ince ayar yapmak için entegre edilmiştir. Sinyal ağları (fotoreseptörler ve fotosentetik) arasındaki sinerjinin yanında bireysel bitki tepkilerini anlamak, ürün büyümesinin düzenlenmesi için LED ışık programlarının seçimine ve zamanlamasına yardımcı olur [63].

Özelleştirilmiş LED armatürler tarafından belirli ışık algılama yollarının seçici aktivasyonu, yetiştiricilerin tesis üretkenliğini, kalitesini ve üretim zamanlamasını kontrol etmesine olanak tanır. Carvalho ve Folta [7] kontrol edilebilir çevresel parametreleri (ışık dâhil) uyarlayarak, bitki özelliklerini genetik potansiyel dâhilinde ayarlamanın ve bitki verimi, gelişimi veya metabolizmasında istenen değişiklikleri sağlamanın mümkün olduğunu belirtmiştir.

LED Lamba mı? Yüksek Basınçlı Sodyum Lamba mı?

Enerji giderek daha değerli bir meta haline gelirken, enerji kayıplarını azaltma arzusu güçlenmektedir. Geleneksel ışık kaynaklarının yaydıkları dalga boylarının büyük bir kısmı PAR (Photosynthetically Active Radiation) eğrisinin dışında yer almaktadır. Bu durum, geleneksel ışık kaynaklarının bitkilerin gelişiminde LED'lere göre daha az verimli olduklarını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, LED'ler tükettikleri enerjinin neredeyse tamamını fotosentez için gerekli PAR bölgesindeki dalga boylarında yaymaktadırlar [33]. LED ışıklarının sahip olduğu kontrol esnekliği, enerji

kayıplarını büyük oranda azaltması ve kontrollü bitki büyümesinin kombinasyonuna izin vermesi gibi sağlamış olduğu faydalar nedeni ile kullanım alanı oldukça genişlemiştir [16].

Yüksek basınçlı sodyum (HPS) lambalar, yüksek basınçlı cıva lambalar ve floresan lambalar 1990'larda kullanılan ana ışık kaynaklarından bazı örneklerdir [55]. Yüksek basınçlı sodyum lambaları, kuzey enlemlerindeki seralarda ana ışık kaynağı olarak kullanılmıştır. Yaygın olarak kullanılmalarının nedenleri arasında, düşük maliyetli olmaları, yüksek fotosentetik olarak aktif radyasyon emisyonuna sahip olmaları, uzun kullanım ömrü ve yüksek elektrik verimliliği gibi özellikleri gösterebilir. Bununla birlikte, ağırlıklı olarak elektromanyetik spektrumun sarı-yeşil ve kıvılotesi bölgesinde bulunan, düşük mavi ışık emisyonu ve kıvıloteden uzak kıvıloteye oranı olan spektral emisyonunun kalitesizliği yüksek basınçlı sodyum lambaların aydınlatmasının ana dezavantajlı yönlerini oluşturmaktadır [62].

Günümüzde, yüksek basınçlı sodyum lambaların potansiyel bir alternatifi olarak LED aydınlatma geliştirilmiştir. LED'lerin bitki aydınlatma uygulamalarında kullanılması, bitki büyümesi ve gelişiminin optimizasyonu için yeni fırsatlar sunmaktadır. İstenilen optimizasyon, sağlanan ışığın miktarını, periyodikliğini ve spektrumunu kontrol ederek başarılabilir. Böyle bir optimizasyon, her ürün türünün özel ihtiyaçlarına ve üretim koşullarına göre uyarlanabilir [61]. HPS ve LED teknolojileri bahçe bitkileri aydınlatmasında birbirlerinin alternatifi olmaktan ziyade birbirlerini tamamlayıcı özelliktedirler. Nelson ve Bugbee [51], geniş sıralara sahip daha küçük seralarda, LED armatürlerde tipik olarak bulunan daha odaklı tasarım, bitki yapraklarına radyasyon transferini en üst düzeye çıkarabilir sonucuna varmıştır.

Aydınlatmada teorik maksimum verim, tüm giriş enerjisinin fotosentetik fotonlarda enerjiye dönüştürüldüğünde ortaya çıkmaktadır. Mavi LED'ler %93 verimli, fosforla dönüştürülmüş "beyazlar" %76 verimli ve kıvıloteli LED'ler %81 verimli olabilmektedir [38]. Elektrik maliyetleriyle karşılaştırıldığında, analizleri uzun vadeli bakım maliyetlerinin her iki teknoloji için de düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca LED armatürleri 2,2-2,4 µmol/J'lük verimliliklere ulaşırken, HPS lambaları (1000 W) 2,1 µmol/J'e kadar ulaşmaktadır. Bu da LED'lerin ticari ölçekte kullanılabileceğini göstermiştir.

LED aydınlatma, aralıklı aydınlatma sistemi, ara aydınlatma veya kapalı sistem bahçe tarımında taç aydınlatma gibi uygulama alanlarında zaten vazgeçilmezdirler. LED aydınlatma altında kontrollü

çevre ile ekim-dikim, yakın gelecekte tarımın yeni yüzü olarak öngörülmektedir [31].

Taç aydınlatması için LED teknolojisinin uygulanması, genellikle yüksek basınçlı sodyum lambalarla yapılan aydınlatmaya göre önemli ölçüde düşük yaprak sıcaklıkları sağlamaktadır. Yakın zamanda yapılan bir analiz, en verimli ticari LED armatürlerinin foton etkinliğinin, elektrik girdisinin 1,7 µmol/J olduğunu ve en verimli HPS armatürlerinininkine eşit olduğunu göstermiştir. Bu teorik olarak fotosentetik foton başına aynı miktarda termal enerji ürettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, LED'ler ısılarının çoğunu aydınlattıkları düzlemden uzaklaştırırken, HPS armatürleri aydınlattıkları düzleme doğru daha fazla ısı yaymaktadır [51].

Bitki yetiştiriciliğinde LED kullanımını engelleyen bir durum, farklı bitki türleri için optimal LED aydınlatma parametrelerinin olmamasıdır. Bu nedenle LED kullanımında doğru ve hedefe yönelik aydınlatmanın sağlanabilmesi için temel fotobiyolojik bilgiye sahip olunması gerekmektedir.

Kapalı Tarımsal Alanlarda LED Kullanımı

LED ışık kaynaklarının kullanımıyla, bitki büyümesine, gelişmesine ve metabolizmasına doğrudan etki edilebilmektedir. Ancak yapılan araştırma sonuçlarında gözlenen değişkenlik, farklı deney koşulları ve bitki çeşitliliğinden kaynaklanıyor olması nedeni ile elde edilen sonuçların birbirleri ile karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Bunların yanında, monokromik ışığa bitkilerin verdikleri tepkiler de arka plan spektrumuna bağlıdır. Farklı ışık dalga boylarının ortaya çıkardığı etkiler, diğer farklı ışık dalga boyları ile birlikte uygulandığında değişiklik gösterebilmektedir. Bu nedenle, iklimlendirme odaları için optimize edilmiş aydınlatma stratejileri, sera koşullarında her zaman eşdeğer sonuçlar vermemektedir. Bir serada doğal gün ışığının düşük akışı bile, özellikle tayfi, miktarı ve fotoperiyodundaki varyasyonu, bitkiler üzerinde önemli bir fizyolojik etkiye sahiptir. Buna dayanarak seralarda ve kapalı ortam yetiştirme sistemlerinde aydınlatma koşulları ayrı ayrı optimize edilmesi gerekmektedir.

Seralardaki LED aydınlatma uygulamalarının genelinde, yüksek foton verimliliği ile kırmızı ve mavi dalga boylarının kombinasyonları seçilir. Kapalı bitki üretim alanlarında kırmızı/mavi veya kırmızı/beyaz kombinasyonları da uygulanabilir [52].

Kapalı ortamlarda önemli miktarlarda yeşil dalga boyları içeren yeşil veya beyaz ışık, bitkiler üzerinde olumlu fizyolojik etkiye sahip olup ortamlarda

bitkilerin görünümünü iyileştirmek için faydalıdır. Mavi ve kırmızı ışıkların kombinasyonu, insan gözü tarafından bitkilerin morumsu gri görüntüsü olarak algılanır. Bu durum bitki sağlığı ve yaralanmalarının görsel olarak değerlendirilmesini engeller. Küçük bir yeşil ışık akışı bu sorunu çözmek için yeterli olabilmektedir [44].

Cope ve Bugbee [10], sıcak, nötr ve soğuk beyaz LED'lerin (sırasıyla %11, %19 ve %28 mavi ışıkla) turp, soya fasulyesi ve buğdayın büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişler; kırmızı, mavi ve yeşil dalga boylarını içeren beyaz LED'lerin kullanıcı dostu bir bitki aydınlatma kaynağı olarak nitelendirmişlerdir. Nötr ve sıcak beyaz LED'lere kıyasla elektriksel olarak daha verimli oldukları için soğuk beyaz LED'lerin tercih edilen ışık kaynağı olabileceği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, soğuk beyaz LED'lerdeki yüksek mavi ışık yüzdesi, normal bitki büyümesi ve gelişmesi için mavi ışık gereksinimlerini karşıladığını, farklı büyüme aşamalarında soğuktan sıcak beyaz dalga boylarına geçebilme özelliğine sahip dinamik aydınlatmanın da bitki büyümesini desteklediğini belirlemişlerdir. Büyümenin ilk aşamalarında, soğuk beyaz LED'lerin spektrumundaki yüksek mavi ışık yüzdesi, kısa sağlam hipokotillerle sonuçlanmıştır. Daha sonraki gelişim aşamalarında, soğuk beyaz LED'ler sıcak LED'ler ile değiştirilebilir. Böylece ışık spektrumu yaprak genişlemesini destekleyecektir. Araştırmacılar büyümenin son aşamalarında aşırı gövde uzamasını önlemek için tekrar soğuk beyaz LED'ler kullanılmasını önermişlerdir.

Bitkiler, her yaprak tarafından alınan ışık miktarı yeterli olduğunda, gövde tacı boyunca ışınların eşit dağılımından yararlanır. Yüksek bitki yoğunluğuna sahip yüksek telli yetiştirme sisteminde, doğal veya yapay üstten aydınlatmaya bakılmaksızın ışığın çoğu yalnızca bitki örtüsünün üst kısmı tarafından yakalanabilir [21]. Taç içi aydınlatma (inter-lighting), bu sorunun üstesinden gelmek için yakın zamanda geliştirilmiş bir tamamlayıcı aydınlatma tekniğidir. Ek ışığın bir kısmının bitki gölgesine uygulanması, orta veya alt gölgelik kısımdan ışık dağılımını iyileştirebilir ve böylece ışık kullanım etkinliğini ve mahsul verimini artırabilir. HPS lambaların ampul sıcaklıklarının yüksek olması nedeniyle ara aydınlatma olarak kullanılmasına karşılık, LED'lerin düşük ısı emisyonu, onları potansiyel olarak ara aydınlatma için daha uygun ışık sistemleri haline getirir [22].

Kumar ve ark. [37] yaptığı çalışmada, bir veya iki sıra ara aydınlatma LED'lerinin eklenmesiyle mini salatalık veriminin, iç aydınlatma yapılmamasına

kıyasla %22,3 ve %30,8 arttığını bildirmiştir. Bununla birlikte, Hao ve ark. [22], ara aydınlatma kullanılarak mini hıyar veriminin sadece erken üretim döneminde arttığını ve geç üretim dönemine doğru kademeli olarak azaldığını ortaya koymuştur.

Domates üzerine yürütülen çalışmada gövde tacı LED ek aydınlatma kullanımının meyve kalitesi üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını gözlemlemiştir [15]. Yine hem taç içi aydınlatmanın hem de üstten aydınlatmanın, kontrole göre domateste verimi artırdığını gözlemlemiş, ancak bu iki tamamlayıcı ışık uygulaması arasında verimde önemli bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır [20]. Ayrıca gövde tacı aydınlatma ile sağlanan daha yüksek ürün fotosentetik aktivitesi meyve verimini artırmamıştır [13]. Farklı kırmızı ışık ve mavi ışık oranlarını analiz etmiş ve domates meyve verimini artırmak için 5:1'lik bir optimal oran önermiştir.

Bitkilerin birincil veya ikincil metabolit birikimindeki ışık durum değişiklikleri, bitki bağışıklığı, hastalık gelişimi ve zararlılarla etkileşim durumları ile de ilişkilendirilebilir [74]. Ancak, bugüne kadar yalnızca belirli araştırma sonuçları üzerinde durulmuş olup [32] LED aydınlatma parametreleriyle bitki sağlığının ilişkilendirilmesi hala gelecekte üzerinde araştırma çalışması yürütülecek konular arasında yer almaktadır.

Yeşil Sebzeler İçin LED

Mikro yeşillikler, sebzelerin, tahılların veya tıbbi aromatik bitkilerin tohumlarından üretilen olgunlaşmamış yeşillikler olarak tanımlanan yeni bir özel ürün grubudur. Brazilya ve ark. [5], bu özel mahsullerin aydınlatma parametrelerine tepkisinin olgun bitkilerinkinden nispeten farklı olduğunu öne sürmektedir. Ancak, aydınlatmada mavi ışık birincil öneme sahiptir. Mavi LED dalga boylarının daha yüksek oranda uygulandığında Brassica mikro yeşilliklerindeki sürgün dokusu pigmentlerinde, glukosinolatlarda ve temel mineral elementlerde önemli artışlar olduğu belirlenmiştir [34]. Araştırmacılar ek mavi ışığın, mikro yeşilliklerin besin değerini [77] ve mineral içeriklerini [17] geliştirmek için stratejik olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. İç mekân deneylerinde Brazilya ve ark. [5], sarı, turuncu, yeşil ve UV-A LED'lerle desteklenen ana kırmızı, mavi ve uzak kırmızı LED seti altında farklı mikro yeşil türleri yetiştirmişlerdir. Ek yeşil (520 nm) ve turuncu (622 nm) ışığın nitrat azalmasına neden olduğu, sarı (595 nm) ve UV-A'nın (366, 390 nm) büyüme parametreleri üzerinde önemsiz etkiye sahip olduğu, antioksidan bileşik birikimi için ise daha olumlu etki yaptıkları sonucuna

varmışlardır. Buna karşılık, Gerovac ve ark. [17], ışık kalitesinden bağımsız olarak, aydınlatma integrali 105'ten 315 mol/m²s'e yükseldikçe, alabaşlar, mizuna ve hardal mikro yeşillikleri için hipokotil uzunluğunun azaldığını ve kuru ağırlık yüzdesinin arttığını tespit etmişlerdir.

Sonbahar ve kış aylarında, kuzey enlemlerinde serada doğal ışık seviyesinin düşük olması sebebiyle ve tek ışık kaynağının yapay aydınlatma olduğu kapalı bitki üretim alanlarında ve ticari üretimde ek aydınlatma gereklidir. Marul büyümesi ve kalitesinde, düşük ışık yoğunluğu sınırlayıcı faktördür [9].

Hafif spektral bileşimin bitkide belirgin bir etkisi vardır. Carvalho ve Folta [7] yaptıkları çalışmalarında ek ışık kaynaklarından, bitki boyutu, renk, doku ve lezzetin etkilendiği gibi klorofiller, pigmentlerin (antosiyeninler, karotenoidler, askorbik asit ve şekerler gibi) ve metabolitlerin konsantrasyonlarının da etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Kırmızı ışık genellikle aydınlatma spektrumunun temelidir ve bitki büyümesi ve fotosentez için tek kırmızı LED ışık oldukça önemlidir. Önceki çalışmalara göre, marul ve diğer yeşil sebzelerin yetiştirilmesinde kırmızı LED ~640 nm [64, 66] veya ~660 nm [47, 72, 80] yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle, hasattan önce kısa sürelerle spesifik kırmızı dalga boyu uygulandığında avantajlı olabilir [7]. Örneğin, bir serada doğal aydınlatmaya ek olarak üç günlük LED kırmızı ~640 nm dalga boyu, marulun antioksidan kapasitesini ve karbonhidrat içeriğini artırırken arzu edilmeyen nitrat içeriğini bastırmaktadır [68]. Kırmızı dalga boyları uygulandığında genel marul antioksidan aktivitesindeki artış çeşidine özgüdür. Yeşil yapraklı çeşitlerde, daha yüksek seviyelerde antioksidanlar içeren, bitkileri çevresel maruziyetten koruyan kırmızı yaprak tiplerine göre daha belirgindir.

Hasattan önce yapılan kırmızı 640 nm LED aydınlatması, yapraklı sebzelerin türüne göre farklı sonuçlar vermiştir. Dereotu ve maydanoz gibi bitkilerde, serada üç günlük kısa süreli kırmızı ışık uygulamaları sonucunda daha yüksek fenolik bileşikler, C vitamini, karbonhidrat birikimi görülmüştür. Hardal, ıspanak, roka ve yeşil soğan için nitrat azalması gözlenmezken, toplam antioksidan aktivitede artış ve birikmiş nitrat içeriğinde azalma gözlenmiştir [3]. Wanlai ve ark. [79], tek kırmızı ışığa kıyasla, kırmızı/mavi ışık kombinasyonunun, hasattan 2 gün önce sürekli olarak uygulanmasının nitratı azaltmada daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Fitokromlar kırmızı veya uzak kırmızı radyasyondaki değişiklikleri algırlarlar [12] ve bitkilerdeki fotomorfogenetik süreçleri

etkileyebilirler. Uzak kırmızı ışık, kırmızı [39], kırmızı ve mavi LED'ler [40] veya soğuk beyaz floresan ışık [41] ile birlikte uygulandığında, marul büyüme özellikleri üzerinde belirgin etkisi sebebiyle biyokütle ve yaprak uzunluğunu artmıştır. Ancak klorofil, antosiyanin ve karotenoid konsantrasyonlarını olumsuz etkilemiştir.

Ek uzak kırmızı aydınlatma altında marul büyümesinin teşviki, artan yaprak alanının ve sonuç olarak iyileştirilmiş ışık yakalamasının etkisi ile elde edilmiştir [36]. Hidroponik olarak yetiştirilen marulda kırmızı ve mavi LED'lerle birlikte uygulanan uzak kırmızı ışık, gelişmiş mineral (K, Ca, Mg) alımına sebep olduğu belirlenmiştir.

Kırmızı ışık sebebiyle fotosentez artış gösterse de büyümeyi iyileştirmek ve bitkinin gölgede kalmasına karşı gösterdiği tepkiyi en aza indirmek için bir miktar mavi ışığa genellikle ihtiyaç duyulmaktadır [69]. Kriptokrom sistemini aktive eden mavi ışık, klorofil ve karotenoid absorpsiyon spektrumlarıyla eşleşir. Ayrıca yeşil sebze morfolojisi, büyümesi, fotosentez ve antioksidan sistem tepkisine önemli derecede etki eder [54]. Artan mavi ışık fraksiyonlarının büyüme üzerindeki olumlu etkileri, artan yaprak klorofil seviyeleri ve fotosentez oranlarına karşılık gelmektedir [7]. Mavi LED'ler (440-476 nm dalga boyuna sahip) kırmızı LED'lerle ya da tek başına kullanıldığında, marulda [29, 43], Çin lahanasında [42], ıspanakta [53] ve kişnişte [50] yaprak alanı genişlemesini ve biyokütle birikimini uyarır.

Bununla birlikte, mavi ışığın bitki fotosentetik üretkenliği üzerindeki etkisi, fotosentez üzerindeki doğrudan etkileri ile değil, birincil olarak radyasyon yakalamadaki değişikliklerle belirlenmektedir [69]. Mavi fotonların oranı %5-10'u aştığında, bitki büyümesi azalma eğilimindedir. Spektrumdaki yüksek mavi ışık seviyeleri, hücre bölünmesini, hücre genişlemesini ve yaprak alanı büyümesini engellemektedir. Bu durum foton yakalamasının azalmasına ve büyümenin azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, mavi ışık, radyasyon yoğunluğu ile etkileşime girebilir. Etkileri daha yüksek fotosentetik akı yoğunluklarında daha fazla olmaktadır [69]. Türlerin mavi ışığa duyarlılığı çok değişkendir ve bitkinin gelişim aşamasına göre etkileri değişkenlik gösterebilir [6].

Mavi LED ışık, yeşil sebzelerin besin kalitesinin iyileştirilmesinde de faydalıdır. Nitrat içeriğini azaltır, antioksidan miktarını değiştirir, fenolik bileşikler artırır [29, 70]. Hatta askorbik asit [81], karotenoidler [41], antosiyanin içerikleri ve yaprak renklenmesi etkilenmektedir [47]. Kırmızı marul çeşitlerinde pigmentasyonu artırmak için birkaç gün

süren üretim sonu uygulamalarının ek mavi ışıkla uygulanması ile desteklenmesi yeterlidir [59, 52]. Çalışmalar kırmızı renkli çeşitlerin mavi aydınlatma koşullarına yeşil çeşitlere göre daha iyi uyum sağladığını doğrulamıştır [57, 73].

Marul lezzeti de aydınlatma koşullarından etkilenmektedir. Bir çalışmada, Grand Rapids marul çeşidi mavi ışık altında, kırmızı veya uzak kırmızı ışıkta kırmızıya kıyasla giderek artan bir acılık geliştirmiştir [7]. Lin ve ark. [43], yürüttükleri çalışmada kırmızı ve mavi, sadece kırmızı, mavi ve beyaz LED'lerle aydınlatma yaparak boston marulu yetiştirmişlerdir. Duyusal özellikleri incelendiğinde kırmızı ve mavi uygulanmış bitkilerin şeklinin, gevrekliğinin ve tatlılığının pazara uygun olmadığı, ek beyaz LED'lerin, artan şeker birikimi nedeniyle daha yüksek gevreklik ve daha tatlı tat oluştuğu saptanmıştır.

Yeşil ışığın fizyolojik etkileri de önemlidir. Çeşitli araştırmalarda, kırmızı ve mavi LED'leri tamamlayan yeşil flüoresan lambalara kıyasla 510-530 nm LED ışığı marul büyümesini teşvik ettiği belirlenmiştir [30]. Son ve Oh [71], yeşil LED'lerle üretimde yaprak morfolojisi, geçirgenliğini, hücre bölünme oranı ve yaprak anatomisi üzerinde durmuşlardır. Ölçümlerde büyümede gelişme olduğu gözlemlenmiştir. Snowden ve ark. [69], yeşil ışığın yapraklara ve gövde tacına daha derinden nüfuz ederek bitki büyümesinde ve gelişiminde değişiklikler oluşturmuştur. Ancak, fotosentetik akıların artmasıyla etkisinin azaldığını saptamışlardır.

Literatürde yeşil ışığın yapraklı sebzelerin besin değeri üzerindeki etkisini inceleyen çok fazla çalışma yoktur. Bebek yapraklı marul ek yeşil ışık (530 nm) ile kırmızı ve mavi LED'lerin kombinasyonu altında iklimlendirme odalarında yetiştirilirken antosiyaninlerin ve a-karoten birikmesinin desteklendiği belirlenmiştir [68]. Sera uygulamasında, HPS lamba aydınlatmasına ek 505, 530 ve 535 nm yeşil LED ışığın, farklı çeşitlerinde nitratı azalttığını veya tokoferol, askorbik asit ve antosiyanin konsantrasyonlarını artırdığını tespit etmişlerdir [65, 67].

Uygulamalarda sebze türü, gelişme aşaması, aydınlatmanın uygulanma süresi, fotoperiyot uzunluğu, fotosentetik foton akısı, ışık kaynaklarının spektral dağılımı ve sıcaklık gibi yetiştirme ortamı koşulları önemsenmelidir [7]. Ayrıca, farklı yeşil sebzeler için LED aydınlatma sistemlerinin geliştirilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Seralarda iklimin etkileri ortadan kaldırılamaz. Kuzey enlemlerinde yapılan çalışmalar, çeşitli spektral özelliklerin, yılın farklı

mevsimlerinden ve farklı yetiştirme yıllarının aynı mevsimden de daha verimli olduğunu doğrulamaktadır [80].

Şaşırtma Tekniği ve LED Etkisi

Sera koşullarında başarılı sebze üretimi için fidelerde yapılan şaşırtma uygulamaları oldukça önemlidir. Fide şaşırtmada tipik olarak iyi gelişmiş yapraklar ve kısa boğum aralıkları ile kalın gövdeli köklere sahip bitkiler gereklidir. [46]. Aşılı materyalin şaşırtma işleminde, fide morfolojisi için gereksinimler genellikle farklıdır. [8]. Şaşırtma işlemlerinin başarılı olabilmesi için sera koşullarındaki gereksinimlere uygun olarak yapılacak ek aydınlatma uygulamaları etkili olmaktadır.

Hıyar fideleri şaşırtma işleminde, artan mavi ışık ile birlikte kuru madde miktarı azalırken, yaprak alanı başına klorofil içeriği, net fotosentetik hız ve stoma iletkenliği, mavi ışığın fotosentetik akısındaki artışla artmıştır. Hıyar fidesi şaşırtma işleminde, mavi ışığın artmasıyla kuru madde miktarı da azalırken, yaprak alanı başına klorofil içeriği, net fotosentetik hız ve stoma iletkenliği, mavi ışığın fotosentetik akısının artışıyla artmıştır [27]. Hernández ve Kubota [26], yalnızca kırmızı ve mavi LED ışıklar altında hıyar yetiştiriciliği için toplam fotosentetik akıdaki mavinin %10'unun optimal olduğunu, domates için ise %30-50'nin faydalı olduğunu öne sürmüşlerdir. Ayrıca kırmızı ve mavi spektruma yeşil ışığın eklenmesinin hıyarda herhangi bir etkisinin olmadığını da bildirmişlerdir. Buna karşılık, Brazilya ve ark. [4], yeşil ışığın hıyarın büyümesini hızlandırdığını, ancak yetiştirme odasında domates şaşırtma işleminde büyümesini engellediğini tespit etmişlerdir.

Kapalı alanlarda tek aydınlatma kaynağı olarak LED'ler kullanıldığında, ışık spektral bileşimi için bitki gereksinimleri, sera koşullarındaki gereksinimlere göre daha belirgindir. Kırmızı ışık tek başına yeterince etkili değildir. Mavi ışık dalga boylarının eklenmesi, farklı çeşitlerde daha güçlü, daha kısa domates fideleri [49], daha kısa hıyar sapları oluşumunu sağlamıştır [25]. Ayrıca kırmızı ışık uygulaması altında ortaya çıkan domates yaprağı kıvrılmasını ortadan kaldırmıştır [58]. Bununla birlikte, ışık spektrumundaki artan mavi ışık girişi, domates fidelerinde kuru madde birikimini baskılamıştır [49]. Hernández ve ark. [26], domateste kuru madde miktarı ve yaprak alanının artan mavi ışıkla %30-50'ye kadar arttığını ve ardından azaldığını bildirmektedirler.

Sera ortamlarında, özellikle arka plan güneş ışınımı yeterli fotosentetik olarak aktif foton akışı

sağladığında, tamamlayıcı ışık kalitesinin etkisinin azaldığı belirlenmiştir [46]. Ek aydınlatma yoluyla mavi foton akışı gerektiren bir eşik arka planda güneş günlük ışık integrali (DLI) veya göreceli bir tamamlayıcı DLI seviyesi olması muhtemeldir [23, 24, 25]. Bununla birlikte, Gómez ve Mitchell [19], değişen güneş DLI'lerinde altı domates çeşidinin iki haftalık farklı LED uygulamalarına morfolojik tepkilerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirilen tüm çeşitlerde, kırmızı ışığa mavi ışık eklendiğinde hipokotil çapının ve yaprak alanının arttığını belirlemişlerdir. Mavi ışıktan yoksun yüksek basınçlı sodyum lamba spektrumunun yeşil-mavi LED dalga boylarıyla (530, 505, 455, 530, 505, 455, 470 nm), farklı sonuçlar göstermiştir. Farklı bir çalışmada, mavi ve camgöbeği (505 nm) ek ışık, hıyar ve domates fidelerinde yaprak alanının ve taze/kuru ağırlığın yanı sıra hipokotil uzunluğunun azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir [66]. Tatlı biber yetiştiriciliğinde, mavi ve camgöbeği ışığı 'Reda' çeşidi üzerinde olumlu etkilere sahipken, 'Figaro' biber çeşidinin şaşırtılmasında ek mavi-yeşil LED ışığın büyüme ve gelişme oranlarını baskıladığı belirlenmiştir [66, 1].

SONUÇ

Yenilikçi LED aydınlatma sistemleri, tarımsal üretimine tamamen yeni bir boyut katmaktadır. Enerji verimliliği ve ışık dağılımı gelişmeleri ile LED'ler, mevcut ek aydınlatma teknolojilerine umut verici bir alternatif olmuştur. Bir bitkinin sağlıklı gelişimi pek çok farklı etkenin bir arada ve dengeli olması ile sağlanabilir. LED spektrumuna bitkilerin özel tepkileri vardır ve karmaşık etkileşimler nedeniyle genel bitki tepkisini öngörmek genellikle zordur. Bu nedenle bitki büyümesi, gelişimi, mineral beslenmesi ve metabolizması üzerindeki spektral kalite etkilerinin optimizasyonu üzerine birçok çalışmanın yapılması gerekmektedir. Türler arasındaki etkileşimler, ışık yoğunluğu, süresi ve diğer çevresel parametreler, birçok bütün bitki fizyolojik tepkisi için geniş fotobiyolojik sonuçlar çıkarma yeteneğimizi engeller. Bu nedenle, LED aydınlatma araştırma alanı çok geniştir. Bilim insanları gibi yetiştiriciler de, bitkiler ve LED aydınlatma üzerinde araştırma geliştirme çalışmaları yaparak bu parametreleri test ve optimize etmelidirler.

KAYNAKLAR

1. Bagdonavičienė, A., Brazaitytė, A., Viršilė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Sirtautas, R., Sakalauskienė, S., Miliauskienė, J., Maročkienė, N., Duchovskis, P., 2015. Cultivation of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) transplants under high pressure sodium lamps supplemented by light emitting diodes of various wavelengths. *Acta Sci Pol Hortorum Cultus*, 14:3-14.
2. Barbi, S., Barbieri, F., Bertacchini, A., Barbieri, L., Montorsi, M., 2021. Effects of different led light recipes and NPK fertilizers on basil cultivation for automated and integrated horticulture methods. *Appl. Sci.*, 11:2497.
3. Bliznikas, Z., Žukauskas, A., Samuolienė, G., Viršilė, A., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Duchovskis, P., Novičkovas, A., 2012. Effect of supplementary pre-harvest LED lighting on the antioxidant and nutritional properties of green vegetables. *Acta Hort.*, 939:85-91.
4. Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Urbonavičiūtė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Kasiulevičiūtė-Bonakerė, A., Bliznikas, Z., Novičkovas, A., Breivė, K., Žukauskas, A., 2009. The effect of light-emitting diodes lighting on cucumber transplants and after-effect on yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, 96:102-118.
5. Brazaitytė, A., Viršilė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Sakalauskienė, S., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Dabašinskas, L., Vaštakatiė, V., Miliauskienė, J., Duchovskis, P., 2016. Light quality: growth and nutritional value of microgreens under indoor and greenhouse conditions. *Acta Hort.*, 1134:277-284.
6. Bugbee, B., 2016. Towards an optimal spectral quality for plant growth and development: the importance of radiation capture. *Acta Hort.*, 1134:1-12.
7. Carvalho, S.D., Folta, K.M., 2014. Environmentally modified organisms-expanding genetic potential with light. *Crit Rev in Plant Sci.*, 33:486-508.
8. Chia, P.L., Kubota, C., 2010. End-of-day far-red light quality and dose requirements for tomato rootstock hypocotyl elongation. *HortScience*, 45:1501-1506.
9. Colonna, E., Roupheal, Y., Barbieri, G., De Pascale, S., 2016. Nutritional quality of ten leafy vegetables harvested at two light intensities. *Food Chem*, 199:702-710.
10. Cope, K.R., Bugbee, B., 2013. Spectral effects of three types of white light-emitting diodes on plant growth and development: absolute versus relative amounts of blue light. *HortScience*, 48:504-509.
11. Çelen, İ.H., Önlü, E., 2019. Light and led lighting use in agriculture. Agriculture, Forestry and Aquaculture Sciences Research Papers, Chapter 6. *Gece Kitaplığı. ISBN : 978-625-7958-52-3.*
12. Demotes-Mainard, S., Peron, T., Corot, A., 2016. Plant responses to red and far-red lights, applications in horticulture. *Eviron. Exp. Bot.*, 121:4-21.
13. Deram, P., Lefsrud, M.G., Orsat, V., 2014. Supplemental lighting orientation and red-to blue ratio of light-emitting diodes for greenhouse tomato production. *HortScience*, 49:448-452.
14. Dieleman, J.A., Kruidhof, H.M., Weerheim, K., Leiss, K., 2021. LED lighting strategies affect physiology and resilience to pathogens and pests in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Front Plant Sci*, 11:610046.
15. Dzakovich, M.P., Gomez, C., Mitchell, C.A., 2015. Tomatoes grown with light-emitting diodes or high-pressure sodium supplemental lights have similar fruit-quality attributes. *HortScience*, 50:1498-1502.
16. Fylladitakis, E.D., 2023. Controlled LED lighting for horticulture: a review. *Open Journal of Applied Sciences*, 13:175-188.
17. Gerovac, J.R., Craver, J.K., Boldt, J.K., Lopez, R.G., 2016. Light intensity and quality from sole-source light-emitting diodes impact growth, morphology, and nutrient content of brassica microgreens. *HortScience*, 51:497-503.
18. Goins, G.D., Yorlano, N.C., Sanwo, M.M., Brown, C.S., 1997. Photomorphogenesis, photosynthesis and seed yield of wheat plants grown under red light-emitting diodes (LEDs) with and without supplemental blue lighting. *J. Exp. Bot.*, 48:1407-1413.
19. Gómez, C., Mitchell, C.A., 2015. Growth responses of tomato seedlings to different spectra of supplemental lighting. *HortScience*, 50:112-118.
20. Gómez, C., Mitchell, C.A., 2016. Physiological and productivity responses of high-wire tomato as affected by supplemental light source and distribution within the canopy. *JASHS*, 141:196-208.
21. Guo, X., Hao, X., Khosla, S., Kumar, K.G.S., Cao, R., Bennett, N., 2016. Effect of LED inter lighting combined with overhead HPS light on fruit yield and quality of year-round sweet pepper in commercial greenhouse. *Acta Hort.*, 1134:71-78.
22. Hao, X.M., Zheng, J.M., Little, C., Khosla, S., 2012. LED inter-lighting in year-round

- greenhouse mini-cucumber production. *Acta Hort.*, 956:335-340.
23. Hernández, R., Kubota, C., 2012. Tomato seedling growth and morphological responses to supplemental LED lighting red: blue ratios under varied daily light integrals. *Acta Hort.*, 956:187-194.
 24. Hernández, R., Kubota, C., 2014-a. Growth and morphological response of cucumber seedlings to supplemental red and blue photon flux ratios under varied solar daily light integrals. *Sci. Hort.*, 173:92-99.
 25. Hernández, R., Kubota, C., 2014-b. LEDs supplemental lighting for vegetable transplant production: spectral evaluation and comparisons with HID technology. *Acta Hort.*, 1037:829-835.
 26. Hernández, R., Eguchi, T., Kubota, C., 2016. Growth and morphology of vegetable seedlings under different blue and red photon flux ratios using light-emitting diodes as sole-source lighting. *Acta Hort.*, 1134:195-200.
 27. Hogewoning, S.W., Trouwborst, G., Maljaars, H., Poorter, H., Van Ieperen, W., Harbinson, J., 2010. Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. *J. Exp. Bot.*, 61:3107-3117.
 28. Hwang, H., An, S., Lee, B., Chun, C., 2020. Improvement of growth and morphology of vegetable seedlings with supplemental far-red enriched LED lights in a plant factory. *Horticulturae*, 6:109.
 29. Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S., Yoshihara, T. 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience*, 45:1809-1814.
 30. Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S., Yoshihara, T., 2012. Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *Lactuca sativa*. *Environ Exp Bot*, 75:128-133.
 31. Kanechi, M., Maekawa, A., Nishida, Y., Miyashita, E., 2016. Effects of pulsed lighting-based light-emitting diodes on the growth and photosynthesis of lettuce leaves. *Acta Hort.*, 1134:207-214.
 32. Kim, K., Kook, H., Jang, J., Lee, W.H., Kamala-Kannan, S., Chae, J.C., Lee, K.J., 2013. The effect of blue-light-emitting diodes on antioxidant properties and resistance to *Botrytis cinerea* in tomato. *J Plant Pathol Microb*, 4:203-207.
 33. Koç, C., Vatandaş, M., Koç, A.B., 2009. LED aydınlatma teknolojisi ve tarımda kullanımı. 25. *Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Isparta*, pp:153-158.
 34. Kopsell, D.A., Sams, C.E., 2015. Blue wavelengths from LED lighting increase nutritionally important metabolites in specialty crops. *HortScience*, 50:1285-1288.
 35. Koukounaras, A., 2021. Advanced greenhouse horticulture: new technologies and cultivation practices. *Horticulturae*, 7(1):1.
 36. Kubota, C., Chia, P., Yang, L.Q., 2012. Applications of far-red light emitting diodes in plant production under controlled environments. *Acta Hort.*, 952:59-66.
 37. Kumar, K.G.S., Hao, X., Khosla, S., Guo, X., Bennett, N., 2016. Comparison of HPS lighting and hybrid lighting with top HPS and intra-canopy LED lighting for high-wire mini-cucumber production. *Acta Hort.*, 1134:111-117.
 38. Kusuma, P., Pattison, M., Bugbee, B., 2020. From physics to fixtures to food: current and potential LED efficacy. *Horticulture Research*, Vol.7:56.
 39. Lee, M.J., Park, S.Y., Oh, M.M., 2015. Growth and cell division of lettuce plants under various ratios of red to far-red light-emitting diodes. *Hort. Environ Biote*, 56:188-194.
 40. Lee, M.J., Son, K.H., Oh, M.M. 2016. Increase in biomass and bioactive compounds in lettuce under various ratios of red to far-red LED light supplemented with blue LED light. *Hort. Environ Biote*, 57:139-147.
 41. Li, Q., Kubota, C., 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environ Exp Bot*, 67:59-64.
 42. Li, H., Tang, C., Xu, Z., Liu, X., Han, X., 2012. Effects of different light sources on the growth of non-heading Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.). *J. Agri. Sci.*, 4:262-273.
 43. Lin, K.H., Huang, M.Y., Huang, W.D., Hsu, M.H., Yang, Z.W., Yang, C.M., 2013. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). *Sci. Hort.*, 150:86-91.
 44. Massa, G.D., Kim, H.H., Wheeler, R.M., Mitchell, C.A., 2008. Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience*, 43:1951-1956.
 45. Mitchell, C.A., Both, A.J., Bourget, C.M., Burr, J.F., Kubota, C., Lopez, R.G., Morrow, R.C., Runkle, E.S., 2012. LEDs: the future of greenhouse lighting. *Chron Hort.*, 52:6-10.

46. Mitchell, C.A., Dzakovich, M.P., Gómez, C., Lopez, R., Burr, J.F., Hernández, R., Kubota, C., Currey, C.J., Meng, Q., Runkle, E.S., Bourget, C.M., Morrow, R.C., Both, A.J. 2015. Light-emitting diodes in horticulture. In: Janick J (ed) *Horticultural reviews, Vol 43* 1 87.
47. Mizuno, T., Amaki, W., Watanabe, H., 2011. Effects of monochromatic light irradiation by LED on the growth and anthocyanin contents in leaves of cabbage seedlings. *Acta Hort.*, 907:179-184.
48. Morrow, R.C., 2008. LED lighting in horticulture. *HortScience*, 43:1947-1950.
49. Nanya, K., Ishigami, Y., Hikosaka, S., Goto, E., 2012. Effects of blue and red light on stem elongation and flowering of tomato seedlings. *Acta Hort.*, 956:261-266.
50. Naznin, M.T., Lefsrud, M., Gravel, V., Hao, X., 2016. Different ratios of red and blue LED light effects on coriander productivity and antioxidant properties. *Acta Hort.*, 1134:223-229.
51. Nelson, J.A., Bugbee, B., 2014. Economic analysis of greenhouse lighting: light emitting diodes vs. high intensity discharge fixtures. 9:6.
52. Nicole, C.C.S., Charalambous, F., Martinakos, S., van de Voort, S., Li, Z., Verhoog, M., Krijn, M., 2016. Lettuce growth and quality optimization in a plant factory. *Acta Hort.*, 1134:231-238.
53. Ohashi-Kaneko, K., Takase, M., Kon, N., Fujiwara, K., Kurata, K., 2007. Effect of light quality on growth and vegetable quality in leaf lettuce, spinach and komatsuna. *Environ Control Biol.*, 45:189-198.
54. Olle, M., Viršilė, A. 2013. The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agri Food Sci*, 22:223-234.
55. Olle, M., 2015. Methods to avoid calcium deficiency on greenhouse grown leafy crops. *Lap Lambert Academic Publishing, Germany*. 112p.
56. Ouzounis, T., Razi, P.B., Fretté, X., Rosenqvist, E., Ottosen, C.O., 2015-a. Predawn and high intensity application of supplemental blue light decreases the quantum yield of PSII and enhances the amount of phenolic acids, flavonoids, and pigments in *Lactuca sativa*. *Front Plant Sci*, 6:19.
57. Ouzounis, T., Rosenqvist, E., Ottosen, K. 2015-b. Spectral effects of artificial light on plant physiology and secondary metabolism: a review. *HortScience*, 50:1128-1135.
58. Ouzounis, T., Heuvelink, E., Ji, Y., Schouten, H.J., Visser, R.G.F., Marcelis, L.F.M., 2016. Blue and red LED lighting effects on plant biomass, stomatal conductance, and metabolite content in nine tomato genotypes. *Acta Hort.*, 1134:251-258.
59. Owen, W.G., Lopez, R., 2015. End-of-production supplemental lighting with red and blue light-emitting diodes (LEDs) influences red pigmentation of four lettuce varieties. *HortScience*, 50:676-684.
60. Paucek, I., Pennisi, G., Pistillo, A., Appolloni, E., Crepaldi, A., Calegari, B., Spinelli, F., Cellini, A., Gabarrell, X., Orsini F., Gianquinto, G., 2020. Supplementary LED inter lighting improves yield and precocity of greenhouse tomatoes in the Mediterranean.
61. Pinho, P., Lukkala, R., Särkka, L., Teri, E., Tahvonon, R., Halonen, L., 2007. Evaluation of lettuce growth under multi-spectral-component supplemental solid-state lighting in greenhouse environment. *IREE* 2:854-680.
62. Pinho, P., Halonen, L., 2014. Agricultural and horticultural lighting. In: Karileck R, Sun CC, Zissis G, Ma R (eds) *Handbook of advanced lighting technology. Springer International Publishing, Switzerland*.
63. Pocock, T., 2015. Light-emitting diodes and the modulation of specialty crops: light sensing and signaling networks in plants. *HortScience*, 50:1281-1284.
64. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Viršilė, A., Jankauskienė, J., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Skalauskienė, S., Sakalauskaitė, J., 2012-a. Cultivation of vegetable transplants using solid-state lamps for the short-wavelength supplementary lighting in greenhouses. *Acta Hort.*, 952:885-892.
65. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Duchovskis, P., 2012-b. The effect of supplementary LED lighting on the antioxidant and nutritional properties of lettuce. *Acta Hort.*, 952:835-841.
66. Samuolienė, G., Sirtautas, R., Brazaitytė, A., Viršilė, A., Duchovskis, P., 2012-c. Supplementary red-LED lighting and the changes in phytochemical content of two baby leaf lettuce varieties during three seasons. *J Food Agric Environ*, 10:7001-7706.
67. Samuolienė, G., Sirtautas, R., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., 2012-d. LED lighting and seasonality effects antioxidant properties of baby leaf lettuce. *Food Chem.*, 134:1494-1499.
68. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Viršilė, A., Sakalauskaitė, J., Sakalauskiene, S., Duchovskis, P., 2013. LED illumination affects bioactive compounds in romaine baby leaf lettuce. *J. Sci. Food Agric.*, 93:3286-3291.

69. Snowden, M.C., Cope, K.R., Bugbee, B., 2016. Sensitivity of seven diverse species to blue and green light: interactions with photon flux. *11:10*.
70. Son, K.H., Oh, M.M., 2013. Leaf shape, growth, and antioxidant phenolic compounds of two lettuce cultivars grown under various combinations of blue and red light-emitting diodes. *HortScience*, 48:988-995.
71. Son, K.H., Oh, M.M., 2015. Growth, photosynthetic and antioxidant parameters of two lettuce cultivars as affected by red, green, and blue light-emitting diodes. *Hort. Environ Biote*, 56:639-653.
72. Tarakanov, I., Yakovleva, O., Konovalova, I., Paliutina, G., Anisimov, A., 2012. Light-emitting diodes: on the way to combinatorial lighting technologies for basic research and crop production. *Acta Hort.*, 956:171-178.
73. Taulavuori, K., Hyöky, V., Oksanen, L., Taulavuori, E., Julkunen-Tiitto, R., 2016. Species-specific differences in synthesis of flavonoids and phenolic acids under increasing periods of enhanced blue light. *Environ Exp Bot*, 121:145-150.
74. Urbonavičiūtė, A., Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Ulinskaitė, R., Jankauskienė, J., Duchovskis, Žukauskas, A., 2008. The possibility to control the metabolism of green vegetables and sprouts using light emitting diode illumination. *Scientific Works of The Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture, Sodininkystė Ir Daržininkystė*, 28(2): 83-92.
75. Van Ieperen, W., 2016. Plant growth control by light spectrum: fact or fiction. *Acta Hort.*, 1134:19-24.
76. Vänninen, I., Pinto, D.M., Nissinen, A.I., Johansen, N.S., Shipp, L., 2010. In the light of new greenhouse technologies: 1. Plant-mediated effects of artificial lighting on arthropods and tritrophic interactions. *An Appl Biol*, 157:393-414.
77. Vaštakaitė, V., Viršilė, A., Brazaitytė, A., Samuoliene, G., Jankauskiene, J., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Dabašinskas, L., Sakalauskiene, S., Miliauskienė, J., Duchovskis, P., 2015. The effect of blue light dosage on growth and antioxidant properties of microgreens. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 34(1-2):25-35.
78. Wallace, C., Both, A.J., 2016. Evaluating operating characteristics of light sources for horticultural applications. *Acta Hort.*, 1134:435-443.
79. Wanlai, Z., Wenke, L., Qichang, Y., 2013. Reducing nitrate content in lettuce by pre-harvest continuous light delivered by red and blue light emitting diodes. *J Plant Nutr*, 36:491-490.
80. Wojciechowska, R., Długosz-Grochowska, O., Kołton, A., Żupnik, M., 2015. Effects of LED supplemental lighting on yield and some quality parameters of lamb's lettuce grown in two winter cycles. *Sci Hort.*, 187:80-86.
81. Xin, J., Liu, H., Song, S., Chen, R., Sun, G., 2015. Growth and quality of Chinese kale grown under different LEDs. *Agric Sci Technol*, 16:68-69.
82. Yorio, N.C., Goins, G.D., Kagie, H.R., Wheeler, R.M., Sager, J.C., 2001. Improving spinach, radish and lettuce growth under red light emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. *HortScience*, 36:380-383.
83. Zhongming, Z., Linong, L., Wangqiang, Z., Wei, L., 2020. World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization.

Karakafesotu (*Symphytum officinale* L.) Bitkisinin Geleneksel Kullanım Alanları

Fatma Gül DELİMUSTAFAOĞLU¹, Ayşe BALDEMİR KILIÇ^{2*}

¹Öğr. Gör., Kapadokya Üniversitesi, Kapadokya M.Y.O., Eczane Hizmetleri Bölümü, Ürgüp/Nevşehir; ORCID: 0000-0002-9954-6534

²Prof. Dr., Sağlık Bilimleri Üniv., Gülhane Eczacılık Fak., Eczacılık Meslek Bil. Böl., Etlik/Ankara; ORCID: 0000-0003-2473-4837

Gönderilme Tarihi: 17 Temmuz 2023

Kabul Tarihi: 3 Mayıs 2024

ÖZ

Boraginaceae familyasına ait *Symphytum officinale* L. (Karakafesotu) türü Avrupa ve Asya'ya özgü, nehirler ve akarsular boyunca nemli alanlarda yetişen, yüksekliği 1-2 metreye kadar ulaşabilen dik, çok yıllık bir bitkidir. Yunanca "birlikte büyüme" anlamına gelen ve "Symphuo" kelimesinden türeyen *S.officinale*, 2000 yılı aşkın süredir kemik kırıkları, eklem iltihapları, yaralar, hematomlar ve tromboflebit gibi çeşitli hastalıklar için geleneksel olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde kök, yaprak gibi kısımlarının kabızlık ve basura karşı kullanıldığı bilinmektedir. Avrupa'da ise künt yaralanmalar, kırıklar, şişmiş çürükler, çiban, karbonkül, varis ülserleri ve yanıklar gibi lokal enflamasyonlarda haricen lapa olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Emziren kadınlarda göğüs ağrısını hafifletmek için bitki çayı olarak; ayrıca ülser, fitik, kolit ve iç kanamayı durdurmak için de kullanıldığı bildirilmiştir. Bitki çayının ayrıca burun tıkanıklığı ve iltihabı, ishal ve öksürüğü kesmek için kullanıldığı da kayıtlara geçmiştir. Ağız yaraları ve diş eti kanamalarında ise gargara halinde kullanılmaktadır. Ayrıca baharat olarak da kullanılan Karakafesotu'nun salatalara ilave edildiği, bazı yörelerde diğer yeşilliklerle birlikte kızartılıp köfte yapımında kullanıldığı bilgisine de ulaşılmıştır. Karakafesotu'nun terapötik etkileri yaygın olarak bilinmesine rağmen, bazı çalışmalarda toksik etkileri de gösterilmiş olup bundan dolayı birçok ülkede kullanımı sınırlandırılmıştır. Bu çalışmada *S.officinale* türünün geleneksel kullanım alanları ile ilgili bazı bilgiler derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Symphytum officinale*, Geleneksel kullanım, *Boraginaceae*, karakafesotu

Traditional Uses of Comfrey (*Symphytum officinale* L.)

ABSTRACT

Symphytum officinale L. (Comfrey) species belonging to the *Boraginaceae* family is an upright, perennial herb native to Europe and Asia, growing in moist areas along rivers and streams, reaching 1-2 meters in height. *S.officinale*, which derives from the Greek word "Symphuo" meaning "to grow together" has been used traditionally for over 2000 years in the treatment of various diseases such as bone fractures, joint inflammations, wounds, hematomas, and thrombophlebitis. In our country, it is known that the root and leaves are used in constipation and internally against hemorrhoids. In Europe, it has been reported to be used externally as a poultice in local inflammations such as blunt injuries, fractures, swollen bruises, boils, carbuncles, varicose ulcers, and burns. It has also been reported to be used as an herbal tea to relieve breast pain in lactating women, and also to stop ulcers, hernias, colitis, and internal bleeding. Herbal tea has also been used to treat nasal congestion, inflammation, diarrhoea, and cough. It is used as a mouthwash for mouth sores and gingival bleeding. It is also recorded that comfrey, also used as a spice, is added to salads, fried with other greens, and made meatballs. Although the therapeutic effects of comfrey are widely known, studies have shown that it can be hepatotoxic and carcinogenic in humans and animals, therefore its use has been limited in many countries. In this study, some information about the traditional uses of *S.officinale* has been compiled.

Keywords: *Symphytum officinale*, Traditional use, *Boraginaceae*, comfrey

GİRİŞ

İlk çağlardan beri, insanoğlu beslenmek için doğada mevcut olan besin maddelerinden faydalanma ve daha sonra planlı bir şekilde üretme yolunu seçerken, hastalık etmenlerine karşı da kendini korumak için çeşitli yöntemler geliştirmiştir. Bu koruma bilinci, insanların başlangıçta içgüdülerine

dayanan bir usul halinde belirmiş, aradan geçen yıllarda, çevresinde bulunan bazı canlı ve cansız maddeleri kendi tedavileri için kullanma yoluna gitmişlerdir. İlk başlarda deneme yanılma yoluyla elde edilen bu bilgiler daha sonra kullanım alanlarında meydana gelen değişiklik ve gelişmelerle günümüze kadar taşınmış ve etnobotanik çalışmaların önem kazanmasına neden olmuştur. Günümüzde ise,

*Sorumlu yazar / Corresponding author: aysebaldemir.kilic@sbu.edu.tr

bu içgüdüsel bir yaklaşım değil, bilinçli bir şekilde yararlanma durumu haline gelmiştir [1, 2]. Görüldüğü gibi binlerce yıl önce insan, bitkilerin tedavi edici gücünü tanımış ve sağlıklı yaşayabilmek için onlardan yararlanmıştır. Bitkilerden yararlanma isteğinin giderek artış göstermesi ile tıbbi ve aromatik bitkilerin halk arasında tedavi amaçlı, gıda, çay, baharat, boya, insektisit, hayvan hastalıklarının tedavisi, reçine, zamk, uçucu ve sabit yağlarından faydalanma, ilaç, meşrubat ve kozmetik sanayinde kullanımı uzun yıllardan beri süregelen geleneksel kültürel zenginliğimizin bir parçası olmuştur [3, 4]. Bu türlerden bir tanesi olan ve dünyada en yaygın adı "Comfrey" olan *Symphytum officinale* L. türü farklı ülkelerde "Black Wort" ve "Boneset" isimleri ile de bilinmektedir [5]. "Symphis" kemiklerin büyümesi ve güçlenmesi, "fiton" ise eski dönemlerdeki kullanımına atıf yapılarak yaraların iyileşmesine yardımcı olduğuna inanılan bitkiler anlamına gelmektedir [6]. Bitkinin kök kısımlarının kimyasal bileşenlerinde yüksek miktarda polisakkaritler, fenolik asitler, fitosteroller, triterpen saponinler, glikozitler ve pirokatekol tipi tanenler ile pirolizidin alkaloidlerinin (likopsamin, intermedin, simfitin) yanı sıra allantoin, kafeik asit, karoten, klorojenik asit, kolin, litospermik asit, rosmarinik asit, A, C ve E vitaminleri, kalsiyum, potasyum, fosfor ve selenyum bulunmaktadır [7-10]. Bitki sahip olduğu bu aktif bileşenler sayesinde birçok farmakolojik aktiviteye sahiptir. Örneğin antifungal, antibakteriyel, antiinflamatuvar, analjezik, antioksidan, antinosiseptif, antiöksüdatif, vazoprotektif, hepatoprotektif, astrenjan, sikatrizan etkilerinin yanı sıra iskelet kas hastalıkları üzerinde de etkili olduğuna dair umut vadeci sonuçlar elde edilmiştir [9-17]. Bu çalışmada ise Türkçe adı "Karakafesotu" olarak bilinen *S.officinale* türünün ülkemizde ve dünyadaki farklı geleneksel kullanımları hakkında bazı bilgiler derlenmiştir.

Karakafesotu'nun Dünyada ve Ülkemizde Yayılışı

Symphytum L. (Karakafesotu) cinsi Avrupa'da oldukça yaygın, Asya ve Güney Amerika'nın bazı bölgelerinde de yetişen tıbbi bir bitkidir [17]. Türkiye'de Akdeniz Bölgesi dağlık kesimlerinde, Karadeniz kıyılarında ve dağlık kesimlerinde, Marmara Bölgesi'nde genellikle orman altında, rutubetli ve genellikle gölgeli yerlerde yetişir. Dünya'da yaklaşık 40 tür içeren bu bitki cinsi Türkiye'de 18 tür ile temsil edilmektedir ve 7'si endemiktir. Aynı zamanda Türkiye, Dünya üzerinde en fazla *Symphytum* türüne sahip ülkedir ve %39 endemizm oranıyla ilk sırada yer alır. Çalışma

konumuz olan *S.officinale* L. türünün Türkçe adı ise "karakafesotu" dur [18, 19].

Geçmişte ve Günümüzde Karakafesotu'nun Geleneksel Kullanımı

Symphytum cinsine ait bitkiler, antik çağlardan beri, öncelikle antiinflamatuvar ve analjezik özellikleri nedeniyle geleneksel olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, cinsin tarımsal ve fitofarmasötik kullanımı ağırlıklı olarak birkaç türle sınırlı kalmaktadır; *S.officinale* bu türlerin önemli bir örneğidir [10]. *Boraginaceae* familyasına dahil olan *S.officinale* türü Avrupa ve Asya ülkelerinde özellikle nemli topraklarda yaygın olarak kullanılmakta ve yetiştirilmektedir. Tıbbi açıdan değerli olan *Symphytum* cinsinde "*officinale*" tür epiteti ile bilinen *S.officinale* türünün tedavi amaçlı kullanılması sonucu, bazı kaynaklarda şifalı bitki listelerinin ilk sıralarına dahil edilmesi gerektiği bildirilmiştir [20]. MS 23-79 yılları arasında yazılan Plinius'un en eski ve önemli "Naturalis historia" isimli eserinde morlukların ve burkulmaların tedavisi için ilk kez "karakafesotu" bitkisinden bahsedilmektedir. "Naturalis historia" adlı eser ile aynı zamanlarda fakat ondan bağımsız olarak oluşturulmuş, fitoterapiyi şekillendiren Dioscorides'in "De Materia Medica" adlı eserinde karakafesotu'nun kök kısımlarının kan kusanlar ve apseleri olanlar için faydalı olduğu ve yara iyi edici özelliği bulunduğu bahsedilmektedir. Orta Çağ'da karakafes otunun kullanım alanlarına romatizma ve gut tedavisi eklenmiş, 1616-1654 yıllarında "The English Physician" adlı eserde karakafesotunun birleştirici etkisinden de bahsedilmiştir [21]. 20. yüzyılda karakafesotu periosteum problemlerinde, kemik kırıklarında, kallus oluşumunun desteklenmesinde, kırık sonrası nevraljide, kemik mineralizasyonunun hızlandırılmasında [21-23], kontüzyonlarda, tenosinovit ve kas iltihabında, hematomda, trombozda, artrit, kötü iyileşen yaralarda, cilt lekelerinde, flebit, periodontozda, gastrit, peptik ülser, öksürük, balgam söktürücü, romatizma, plörezi, bronşit, ishal ve tümör gibi rahatsızlıklarda kullanılmıştır [24-30]. Tıbbi kullanımının yanı sıra yemeklerde kullanılmış ve çiftlik hayvanlarını beslemek için yem olarak yetiştirilmiş, 1840'lı yıllarda İrlanda'daki patates kıtlığı sırasında gıda olarak da kullanılmıştır [21]. Almanya'da *S.officinale*, 1920'den beri kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına karşı uygulanmaktadır [15,31]. Bazı kaynaklarda kemik kırıklarının sağlamaştırılması ve kemik mineralizasyonunun hızlandırılması için *S.officinale* önerilmektedir [22]. Ayrıca *S.officinale*'den türetilen bazı homöopatik

ilaçların kemik kırıklarının iyileşmesinde faydalı olduğuna dair çalışmalar da literatürde mevcuttur [23, 32-34]. Karakafesotu bitkisinin burkulma, artrit, kırık, morluk ve hematoma tedavisinde kökünde aktif olduğu belirlenen bileşikler arasında allantoin, rosmarinik asit ve diğer hidrokisisinnamik asit türevlerinin yanı sıra muko-polisakkaritler, A, B ve C vitaminleri, triterpenoid saponinler, tanenler, kalsiyum, potasyum, selenyum ve minerallerin etkisinin olduğu düşünülmüştür. Bu bileşiklerden allantoin otoimmün güçlendirici bir ajan olarak bilinir ve deri altı dokudaki metabolik süreçleri aktive eder ve epitelizasyonla sonuçlanan hücre büyümesini uyarır. Ayrıca kemiklerde ve bağ dokusunda hücre büyümesini güçlü bir şekilde destekler [7, 13]. Halk hekimliğinde travma, yatak yarası, burkulma ve katagma için uzun süredir kullanılmaktadır ve anti-inflamatuar, asesodin, granülasyonu teşvik edici ve sızıntıyı önleyici güçlü farmakolojik etkilere sahiptir [22, 35, 36]. Kronik yaralar, yanıklar, egzama ve kırışıklıklar gibi çeşitli cilt komplikasyonlarında da faydalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu bitkinin köklerinin soğuk algınlığı, astım, bronşit, tüberküloz, hemoroit, böbrek hastalıkları, kanser ve anemide de geleneksel olarak halk arasında kullanıldığına dair bilgiler literatürde mevcuttur [37].

Ülkemizin kuzeybatısında doğal olarak yetişen *S.officinale* bitkisinin kökünden yapılan merhem, ağrı dindirici olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Yaraların ve yanıkların çabuk kabuk bağlamasını sağlamanın yansıra varise, kırıklara ve kemik iltihabına iyi geldiği, bitki kökünün bronşit ve romatizma için halk arasında kullanıldığı da belirtilmiştir [18, 38].

Binlerce yıldır geleneksel tıpta oldukça popüler olan *S.officinale* bitkisinin dünyada da çeşitli kullanımları mevcuttur. Örneğin İspanya'nın Kuzey Navara Bölgesi'nde kemik kırılmaları, burkulmalar ve romatizma için haricen; Brezilya'da karaciğer sorunları, gastrit ve ülser için çay şeklinde; Meksika'da romatizma için dahilen, Amerika'da cilt sorunları için lapa şeklinde; Litvanya'da kemik, eklem ağrıları ve ezikler için çay şeklinde veya merhem olarak; Jamaika'da ise bitki köklerinden elde edilen usarenin tonik şeklinde kullanımları bilinmektedir [39]. *Symphytum* köklerinin analjezik ve antienflamatuar etkilerinde özellikle rosmarinik asit ve allantoin maddelerinin büyük rol oynadığı düşünülmektedir [25, 40, 41]. Merhemleri veya kompres macunları harici olarak uygulanırken, yaprak veya kökleri iskelet kas sistemi bozuklukları, yaralar, gut, hematoma ve tromboflebit tedavisinde umut vadedicidir [17, 39]. Etkileyici bir tıbbi kullanım geçmişine sahip bir bitki olan karakafesotunun Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da

yara iyileşmesini desteklemek, iltihaplanmayı azaltmak, kırık kemikler, tendon hasarları, ağrılı eklem ve kasların tedavisinde de haricen uygulandığı bilinmektedir [25, 42]. *S.officinale*'nin dahili kullanımı şu anda tartışmalıdır. İçeriğinde bulunan pirolizidin alkaloidlerinin (PA) varlığı nedeniyle uzun süreli kullanım önerilmez. Avrupa İlaç Ajansı (EMA)'na göre çay gibi demlenen karakafesotu gibi bitkisel bazı ürünlerin PA kaynakları olduğunu belirtmektedir [8, 43]. Ek olarak, karakafesotu içeren bazı topikal preparatlar ezilmeler, burkulmalar, morluklar, artrit, gonartroz (diz kireçlenmesi) veya sırt ağrısıyla ilişkili ağrı ve iltihaplanmayı gidermek için halk arasında kullanılmaktadır [22, 35, 44-46]. PA'lar güçlü bir mutajenite, kanserojen ve hepatotoksositeye neden olabileceğinden dolayı karakafesotu ürünleri (topikal kullanıma yönelik olanlar dahil) ciddi klinik güvenlik sorunlarına yol açabilmektedir [20, 41, 47]. Bu nedenle, Avrupa Birliği'nde pazarlanan karakafesotu tıbbi ürünleri çoğunlukla pirolizidin alkaloidlerini biyosentezlemeyen veya pirolizidin tükenme aşamasına tabi tutulmayan genetiği değiştirilmiş mahsullerden elde edilmektedir. Bununla birlikte, tüketilmemiş bitki özütü preparatlarının yanı sıra dekoksiyon ile kullanımı tavsiye edilen kurutulmuş köklerin hala ticari olarak satışı devam etmektedir [41, 48]. Bitkinin toprak üstü kısımlarından hazırlanan krem preparatlarının güvenli olup olmadığına yönelik yapılan bir çalışmada maruziyet limiti ve cilt tipi ile direkt ilişkili olduğu belirtilmiş ve burada model madde olarak kullanılan karakafesotunun içerdiği PA'ların zayıf bir deri altı emiliminin olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan edinilen bulgular doğrultusunda PA için tanımlanan düzenleyici maruziyet limitinin karakafesotu krem preparatları için büyük ölçüde varsayımsal olduğu sonucuna ulaşılmıştır [49]. 1980'lerden bu yana *S.officinale*'nin toksik etkilerine ilişkin birçok rapor bulunmaktadır [13, 20-23]. Karakafesotu hepatik toksisite, pnömotoksosite, genotoksosite ve karsinojenite ile ilişkili olan bazı moleküller (örn., simfitin, pirolizidin alkaloidleri, ekimidin) içerir [17, 24-28]. *S.officinale* bitkisinin toksik etkilerine dair farklı çalışmalar da rapor edilmiştir. Bitkinin hepatik toksisite, pnömotoksosite, genotoksosite ve karsinojenite ile ilişkili moleküller (simfitin, pirolizidin alkaloidleri, ekimidin) içerdiği ve bu etkinin yüksek dozda PA'ların varlığı neticesinde görüldüğü belirtilmiştir [50-55]. Yapılan bir diğer çalışmada ise *S.officinale* bitkisinin kökünden elde edilen özütün cilt mikrobiyotası ile arasındaki ilişki incelenmiş olup, bitki özütünün *ex vivo* kültürlerde insan derisi mikrobiyotasının bileşiminde herhangi bir olumsuz değişikliğe neden olmadığı ve cilt

problemleri için alternatif bir yaklaşım olabileceği belirtilmiştir [56].

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde geleneksel ilaçlarla birleştirildiğinde ciddi ve hatta ölümcül yan etkilere neden olabilen reçetesiz ilaçların tüketimi giderek artmaktadır. Bu çalışmada *Symphytum* türlerinin dünyadaki yaygın kullanımları ve yoğun araştırma alanlarına konu olması göz önüne alınarak, bu türün bazı geleneksel kullanım alanlarına yönelik mevcut literatürler derlenmiştir. Bitkinin etnofarmakoloji alanında geleneksel kullanımına dayalı olarak edinilen sonuçlar çeşitli cilt problemlerini tedavi etmek için umut vadeci görünmektedir. Ancak bitkinin haricen ve dahilen uygulamalarında etkinliği ve güvenliği hakkındaki bilgileri artırmak için prelinik ve klinik çalışmalara daha fazla odaklanması gerekmektedir. *S.officinale*'nin toprak üstü ve kök kısımlarının özütlerinde bulunan aktif molekülleri hem *in vitro* hem de *in vivo* olarak karakterize etmek amacıyla daha ileri düzeyde çalışmalara ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Tulukcu, E., Sağdıç O., 2011. Konya'da Aktarlarda satılan tıbbi bitkiler ve kullanılan kısımları. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 27(4):304-308.
2. Öztürk, F., Dölerslan, M., Ebru, G., 2016. Etnobotanik ve tarihsel gelişimi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi (2):11-13.
3. Yıldız, G., Yüksel T., Şekeroğlu, N., 2010. Rize ili florasında bulunan tıbbi ve aromatik bitkiler ve kullanım alanları. 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, pp:1100-1114.
4. Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S., 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty 11(1):52-67.
5. Çitoğlu, G., 1994. Fitoterapi Bitkiler Sözlüğü İngilizce-Latince/Latince-İngilizce. Ankara, 136s.
6. Mahmoudzadeh, E., Nazemiyeh, H., Hamedeyazdan, S., 2022. Anti-inflammatory properties of the genus *Symphytum* L.: a review. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 21(1).
7. Nastic, N., Borrás-Linares, I., Lozano-Sanchez, J., a Svarc-Gajic, J., Segura-Carretero, A. 2020. Comparative assessment of phytochemical profiles of comfrey (*Symphytum officinale* L.) root extracts obtained by different extraction techniques. Molecules 25:837.
8. Le, V., Dolganyuk, V., Sukhikh, A., Babich, O., Ivanova, S., Prosekov, A., Dyshlyuk, L. 2021. Phytochemical analysis of *Symphytum officinale* root culture extract. Applied Sciences 11:447.
9. Vostinaru, O., Conea, S., Mogosan, C., Toma, C.C., Borza, C.C., Vlase, L. 2018. Anti-inflammatory and antinociceptive effect of *Symphytum officinale* root. Romanian Biotechnological Letters 23(6):14160-14167.
10. Luca, S.V., Zengin, G., Kulinowski, L., Sinan, K.I., Skalicka-Woźniak, K., Trifan, A. 2024. Phytochemical profiling and bioactivity assessment of underutilized *Symphytum* species in comparison with *Symphytum officinale*. Journal of the Science of Food and Agriculture.
11. Avancini, C., Wiest, J.M., Dall'Agnol, R., Haas, J.S., von Poser, G.L. 2008. Antimicrobial activity of plants used in the prevention and control of bovine mastitis in Southern Brazil. Latin American Journal of Pharmacy 27:894-899.
12. Savic, V., Nikolic, V., Stanojevic, L., Ilic, D., Stankovic, B. 2012. Extraction kinetics and antioxidant activity of an aqueous extract from comfrey root (*Symphytum officinale* L.). Advanced Technologies 1:41-47.
13. Salehi, B. et al., 2019. *Symphytum* species: a comprehensive review on chemical composition, food applications and phytopharmacology. Molecules 24:2272.
14. Araújo, L.U., Reis, P.G., Barbos, L.C., Saúde-Gumarães, D.A., Grabe-Gumarães, A., Mosqueira, V.C., Carneiro, C.M., Silva-Barcellos, N.M., 2012. *In vivo* wound healing effects of *Symphytum officinale* L. leaves extract in different topical formulations. Pharmazie 67(4):355-360.
15. Koll, R., Buhr, M., Dieter, R., Pabst, H., Predel, H.-G., Petrowicz, O., Giannetti, B., Klingenburg, S., Staiger, C., 2004. Efficacy and tolerance of a comfrey root extract (Extr. Rad. Symphyti) in the treatment of ankle distortions: results of a multicenter, randomized, placebo-controlled, double-blind study. Phytomedicine 11:470-477.
16. Talhouk, R.S., Karam, C., Fostok, S., El-Jouni, W., Barbour, E.K., 2007. Anti-inflammatory bioactivities in plant extracts. Journal of Medicinal Food 10(1):1-10.
17. Vanithaa, A., Kavinprashantha, R., Mugendhirana, S., Shashikanth, J., 2022. Conservation of *Symphytum officinale* L. at Cmp rh garden, emerald. Journal of University of Shanghai for Science and Technology 21(1):261-272.

18. Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. 2012. Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği, İstanbul, s:244-245.
19. Tarıkahya, A.B. 2009. Türkiye *Symphytum* L. (Boraginaceae) cinsinin revizyonu. Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
20. HMPC, Committee on Herbal Medicinal Products, 2005. European union herbal monograph on *Symphytum officinale* L., radix. EMA/HMPC/572846/2009. London: European Medicines Agency.
21. Staiger, C. 2007. Comfrey: ancient and modern uses- News- Pharmaceutical Journal. The Pharmaceutical Journal. 277, 732 pp.
22. Grube, B., Grünwald, J., Krug, L., Staiger, C. 2007. Efficacy of a comfrey root (*Symphyti offic. radix*) extract ointment in the treatment of patients with painful osteoarthritis of the knee: results of a double-blind, randomized, bicenter, placebo-controlled trial. Phytomedicine 14:2-10.
23. Dey, D., Jingar, P., Agrawal, S., Shrivastava, V., Bhattacharya, A., Manhas, J., ... & Sen, S. 2020. *Symphytum officinale* augments osteogenesis in human bone marrow-derived mesenchymal stem cells in vitro as they differentiate into osteoblasts. Journal of Ethnopharmacology 248:112329.
24. Antonio Pereira, I., Judah Cury, B., Kaio Silva Nunes, R., & Mota da Silva, L. 2023. Traditional plants used in southern Brazil as a source to wound healing therapies. Chemistry & Biodiversity 20(2):e202201021.
25. Seigner, J., Junker-Samek, M., Plaza, A., D'Urso, G., Masullo, M., Holper-Schichl, Y.M., & de Martin, R. 2019. A *Symphytum officinale* root extract exerts anti-inflammatory properties by affecting two distinct steps of NF-κB signaling. Frontiers in Pharmacology 10:442212
26. Mahmoudzadeh, E., Nazemiyeh, H., & Hamedeyazdan, S. 2022. Anti-inflammatory properties of the genus *Symphytum* L.: a review. Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR 21(1).
27. Fumanowa, M., Guzewska, J., Beldowska, B. 1983. Mutagenic effects of aqueous extracts of *Symphytum officinale* L. and of its alkaloidal fractions. Journal of Applied Toxicology 3(3):127-130.
28. Melnyk, N., Popowski, D., Strawa, J.W., Przygodzińska, K., Tomczyk, M., Piwowarski, J.P., & Granica, S. 2024. Skin microbiota metabolism of natural products from comfrey root (*Symphytum officinale* L.). Journal of Ethnopharmacology, 318:116968.
29. Roman, G.P., Neagu, E., Moroeanu, V., Radu, G.L. 2008. Concentration of *Symphytum officinale* extracts with cytostatic activity by tangential flow ultrafiltration. Rumanian Biotechnological Letters 13:4008-4013.
30. Papp, N., Bencsik, T., Németh, K., Gyergyák, K., Sulc, A., Farkas, Á. 2011. Histological study of some *Echium vulgare*, *Pulmonaria officinalis* and *Symphytum officinale* populations. Natural Product Communications 6(10):1934578X1100 601017.
31. Alkan, F.U., Anlas, C., Ustuner, O., Bakirel, T., Sari, A.B. 2014. Antioxidant and proliferative effects of aqueous and ethanolic extracts of *Symphytum officinale* on 3T3 Swiss albino mouse fibroblast cell line. Asian J. Plant Sci. Res. 4(4):62-8.
32. Tsintzas, D., Vithoulkas, G. 2016. Fracture treatment with the aid of the homeopathic remedy *Symphytum officinale*. A report of four cases. Clin. Case Rep. Rev 2:422-424.
33. Sakakura, C.E., Neto, R.S., Bellucci, M., Wenzel, A., Scaf, G., Marcantonio, E., 2008. Influence of homoeopathic treatment with comfrey on bone density around titanium implants. A digital subtraction radiography study in rats. Clin. Oral Implant. Res. 19:624-628.
34. Spin-Neto, R., Bellucci, M.M., Sakakura, C.E., Scaf, G., Pepato, M.T., Marcantonio, E., 2010. Homeopathic *Symphytum officinale* increases removal torque and radiographic bone density around titanium implants in rats. Homeopathy 99:249-254.
35. Smith, D.B., Jacobson, B.H., 2011. Effect of a blend of comfrey root extract (*Symphytum officinale* L.) and tannic acid creams in the treatment of osteoarthritis of the knee: randomized, placebo-controlled, double-blind, multi clinical trials. J. Chir. Med 10:147-156.
36. Chen, L., Mulder, P.P., Peijnenburg, A., Rietjens, I.M. 2019. Risk assessment of intake of pyrrolizidine alkaloids from herbal teas and medicines following realistic exposure scenarios. Food and Chemical Toxicology 130:142-153.
37. Aftab, K., Shaheen, F., Mohammad, F.V., Noorwala, M., Ahmad, V.U. 1996. Phytopharmacology of saponins from *Symphytum officinale* L. Saponins Used in Traditional and Modern Medicine, pp:429-442.
38. Gürbüz, A., 1980. Şifalı Nematlar. Bayrak Yayıncılık, İstanbul, 98s.
39. Frost, R., MacPherson, H., O'Meara, S. 2013. A critical scoping review of external uses of comfrey (*Symphytum* spp.). Complementary Therapies in Medicine 21:724-745.

40. Barnes, J., Anderson, L.A., Phillipson, J.D., 2007. Herbal Medicines. 3. Ed. Pharmaceutical Press, London.
41. Trifan, A., Skalicka-Woźniak, K., Granica, S., Czerwińska, M. E., Kruk, A., Marcourt, L., ... & Luca, S.V. 2020. *Symphytum officinale* L.: liquid-liquid chromatography isolation of caffeic acid oligomers and evaluation of their influence on pro-inflammatory cytokine release in LPS-stimulated neutrophils. *Journal of Ethnopharmacology* 262:113169.
42. Sowa, I., Paduch, R., Strzemiński, M., Zielinska, S., Rydzik-Strzemska, E., Sawicki, J., Kocjan, R., Polkowski, J., Matkowski, A., Latański, M., Wojciak-Kosior, M., 2018. Proliferative and antioxidant activity of *Symphytum officinale* root extract. *Natural Product Research* 32(5):605-609.
43. Avila, C., Breakspear, I., Hawrelak, J., Salmond, S., Evans, S. 2020. A systematic review and quality assessment of case reports of adverse events for borage (*Borago officinalis*), coltsfoot (*Tussilago farfara*) and comfrey (*Symphytum officinale*). *Fitoterapia* 142:104519.
44. Barna, M., Kucera, A., Hladicova, M., Kucera, M. 2007. Wound healing effects of a *Symphytum* herb extract cream (*Symphytum* × *uplandicum* Nyman.): results of a randomized, controlled double-blind study. *Wien Med. Wochenschr.* 157:569-574.
45. Staiger, C. 2012. Comfrey: a clinical overview. *Phytother Res.* 26:1441-1448.
46. Trifan, A., Czerwińska, M. E., Zengin, G., Esslinger, N., Grubelnik, A., Wolfram, E., ... & Luca, S.V. 2023. Influence of pyrrolizidine alkaloids depletion upon the biological activity of *Symphytum officinale* L. extracts. *Journal of Ethnopharmacology* 303:116010.
47. Wiedenfeld, H., Edgar, J. 2011. Toxicity of pyrrolizidine alkaloids to humans and ruminants. *Phytochemistry Reviews* 10:137-151.
48. Staiger, C. 2012. Comfrey: a clinical overview. *Phytotherapy Research* 26(10):1441-1448.
49. Kuchta, K., Schmidt, M. 2020. Safety of medicinal comfrey cream preparations (*Symphytum officinale* s.l.): the pyrrolizidine alkaloid lycopsamine is poorly absorbed through human skin. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 118:104784.
50. Nan Mei et al. 2006. Analysis of gene expression changes in relation to toxicity and tumorigenesis in the livers of big blue transgenic rats fed comfrey (*Symphytum officinale*). *BMC Bioinformatics* 7(2):1-15.
51. Roman, G.P. et al. 2008. Concentration of *Symphytum officinale* extracts with cytostatic activity by tangential flow ultrafiltration. *Roumanian Biotechnological Letters* 13(6):4008-4013.
52. Trifan, A. et al. 2017. Is comfrey root more than toxic pyrrolizidine alkaloids? Salvianolic acids among antioxidant polyphenols in comfrey (*Symphytum officinale* L.) roots. *Food and Chemical Toxicology* 112:178-187.
53. Zakaria, M.M. 2021. CRISPR/Cas9-mediated genome editing in comfrey (*Symphytum officinale*) hairy roots results in the complete eradication of pyrrolizidine alkaloids. *Molecules* 26:1498.
54. Trifan, A. et al. 2021. Influence of the post-harvest storage time on the multi-biological potential, phenolic and pyrrolizidine alkaloid content of comfrey (*Symphytum officinale* L.) roots collected from different European regions. *Plants* 10:1825.
55. Vaezi, S., Haghighi, H.M., Farzad, S.A., Arabzadeh, S., Kalalinia, F. 2021. Bone regeneration by homeopathic *Symphytum officinale*. *Regenerative Engineering and Translational Medicine* 7:548-555.
56. Melnyk, N. et. al. 2024. Skin microbiota metabolism of natural products from comfrey root (*Symphytum officinale* L.). *Journal of Ethnopharmacology* 318.

BAHÇE Yazım Kuralları

Sayfa düzeni ve yazı karakteri: Makaleler A4 ebadındaki kâğıda, her taraftan 2,5 cm boşluk bırakılacak şekilde, **11 punto büyüklüğünde, tek satır aralığı ve Times New Roman karakteri** ile Word dosyası olarak hazırlanmalıdır. Şekil ve Çizelgeler dahil toplam sayfa sayısının 15'i geçmemelidir. Paragrafların ilk satırı 0,5 cm içeriden başlamalı, paragraflar arası boşluk bırakılmamalıdır. Makale tek sütun halinde düzenlenmelidir.

Makale metni sırasıyla; Başlık, yazarların isim, adres ve ORCID numaraları, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce başlık, Abstract, Keywords, metin, Teşekkür (gerekli ise) ve kaynaklar bölümünden oluşmalıdır.

Makale Başlığı: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı 14 punto olacak şekilde yazılmalıdır.

Yazar isim(ler)i: Başlığın altına yazar(lar)ın isim ve soyisimleri yazılmalı, yazar(lar)ın ünvanı, adresi ve ORCID numaraları yazar isimlerinin altında bir boşluk bırakılarak verilmelidir. Yazar isimleri 11 punto ile adres ve ORCID numaraları ise 9 punto ile yazılmalıdır. Sorumlu yazara ait eposta adresi ilk sayfada dipnot olarak verilmelidir.

Öz ve Anahtar Kelimeler: Türkçe Öz, yazar(lar)ın isim, kurum ve ORCID numaraları altında 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde olmalı, Anahtar Kelimeler verilmelidir. Ardından makalenin İngilizce başlığı ve Abstract 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde verilmeli, hemen altına Keywords yazılmalıdır. Anahtar kelimeler 3 ile 5 adet arasında olması gerekmektedir.

Metin: Yazı genel olarak a) Giriş, b) Materyal ve Metot, c) Bulgular, d) Tartışma, e) Sonuç(lar), f) Kaynaklar bölümlerinden meydana gelmelidir, c ve d maddeleri "Bulgular ve Tartışma" başlığı altında tek bölümde incelenebilir. Derleme makaleler, materyal, metot ve bulgular başlıkları dikkate alınmadan diğer kurallara uyumlu olarak yazılır.

Makalenin metin bölümünde bulunan Ana başlıklar koyu ve büyük harfle, İkinci derece başlıklar koyu, italik ve küçük harfle, Üçüncü derece başlıklar normal tümce düzeninde ve italik olarak verilir. Ana başlıklar üstten iki alttan tek satır boşlukla, ikincil başlıklar alt ve üstten tek satır boşlukla, üçüncül başlıklar boşluksuz satır olarak yer almalıdır. Paragraflar 0,5 cm içeriden başlamalıdır.

GİRİŞ: Bu bölümde sorunun ne olduğu ortaya konulacak ve sorunun, çalışmanın başındaki durumu belirtilecektir. Sadece konuya uygun ve gerekli olan literatür bilgileri aktarılacaktır. Sonunda araştırmanın amacı yazılacaktır.

MATERYAL VE METOT: Kullanılan materyal ve uygulanan metot kısa ve öz bir şekilde açıkça anlatılmalıdır. Materyal ve metot ayrı alt başlıklar halinde verilmelidir.

BULGULAR: Araştırma bulguları sunuşunda, metin yazısı, çizelge ve şekiller birbirlerini tamamlayıcı olmalıdır.

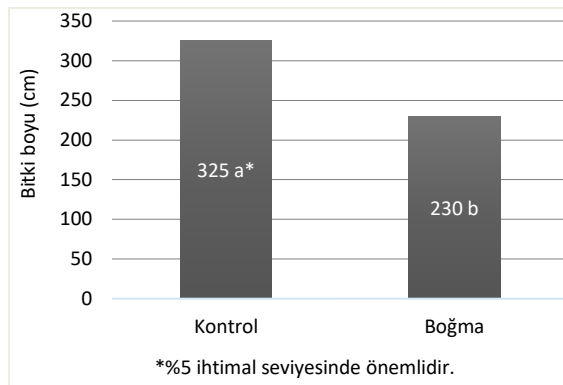
Şekiller ve Çizelgeler: Makalede yer alan şekil, grafik, fotoğraf vb. "şekil"; sayısal değerler ise "çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içinde atıfta bulunulmalıdır. Açıklama yazıları şekillerin altında, çizelgelerin üstünde verilmelidir. Ayrıca çizelge ve şekil içerisinde kullanılan ifadelerin İngilizce karşılıkları da yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgeler mümkün olduğu kadar birleştirilerek ve özetlenerek (Kaynaklar bölümünden sonra değil) metin içerisinde verilmelidir. Ortalamalar arasındaki farklılığın önemi için yapılan test ve seviyesi Çizelge altında verilmelidir. Çizelgelerde dip not koyarken alfabenin son harfinden başlanmalıdır. Şekiller baskı tekniğinin gereği olarak Microsoft Office programında düzenlenmelidir. Fotoğraflar baskıya uygun olarak seçilmelidir. Şekil ve Çizelge örnekleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. 2001 yılında Çanakkale yöresinde yetiştirilen Trabzon hurması meyvelerinin olgunlaşma sürecinde kimyasal yapılarındaki değişimler

	MES (kg)	SÇKM (%)	L-askorbik asit (mg.100g ⁻¹)	Tanen (mg.l ⁻¹)	Pektin (mg.100g ⁻¹)	Toplam şeker (mg.100g ⁻¹)
1. Hasat	4,30 b	23,84 a	21,85 ab	20,59 a	1,02	22,04 d
2. Hasat	4,61 a	23,65 a	22,69 ab	20,01 a	1,17	26,15 b
3. Hasat	3,74 c	22,65 ab	23,74 a	17,45 b	1,26	27,90 a
4. Hasat	3,51 c	22,75 ab	20,14 b	17,22 b	1,46	23,74 c
5. Hasat	3,38 c	22,46 b	7,89 c	16,90 b	1,19	23,93 c
LSD	0,28	0,37	2,00	0,89	Ö.D.	1,46

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

Ö.D.: Önemli değil



Şekil 1. Boğma uygulamasının bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Birimler: Makalelerde SI (Système International d'Units) ölçü birimleri kullanılacaktır. Birimlerde "/" yerine üstel ifade kullanılmalıdır (örn: mg/l yerine mg.l⁻¹).

TARTIŞMA: Bu bölümde sonuçlar irdelenerek, daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak aradaki farkın bir genellemesi yapılmalıdır. Girişte belirtilen amaç ile sonuç arasında bir bağlantı kurularak, sorunun açık kalan yanları literatür ışığında tartışılmalıdır.

SONUÇ/LAR: Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular, bilime/uygulamaya katkı yönünden değerlendirilerek öneriler şeklinde ifade edilmelidir.

KAYNAKLAR: Çalışmada faydalanılan kaynaklar metinde geçtikleri yere göre sıraya konularak numaralanmalıdır. Yazar isimleri gerek metin içerisinde ve gerekse kaynaklar listesinde baş harfi büyük diğer kısmı küçük harflerle yazılmalıdır. Metin içerisinde kaynaklar belirtilirken kaynağın sadece numarası genellikle cümle sonuna ve köşeli parantez içine konulmalı, cümle başında ise yazarın isminden sonra kaynak numarası verilmelidir. (Örneğin: Satsuma'da yüzde meyve suları miktarı bölgelere göre değişmektedir [1]. Meyve ağırlığı yönünden bölgeler arasında fark yoktur [2, 3, 4]. Kaşka ve Yılmaz [5] yaptıkları çalışmada... gibi). Eserde faydalanılmayan kaynaklar bu bölümde gösterilmez.

Kaynak verilmesine ait bazı örnekler aşağıda gösterilmiştir.

Kitap:

1. Özbek, N., 1969. Deneme tekniği (I. Sera denemesi, tekniği ve metotları). *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 406. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. 346s.*
2. Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.): *Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, ABD. pp:3–37.*

Çeviri:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği (Çeviri: "Plant propagation" H.T. Hartman ve D.E. Kester). *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları 79. 610s.*

Makale / Bildiri:

4. Büyükyılmaz, M., Bulagay, A.N., Burak, M., 1994. Marmara bölgesi için ümitvar armut çeşitleri–III. *Bahçe 23(1–2):79–92.*
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. EurepGap uygulamalarının Türk yaş meyve–sebze üretimi ve rekabet gücü üzerine etkileri. *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16–18 Eylül 2004. Tokat. Cilt 1:315–322.*

Tez:

6. Akpınar, I., 1990. Değişik turuncgil anaçları üzerine aşılı Washington Navel, Valencia ve Moro portakal meyvelerinin muhafazası üzerine araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 146s.*

Sürelili Yayınlar:

7. Anonymous, 1951. Soil survey manual hand book. 18. *U.S. Govern Prin. Office. Washington, D.C. pp:340–343.*
8. Anonim, 2000. Tarımsal yapı (üretim, fiyat, değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No:2614, Haziran 2002, Ankara. 598s.

Elektronik Kaynaklar:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither reform? Ten years of the transition. *Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April,* (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Erişim Tarihi: Mayıs 2000).

BAHCE Author Guide

Page Layout and Font: Articles should be written on A4 size paper, with 2.5 cm margins on all sides, **11 font size, single line spacing and Times New Roman character** as a Word document. The total number of pages, including Figures and Tables, should not exceed 15. The first line of the paragraphs should start with 0.5 cm indent; no space should be given between the paragraphs. The article should be organized in a single column.

Article should contain following parts: Title of the article in English, the names of the authors, addresses and ORCID numbers of the authors, Abstract and Keywords in English; Title of the article, Abstract and Keywords of the article in Turkish; text, Acknowledgments (if necessary) and references.

Article Title: The Turkish and English title of the article should be written in 14 points.

Author name(s): Name(s) of the author(s) should be written below the title. Title, address and ORCID numbers should be given below the names of the authors with a space. Author names should be written with a font size of 11 and address and ORCID numbers should be written with a font size of 9. The e-mail address of the corresponding author should be given as a footnote on the first page.

Abstract and Keywords: Abstract and Keywords should follow Address and ORCID number(s). Abstract should not exceed 200 words. Keywords should be given after the abstract. Keywords should be between 3 and 5 words.

Text: Content of the paper should include the following parts: a) **Introduction**, b) **Material and Method**, c) **Results**, d) **Discussion**, e) **Conclusions**, f) **References**. If preferred Results and Discussion parts can be combined as one section with the title "**Results and Discussion**". Review articles are prepared without materials, methods and Results parts.

Main headings in the text section of the article are given in bold and capital letters, Second-degree headings in bold, italic and lowercase, Third-degree headings in normal sentence order and italics. Main headings should be placed with two-line space from the top and one-line space from the bottom, secondary headings should be placed with a single line space from the bottom and top and tertiary headings should be placed as a line without spaces. Paragraphs should start with 0.5 cm indent.

INTRODUCTION: In this section, the problem will be revealed and the situation of the problem at the beginning of the study will be stated. Only relevant and necessary literature information will be given. Finally, the purpose of the research will be written.

MATERIAL AND METHOD: The material and the method used should be clearly explained in a short and concise manner. Material and method should be given under separate sub-headings.

RESULTS: In presenting research findings, text, tables and figures should complement each other.

Figures and Tables: In the article Figures, graphics, photographs etc. should be specified as "Figures"; tables with numeric values should be specified as "Table" and referenced in the text. Explanations should be given below the figures and above the tables. Figures and Tables should be combined and summarized as much as possible with in the text, they should not after the References section). The test for the significance of the difference between the means and its level should be given in the Table. When placing footnotes in the tables, it should be started with the last letter of the alphabet. Figures should be arranged in Microsoft Office program as a requirement of printing technique. Photos should be selected in accordance with the printing. Figure and Table examples are given below.

Table 1. Changes in the chemical structures of persimmon fruits grown in Çanakkale in 2001 during the ripening.

	Fruit firmness (kg)	Water-soluble dry matter content (%)	L-ascorbic acid (mg.100g ⁻¹)	Tannin (mg.l ⁻¹)	Pectin (mg.100g ⁻¹)	Total sugar (mg.100g ⁻¹)
1. Harvest	4.30 b	23.84 a	21.85 eu	20.59 a	1.02	22.04 d
2. Harvest	4.61 a	23.65 a	22.69 eu	20.01 a	1.17	26.15 b
3. Harvest	3.74 c	22.65 ab	23.74 a	17.45 b	1.26	27.90 a
4. Harvest	3.51 c	22.75 eu	20.14 b	17.22 b	1.46	23.74 c
5. Harvest	3.38 c	22.46 b	7.89 c	16.90 b	1.19	23.93 c
LSD	0.28	0.37	2.00	0.89	N.S.	1.46

There is a 5% difference between the means expressed with different letters in the same column (LSD)

N.S.: Not Significant

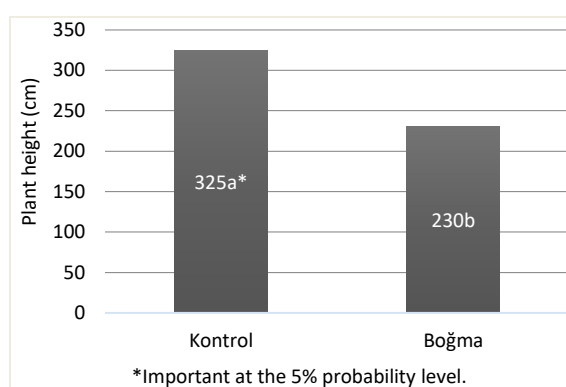


Figure 1. The effect of strangulation on plant height (cm)

Units: SI (Système International d'Units) measurement units will be used in the articles. Units should be given as "mg.l⁻¹" instead of mg/l).

DISCUSSION: In this section, a generalization of the difference should be made by examining the results and comparing them with previous studies. By establishing a connection between the aim and the result stated in the introduction, the open aspects of the problem should be discussed in the light of the literature.

CONCLUSION/S: In this section, the findings obtained as a result of the study should be evaluated in terms of contribution to science/practice and expressed as suggestions.

REFERENCES: The sources used in the study should be numbered by placing them in order according to their place in the text. Author names should be written both in the text and in the references list with capital letters and the other parts in lower case letters. When citing sources in the text, only the number of the source should be placed at the end of the sentence and in square brackets, at the beginning of the sentence, the source number should be given after the author's name. (For example: The percentage of fruit juices in Satsuma vary according to the regions [1]. There is no difference between regions in terms of fruit weight [2, 3, 4]. Kaşka and Yılmaz [5] in their study...). The sources that are not used in the work are not shown in this section.

Some examples of citation are shown below.

Book:

1. Özbek, N., 1969. Trial technique (I. Greenhouse experiment, technique and methods). *A.U. Faculty of Agriculture Publications 406. Ankara University Press, Ankara. 346p.*
2. Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.): *Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, USA. pp:3–37.*

Translation:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Horticultural cultivation technique (Translation: "Plant propagation" H.T. Hartman and D.E. Kester). *Çukurova University Faculty of Agriculture, Publications 79. 610p.*

Article / Statement:

4. Büyükyılmaz, M., Bulagay, A.N., Burak, M., 1994. Promising pear varieties for the Marmara region– III. *Garden 23(1–2):79–92.*
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. The effects of EurepGap applications on Turkish fresh fruit-vegetable production and competitiveness. *Türkiye VI. Agricultural Economics Congress, 16–18 September 2004. Tokat. Volume 1:315–322.*

Thesis:

6. Akpınar, I., 1990. Studies on the preservation of Washington Navel, Valencia and Moro orange fruits grafted on different citrus rootstocks (Master's Thesis). *Çukurova University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, Adana, 146s.*

Periodic:

7. Anonymous, 1951. Soil survey manual hand book. *18. US Govern Print office. Washington, DC pp:340–343.*
8. Anonymous, 2000. Agricultural structure (production, price, value). TR Prime Ministry State Institute of Statistics, Publication No:2614, June 2002, Ankara. 598p.

Electronic Sources:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither reform? Ten years of the transition. *Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April,* (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Accessed May 2000).