

Cilt: 20 VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi zel Sayısı e-ISSN 2148-7855



DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ  
**ORMANCILIK DERGİSİ**

DÜZCE UNIVERSITY  
JOURNAL OF FORESTRY

Fakülte Adına Sahibi : Prof. Dr. Abdurrahim AYDIN  
Baş Editör : Prof. Dr. Engin EROĞLU

### **Editör Kurulu**

#### **Alan Editörleri**

Prof. Dr. Derya EŞEN  
Prof. Dr. Kermit CROMAC Jr. (Oregon State University)  
Prof. Dr. Rimvydas VASAITIS (Swedish University of Agricultural Sciences)  
Prof. Dr. Jiří REMEŠ (Czech University of Life Sciences Prague)  
Prof. Dr. Marc J. LINIT (University of Missouri)  
Prof. Dr. Oktay YILDIZ  
Prof. Dr. Zeki DEMİR  
Prof. Dr. Emrah ÇİÇEK  
Prof. Dr. Dr. Derya SEVİM KORKUT  
Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ  
Prof. Dr. Akif KETEN  
Prof. Dr. Mehmet Kıvanç AK  
Doç. Dr. Hüseyin AMBARLI  
Doç. Dr. İdris DURUSOY  
Doç. Dr. Tarık GEDİK  
Doç. Dr. Ali Kemal ÖZBAYRAM  
Doç. Dr. Bilal ÇETİN  
Doç. Dr. Çağlar AKÇAY  
Doç. Dr. Hüseyin CİRİTCİOĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi Pınar KÖYLÜ  
Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖZDEMİR  
Dr. Öğr. Üyesi Tarık ÇİTGEZ  
Dr. Öğr. Üyesi Muhammet ÇİL  
Dr. Öğr. Üyesi Nuray ÖZTÜRK  
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA

#### **Teknik Editörler**

Dr. Öğr. Üyesi Ömer ÖZYÜREK  
Dr. Öğr. Üyesi Muhammet ÇİL  
Dr. Öğr. Üyesi Nuray ÖZTÜRK  
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA  
Arş. Gör. Dr. Tunahan ÇINAR  
Arş. Gör. Dr. Abdullah Hüseyin DÖNMEZ  
Arş. Gör. Yıldız BAHÇECİ  
Arş. Gör. Özcan AKIN  
Arş. Gör. Erkan ALTAŞ  
Arş. Gör. Mevlüt GÜRSOY  
Arş. Gör. Elif Can SUER

#### **Dil Editörleri**

Dr. Öğr. Üyesi Pınar KÖYLÜ  
Arş. Gör. Mertkan Fahrettin TEKİNALP

#### **Yazışma Adresi      Corresponding Address**

Düzce Üniversitesi      Duzce University  
Orman Fakültesi      Faculty of Forestry

81620 Konuralp Yerleşkesi / Düzce-TÜRKİYE      81620 Konuralp Campus / Düzce-TURKEY

---

Dergi yılda iki sayı olarak yayınlanır (This journal is published semi annually)  
<https://dergipark.org.tr/pub/duzceod> adresinden dergiye ilişkin bilgilere ve makale özetlerine ulaşılabilir  
(Instructions to Authors" and "Abstracts" can be found at this address).

## İÇİNDEKİLER

<b>‘Samourai’ Kesme Gül Çeşidinin Farklı Vazo Solüsyonlarıyla Vazo Ömrünün Uzatılması.....</b>	<b>1</b>
Ezgi DOĞAN MERAL, Soner KAZAZ	
<b>Bazı Doğal Bitki Taksonlarının Araziden Bahçeye Transferi: Karadeniz Teknik Üniversitesi Uygulaması .....</b>	<b>16</b>
Cengiz ACAR, Türker OĞUZTÜRK	
<b>Kalaşoda (<i>Kalanchoe Blossfeldiana</i> Poelnn.) <i>In Vitro</i> Mutasyon Islahı.....</b>	<b>31</b>
K. Yaprak KANTOĞLU, Okan SARITOPRAK, Ebru AKYÜZ ÇAĞDAŞ, Evrim OKUTAN, Hakan AKTAŞ, Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU	
<b>Çin Karanfile (<i>Dianthus chinensis</i> L.) İçin Mutasyon Islahı Çalışmasına Yönelik Etkili Mutasyon Dozun Belirlenmesi.....</b>	<b>44</b>
İrmak ÇAKIN, K. Yaprak LANTOĞLU, Burak KUNTER, Aslıhan GÖKTUĞ	
<b>Deprem Parkları ve Dönüştürülebilir Parklar.....</b>	<b>55</b>
Gülden SANDAL ERZURUMLU, Emirhan DURAN, Fatmanur Elif ŞAHİN	
<b>Changes in Germination of Some Seasonal Flower Seeds Over 16 Years in Cold Storage.....</b>	<b>71</b>
Tuba GULOXSUZ, A. Hakan EKER, Serpil MİS, İbrahim DEMİR	
<b>Sardunya Türlerinde (<i>Pelargonium spp.</i>) Klasik Melezleme.....</b>	<b>83</b>
Ercan SALLAHOĞLU, Hülya İLBİ	
<b>Bursa Florasında Yer Alan Doğal Odunsu Peyzaj Bitkilerinin Toksik Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi.....</b>	<b>95</b>
Betül Hümevra ÇELİK, Murat ZENCİRKIRAN	
<b>Sağlık Mekânları ile Doğa Arasında Köprü Olarak Biyofilik Tasarım: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesinin İrdelenmesi.....</b>	<b>108</b>
Gülbin Çetinkale DEMİRKAN, Gökçen ÇETİN	
<b>Responses of Different Turfgrass Mixtures to Drought.....</b>	<b>133</b>
Kürşad DEMİREL, Selin CENGİZ, Gökhan ÇAMOĞLU, Gülizar Rümeyse DOĞAN, Hakan NAR	
<b>Hasat Sonrası Sistein, Arjinin ve Salisilik Asit Uygulamalarının Glayölün Vazo Ömrüne Etkileri .....</b>	<b>149</b>
Melek DEMİREL, Rezzan KASIM, Mehmet Ufuk KASIM	
<b>Promalin ve Uç Alma Uygulamalarının İki Doğal Şimşir Türünde Besin Mobilizasyonu Üzerine Etkileri .....</b>	<b>218</b>
Ömer SARI, Elif ENGİNSU, Fisun Gürsel ÇELİKEL	
<b>Salisilik Asit Uygulamalarının Kesme Çiçeklerde Kaliteyi Arttırma ve Vazo Ömrünü Uzatmadaki Etkinliği: İnceleme.....</b>	<b>183</b>
Melek DEMİREL, Rezzan KASIM, M.Ufuk KASIM	
<b>Oksalik Asidin Kuraklık Stresindeki Kadife Çiçeklerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi.....</b>	<b>197</b>
Tuğba KILIÇ, Ezgi DOĞAN MERAL, Emine KIRBAY, Hilal Beyza DURSUN, Soner KAZAZ	
<b>Determination of Pollen Fertility of Some Cut Rose Varieties in Different Periods .....</b>	<b>220</b>
Şüheda Basire AKÇA YILMAZ, Soner KAZAZ	
<b>Kent İçi Yol Ağaçlandırmalarının Önemli Sorunları: Çanakkale Kent Merkezinden Örnekler.....</b>	<b>231</b>
Fisun ERDURAN NEMUTLU	

<b>Recent Developments in Classical Plant Tissue Culture and New Generation Bioreactor Applications in <i>Eucalyptus</i>.....</b>	<b>247</b>
Meslihn KARAYEL, Recep YILDIZ, Senem UĞUR, Yeşim YALÇIN MENDİ, Mustafa ALBAYRAK	
<b>Erzincan’da İklim Değişikliği Sürecinde Kuraklığa Toleranslı İklim Dostu Süs Bitkilerinin Kullanımı .....</b>	<b>261</b>
Gökhan ASKAN, Hakan KALENDAROĞLU, Meral ASLAY	
<b><i>Liquidambar orientalis</i>’te Uygun Sterilizasyon ve Doku Kültürü Koşullarının Optimizasyonu.....</b>	<b>281</b>
İlker KAYA, Senem UĞUR, Yeşim YALÇIN MENDİ	
<b>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinin İklim Değişikliğine Karşı Duyarlılığının Belirlenmesi ve Bazı Yeşil Altyapı Öneri Senaryoları.....</b>	<b>293</b>
Hasan YILMAZ, Gökhan ASKAN	
<b><i>Acacia cyanophylla</i> (Lindley) Tohumlarının Çimlenmesinde <i>Bacillus zhangzhouensis</i> Bakteri Irkı ve GA<sub>3</sub>’ün Etkileri.....</b>	<b>330</b>
Şevket ALP, Arzu ÇİĞ, Muzaffer BAYRAM	
<b>The Role of Alternative Methods of Nutrient Medium Sterilization in Micropropagation of <i>Gardenia jasminoides</i>.....</b>	<b>342</b>
Elif Nur KABADAYI, Emrah ZEYBEKOĞLU, John L Griffis Jr., Mustafa Ercan ÖZZAMBAK	
<b>Farklı Jel Yapıcı Maddelerin <i>Haworthia cymbiformis</i> (Haw.) Duval Mikro Çoğaltımında Sürgün Rejenerasyonu ve Gelişimi Üzerine Etkisi.....</b>	<b>357</b>
Merve KABAKCI, Cansu DİNDAR, Uğur ŞİRİN, Mustafa Ercan ÖZZAMBAK	
<b>Daminozit (Alar 85) Uygulamalarının Sprey Kasımpatıda Bazı Kalite Kriterlerine Etkileri .....</b>	<b>371</b>
Serçin ÖZŞİŞMAN ERAKMAN, Emrah ZEYBEKOĞLU, Mustafa Ercan ÖZZAMBAK	
<b>Effects of AC Phosphatase Gene-Identified Rhizobacteria (PGPR) Strains on Flowering and Flower Quality in Geranium (<i>Pelargonium</i> sp.).....</b>	<b>380</b>
Akife DALDA ŞEKERCİ, Emel ÜNLÜ	
<b>Kesme Gül Melezleme İslahında Farklı Melez Kombinasyonlarında Meyve Tutumu, Tohum Sayısı ve Tohum Çimlenme Oranının Belirlenmesi.....</b>	<b>392</b>
Şüheda Basire AKÇA YILMAZ	
<b>Türkiye’de Süs Bitkisi Potansiyeli Olan Bazı Genetik Kaynaklarımızın Morfolojik Karakterizasyonu.....</b>	<b>405</b>
Gülden HASPOLAT, Ümran ŞENEL	
<b>Kesme Gül İslahında F<sub>1</sub> Genotiplerinin Yaprak Morfolojik Özellikleri.....</b>	<b>422</b>
Elçin Gözde ŞAHİN, Soner KAZAZ	
<b>Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Biyomonitör Bitkilerin Rolü.....</b>	<b>443</b>
Alperen MERAL, Hülya TORUN	
<b>İç Mekan Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Toprak Sorunları.....</b>	<b>453</b>
Ramazan MERAL, Yasin DEMİR	



## 'Samourai' Kesme Gül Çeşidinin Farklı Vazo Solüsyonlarıyla Vazo Ömrünün Uzatılması

### Extending the Vase Life of 'Samourai' Cut Rose Variety with Different Vase Solutions

 Ezgi DOĞAN MERAL<sup>1\*</sup>,  Soner KAZAZ<sup>2</sup>

#### Özet

Dünyada ticareti en fazla yapılan kesme çiçeklerin başında kesme gül yer almakta ve hem kıtalar içi hem de kıtalar arasında taşınmaktadır. Kesme güllerin vazo ömrü; iletim demetlerinin tıkanarak yeterli suyu çekememesi, boyun bükme, petallerde kararma ve solma, hastalık (özellikle kurşuni küf) vb. nedenlerle kısalmaktadır. Çiçeklerin vazo ömrü ise vazo solüsyonlarına ilave edilen koruyucu maddelerle uzatılabilmektedir. Çalışmada bitkisel materyal olarak *Rosa hybrida* türüne ait ülkemizde ticareti oldukça fazla yapılan kırmızı renkte çiçeklere sahip standart tip çiçekleri olan 'Samourai' çeşidi kullanılmıştır. Vazo solüsyonu olarak 4 farklı uygulama [ticari marka çamaşır suyu (%0.2, ACE: ürün bileşimi <5 Klor bazlı ağartıcı), Sodyum hipoklorit (75 mg L<sup>-1</sup>), Chrysal (%0.2) ve 8-hydroxyquinoline (200 mg L<sup>-1</sup>)] kullanılmış ve sonuçlar distile suyun kontrol olarak kullanıldığı uygulama ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada; çiçeklerin vazo ömrü, toplam vazo solüsyon alımı, oransal taze ağırlık, vazo ömrü süresince petal rengi, çiçek çapı ve vazo solüsyonlarındaki pH ve EC değişimleri ile mikrobiyal aktivite incelenmiştir. Çalışmamız %0.2 Chrysal (17.83 gün), %0.2 çamaşır suyu (17.75 gün), 200 mg L<sup>-1</sup> 8-hydroxyquinoline (12.42 gün), 75 mg L<sup>-1</sup> Sodyum hipoklorit (9.17 gün) içeren vazo solüsyonlarının, kontrol (8.0 gün)'e kıyasla çiçeklerin vazo ömrünü önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Sonuç olarak, piyasada ticari olarak kullanılan çamaşır suyunun, dünya kesme çiçek sektöründe ticari çiçek koruyucusu olarak kullanılan Chrysal ürünü kadar kesme gül çiçeklerinin vazo ömrünü uzattığı ve çiçek kalitesini koruduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Chrysal, çamaşır suyu, 8-HQ, kesme gül, vazo ömrü

#### Abstract

Cut roses are one of the most traded cut flowers in the world and are transported both within and between continents. The vase life of cut roses is shortened due to reasons such as blockage of vascular bundles and insufficient water absorption, neck bending, blackening and fading of petals, disease (especially lead mould), etc. The vase life of flowers can be prolonged with preservatives added to the vase solutions. In this study, 'Samourai' variety of *Rosa hybrida* species with standard type flowers with red coloured flowers, which is widely traded in our country, was used as plant material. Four different treatments [trademark bleach (0.2%, ACE: product composition <5 Chlorine-based bleach), sodium hypochlorite (75 mg L<sup>-1</sup>), Chrysal (0.2%) and 8-hydroxyquinoline (200 mg L<sup>-1</sup>)] were used as vase solutions and the results were compared with the control treatment of distilled water. In the study; vase life, total vase solution uptake, relative fresh weight, petal colour, flower diameter, pH and EC changes in vase solutions and microbial activity were investigated. Our study showed that vase solutions containing 0.2% Chrysal (17.83 days), 0.2% bleach (17.75 days), 200 mg L<sup>-1</sup> 8-hydroxyquinoline (12.42 days), 75 mg L<sup>-1</sup> sodium hypochlorite (9.17 days) significantly increased the vase life of flowers compared to control (8.0 days). In conclusion, it was determined that bleach, which is used commercially in the market, prolonged the vase life of cut rose flowers and preserved the flower quality as much as Chrysal, which is used as a commercial flower preservative in the world cut flower sector.

**Keywords:** Chrysal, bleach, 8-HQ, cut rose, vase life

## 1. Giriş

Dünya’da kesme çiçekler arasında ticareti yapılan en önemli türlerin başında kesme güller gelmektedir (Kazaz ve ark., 2019). Kesme güller, çiçek endüstrisinin en önemli ürünlerinden biri olup, hem estetik hem de ekonomik değer taşımaktadır. Hasattan sonra çiçeklerin kalitesinin korunması pazar ekonomisini oldukça etkilemektedir. Bu nedenle, kesme güllerin hasat sonu kalitesinin korunması ve vazo dayanıklılığının artırılması büyük bir öneme sahiptir.

Çok sayıda araştırma, çeşitli kimyasal katkı maddelerinin hasat sonrası su ilişkilerini ve kesme çiçeklerin vazo ömrünün uzatması üzerindeki yararlı etkilerini ortaya koymuştur (Nowak ve Rudnicki, 1990; Van Doorn, 1997). Kesme güllerde solgunluk, boyun bükme, petallerde kararma hasat sonrası kaliteyi etkilerken, vazo ömrünün azalmasının nedenlerinin başında ise çiçeklerin ksilem damarlarının tıkanması olduğu iyi bilinmektedir (Van Meetern ve ark., 2001). Kesme çiçeklerde ksilem borularının tıkanması çoğunlukla hava embolisinden (Van Ieperen ve ark., 2002) ve çözelti vazosunda gelişen mikroorganizmalar ve bunların kalıntılarından kaynaklanmaktadır (Loubaud ve Van Doorn, 2004, He ve ark., 2006).

Kısa süreli işlemlerle çiçeklerin vazo ömrünü uzatabilen koruyucular ticari faaliyetler için önemlidir. Karanfil ve Delphinium da dahil olmak üzere birçok kesme çiçek, vazo ömrünü uzatmak için gönderilmeden önce koruyucularla muamele edilmektedir (Ichimura ve ark., 2011; Kato ve ark., 2022). Güllerde en fazla kullanılan ticari ürün ise Chrysal’dır. Chrysal hasattan sonra kesme güllerin kalitesinin bozulma hızını yavaşlatarak çiçeklerin daha uzun süre raflarda kalmasını sağlamaktadır (Anonim, 2024).

Klor (örn. sodyum hipoklorit, sodyum dikloroizosiyanürik asit; DICA), metal tuzları (örn. alüminyum sülfat), kuaterner amonyum tuzları gibi çeşitli antimikrobiyal bileşiklerin ve kinolin esterlerinin (örneğin 8-hidroksikinolin; 8-HQ, 8-hidroksikinolin sülfat; 8-HQS) vazo suyundaki mikrobiyal gelişimi azaltabildiği ve çiçek ömrünü uzattığı bildirilmektedir (Halevy ve Mayak, 1981). Ancak, bu biyositlerin etkili konsantrasyonları çiçekler için toksik etki yapabilmektedir (van Doorn ve ark., 1990, Knee, 2000).

Bu çalışmada, sodyum hipoklorit, 8-hidroksikinolin (8 HQ), Chrysal ve çamaşır suyu içeren vazo solüsyonlarının ‘Samourai’ kesme gül çeşidinin vazo ömrünü uzatmaya yönelik etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışma, 2024 yılında, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait 1100 lüks ışık, %60±5 nispi nem, 20±2 °C sıcaklık ve 12 saat gün uzunluğu koşullarına sahip vazo ömrü odasında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak *Rosa hybrida* türüne ait ticari kesme gül çeşiti olan 'Samourai' kullanılmıştır. 'Samourai' çeşidi, Mayıs ayında Şanlıurfa'dan ticari topraksız kesme gül üretimi yapan bir firmadan (Mone tarım) temin edilmiştir.

Çiçekler karton kutularda oda sıcaklığında 5 saat nakliye süresi içerisinde vazo ömrü odasına taşınmıştır. Çiçek sapları dipten 35±1 cm uzunlukta kesilip, her bir vazoya 3 adet olacak şekilde 1000 ml vazo solüsyonu içeren cam vazolara yerleştirilmiştir. Vazo solüsyonu olarak %0.2 dozunda ticari bir çamaşır suyu (ACE; ürün bileşimi <5 Klor bazlı ağartıcı, ÇS), 75 mg L<sup>-1</sup> dozunda Sodyum hipoklorit (NaOCl, SH), 200 mg L<sup>-1</sup> dozunda 8-hydroxyquinoline (8-HQ), kesme çiçek sektöründe ticari çiçek koruyucusu olarak kullanılan Chrysal (Floral Chrysal Clear; CHRY) ürününün % 0.2 dozu ve kontrol olarak ise distile su kullanılmıştır. Tüm solüsyonlar deneme günü taze olarak hazırlanmıştır.

### 2.1. Vazo ömrü

Çiçeklerin vazo ömrü, kesme çiçeklerin vazo solüsyonlarına yerleştirildiği ilk günden, süs değerlerini kaybettikleri güne kadar geçen süre olarak ölçülmüştür (esas olarak petallerin %50'sinde solma, taç yaprak kahverengileşmesi, renk değişikliği, pedisel bükülme) (Van Doorn, 1997; Van ve ark., 2023).

### 2.2. Oransal taze ağırlık ve Toplam solüyon alımı

Çiçeksiz vazoların ve çiçeklerin ağırlıkları 3 günde bir ayrı ayrı ölçülerek kaydedilmiştir. Aralarındaki fark alınarak oransal taze ağırlık hesaplanmıştır. Oransal taze ağırlık (OTA) için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$OTA (\%) = (A_z/A_{z-0}) \times 100$$

burada  $A_z$   $z = 0, 1, 2, vb.$  günlerdeki gövde ağırlığı (g) ve  $A_{z-0}$  aynı gövdenin  $z = 0.$  gündeki ağırlığıdır (g) (He ve ark., 2006; Lü ve ark., 2010).

Toplam vazo solüsyon alımı çiçeklerin 0. Gün ile 18. Gün arasında aldıkları toplam vazo solüsyonu (g) olarak belirlenmiştir.

### 2.3. Mikrobiyal Gelişim

Sayımlar için vazo ömrünün son günü her bir tekerrürden 1 ml'lik numune alınmıştır. Toplam aerobik bakteri gelişimi için Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. PCA agar; 121 °C ve 1 atm' de 15 dakika boyunca otoklavlanmış ve ardından 45°C'ye soğutulmuştur. Homojenat

gerekli görüldüğünde  $10^{-7}$  kadar seyreltilmiştir. Bakterilerin besiyeri içinde oluşturdukları koloni morfolojilerini görmek ve uygun  $O_2$  koşullarında üremesini sağlamak amacıyla ‘Dökme plak yöntemi’ (Plak Besiyeri İçine Ekim) kullanılmıştır. Bu yöntemle PCA besiyerleri seyreltilmiş numune ile inoküle edilmiştir. 1 mL seyreltilmiş homojenat steril bir petri kabına konmuş ve hazırlanan PCA’dan 15 ml dökülmüştür. Homojen bir ortam oluşturmak için homojenat ve agar birleştirilmiştir.  $35^{\circ}C$ ’de 48 saatlik bir inkübasyon süresinin ardından petri kabındaki tüm koloniler sayılmış ve mililitre başına koloni oluşturan birim (CFU/mL) olarak ölçülmüştür.

#### **2.4. Çiçek Çapı**

Kesme güllere ait çiçeklerin çapları (mm) her uygulamadan alınan 3’er çiçekte ilk 9 gün, üçer gün arayla dijital kumpas yardımıyla belirlenmiştir.

#### **2.5. Petallerdeki Renk Değişimleri**

Bir renk ölçer (Lovibond; Spectrophotometre a sphere, Serie SP60) kullanılarak CIELAB değerleri belirlenmiş ve vazo ömrü süresince 3 günde bir renk değişimleri not edilmiştir.

#### **2.6. pH ve EC Değişimleri**

Her bir tekerrürdeki vazo solüsyonunun pH ve EC değerleri 3 günde bir ölçülerek kaydedilmiştir. Asitlik-baziklik değerlerin ölçümü için bir pH ölçer (HI 2211 HANNA Instruments RI/USA) kullanılırken, Elektriksel iletkenliği ölçmek için ise bir EC ölçer (Orion 3-Star, Thermo Scientific) kullanılmıştır.

#### **2.7. İstatistik Analiz**

Deneme 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 adet bitki olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Veriler SPSS programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan çoklu testi ( $P \leq 0.05$ ) ile karşılaştırılmıştır.

### **3. Bulgular ve Tartışma**

#### **3.1.Vazo Ömrü**

Çalışmada vazo ömrü bakımından uygulamalar arasında istatistiki anlamda önemli farklılıklar görülse de Chrysal uygulaması ile çamaşır suyu uygulaması aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En uzun vazo ömrü 17.83 gün ile %0.2’lik Chrysal uygulamasında belirlenirken bu uygulamayı sırasıyla 17.75 gün ile % 0.2 ‘dozunda çamaşır suyu ve 12.42 gün ile 200 mg L

<sup>1</sup> 8-HQ uygulaması izlemiştir. En kısa vazo ömrü ise 8.0 gün ile kontrol grubundan elde edilmiştir (Çizelge 1). Çözelti birim maliyetlerine bakıldığında ise kullanılan litre başına en yüksek maliyetin sodyum hipoklorit (NaOCl) uygulamasına ait olduğu, bu uygulamayı sırasıyla, 8-HQ ve Chysal uygulamalarının izlediği belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en düşük maliyet ise piyasada yaygın temizlik dezenfektanı olarak kullanılan çamaşır suyunda belirlenmiştir.

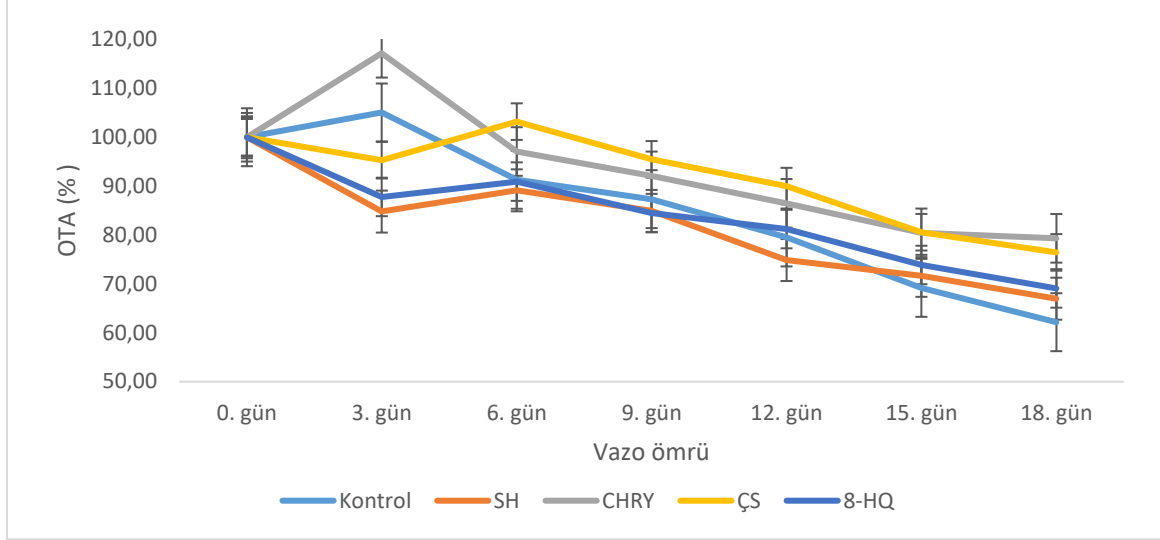
**Çizelge 1.** Farklı vazo solüsyonlarının ‘Samourai’ kesme gül çeşitinin vazo ömrüne etkisi

Uygulamalar	Vazo Ömrü (gün)	Çözelti birim maliyeti (₺/L)
Kontrol	8.0 c	0.00
Chrysal % 0.2	17.83 a	1.02
Çamaşır suyu % 0.2	17.75 a	0.12
Sodyum hipoklorit 75 mg L <sup>-1</sup>	9.17 c	69.0
8-hydroxyquinoline 200 mg L <sup>-1</sup>	12.42 b	2.17

p<0.05

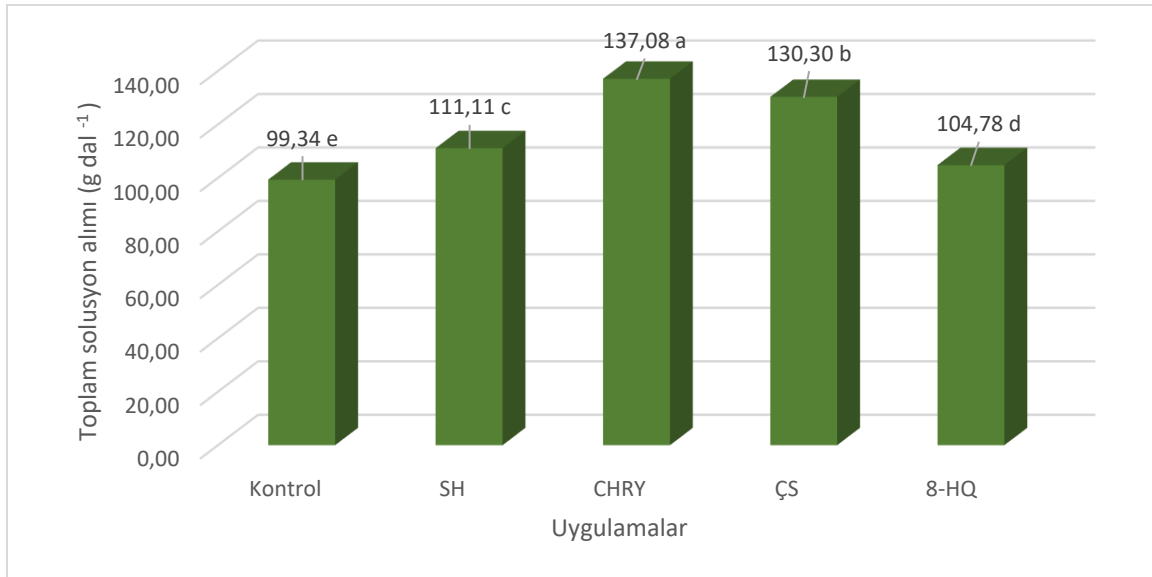
### 3.2. Oransal Taze Ağırlık ve Toplam Solüsyon Alımı

‘Samourai’ kesme gül çeşitinde 3. güne kadar Chrysal ve Kontrol uygulamalarında oransal taze ağırlıklarının arttığı ve 3. günün günün sonrasında ise giderek azaldığı, çamaşır suyu, SH ve 8-HQ uygulamalarında ise 3. güne kadar çiçeklerin oransal taze ağırlığında azalış görüldüğü, 3. gün ile 6. gün arasında hafif bir artış ve 6. günden sonra ise çiçeklerin oransal taze ağırlığının giderek düşüşe geçtiği belirlenmiştir (Şekil 1). İlk 3 günde en fazla ağırlık artışı %17.18 ile Chrysal uygulamasında görülse de, 6. günde çamaşır suyu uygulaması oransal taze ağırlığında %8.27 oranında bir yükseliş göstermiştir. Buna karşılık 0. günden vazo ömrünün sonuna kadar yani 18. günde en fazla oransal taze ağırlık kaybı (%37.84) kontrol uygulamasında; en az oransal taze ağırlık kaybı ise Chrysal (%20.68) ve çamaşır suyu (%23.56) uygulamalarında belirlenmiştir.



**Şekil 1.** Farklı vazo solüsyonlarının 'Samourai' kesme gül çeşitinde oransal taze ağırlık değişimi üzerine etkisi (SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline).

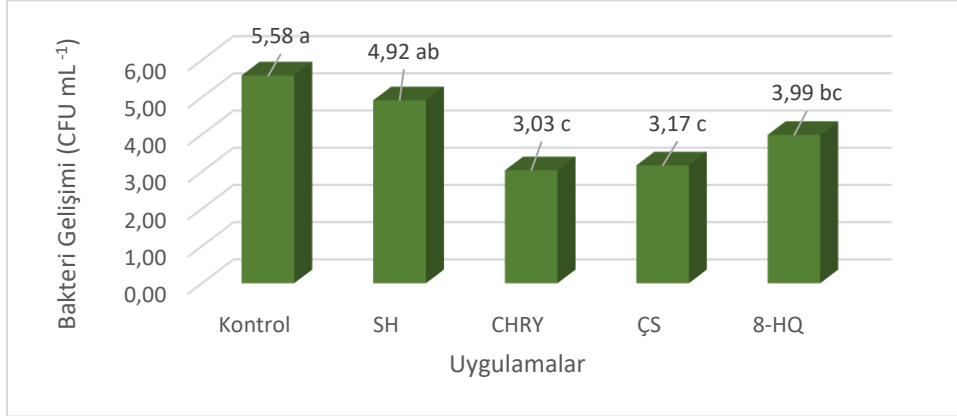
Vazo ömrü sonuçları açısından solüsyon alımı ile ilgili benzer bulgular elde edilmiş ve toplam solüsyon alımı bakımından uygulamalar arasında istatistiki anlamda önemli farklılıklar görülmüştür. En yüksek toplam solüsyon alımı Chrysal uygulamasında ( $137,08 \text{ g dal}^{-1}$ ) belirlenirken bu uygulamayı çamaşır suyu uygulaması ( $130,30 \text{ g dal}^{-1}$ ) izlemiştir. (Şekil 2). En düşük solüsyon alımı ise kontrol grubunda belirlenmiştir.



**Şekil 2.** Farklı vazo solüsyonlarının 'Samourai' kesme gül çeşitinde toplam vazo solüsyonu üzerine etkisi (SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline).

### 3.3. Mikrobiyal Gelişim

Toplam bakteri sayısının vazo ömrü ve toplam vazo solüsyon alımı gibi parametrelerle paralel özellik gösterdiği belirlenmiş ve istatistiki olarak uygulamalar arasında farklılıklar gözlemlenmiştir ( $p \leq 0.05$ ). Uygulamalar arasında en yüksek bakteri gelişimi 5.58 CFU ml<sup>-1</sup> ile kontrol grubunda belirlenirken bu uygulamayı 75 mg L<sup>-1</sup> dozundaki sodyum hipoklorit uygulaması takip etmiştir. Mikrobiyal gelişim açısından en iyi sonuç 3.03 CFU ml<sup>-1</sup> ile Chrysal uygulaması ve 3.17 CFU ml<sup>-1</sup> ile Çamaşır suyu uygulamasında kaydedilmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Farklı vazo solüsyonlarının ‘Samourai’ kesme gül çeşitinde bakteri gelişimi (SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline).

### 3.4. Çiçek Çapı

‘Samourai’ kesme güllerin çiçek çapları ilk 9 gün (kontrol grubunun vazo ömrü süresince) dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Farklı solüsyonların kesme güllerde çiçek çapı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P \leq 0.05$ ). İlk 3 günlük süreçte tüm uygulamaların ortalama çiçek açılım oranı kontrole göre düşük bulunmuştur. Denemede en yüksek çiçek çapı oranı kontrol grubunda belirlenirken, en düşük çiçek çapı açım oranı sırasıyla 8-HQ, Chrysal ve Çamaşır suyu uygulamalarındaki çiçeklerde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çalışmada ‘Samourai’ kesme gül goncalarında vazo ömrü süresince açılma görülmüş ancak bu açılma oranı ilk 3 günde 8-HQ, Chrysal ve Çamaşır suyu uygulamaları ile yavaşlamıştır.

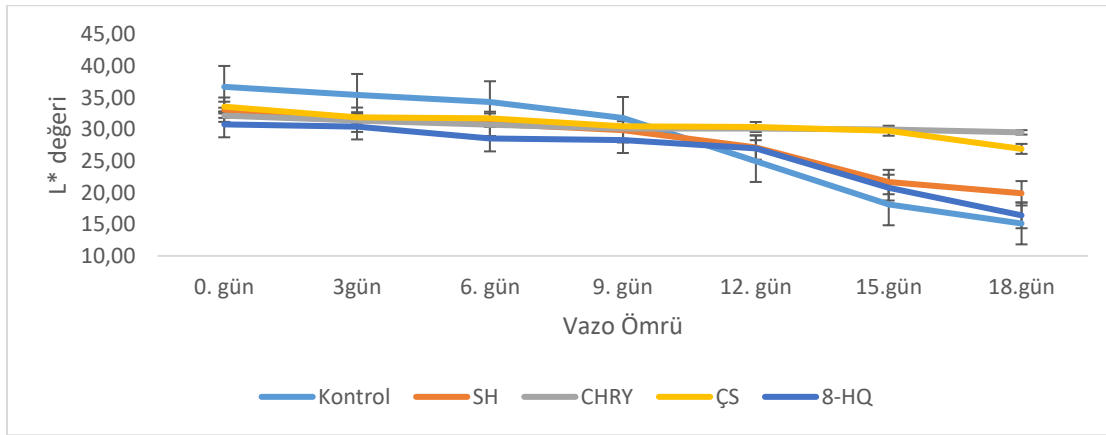
**Çizelge 2.** Farklı vazo solüsyonlarının Samourai' kesme gül goncalarında çiçek açılım oranları üzerine etkileri (mm)

Uygulamalar	Çiçek Çapı (mm)				Çiçek açılım oranı (%)		
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	0-3 gün	3-6 gün	6-9 gün
Kontrol	44.41 d	71.33 ab	83.36 c	92.29 c	60.61 a	16.87 c	10.72 b
SH	43.90 d	70.00 bc	94.42 a	98.08 a	59.44 a	34.90 a	3.88 c
CHRY	51.00 b	68.98 c	76.02 d	90.10 d	35.25 b	10.21 d	18.53 a
ÇS	53.38 a	72.54 a	87.29 b	95.20 b	35.88 b	20.34 b	9.06 b
8-HQ	46.62 c	61.51 d	70.90 e	83.63 e	31.93 c	15.27 c	17.96 a

( $P \leq 0.05$ ). (SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline).

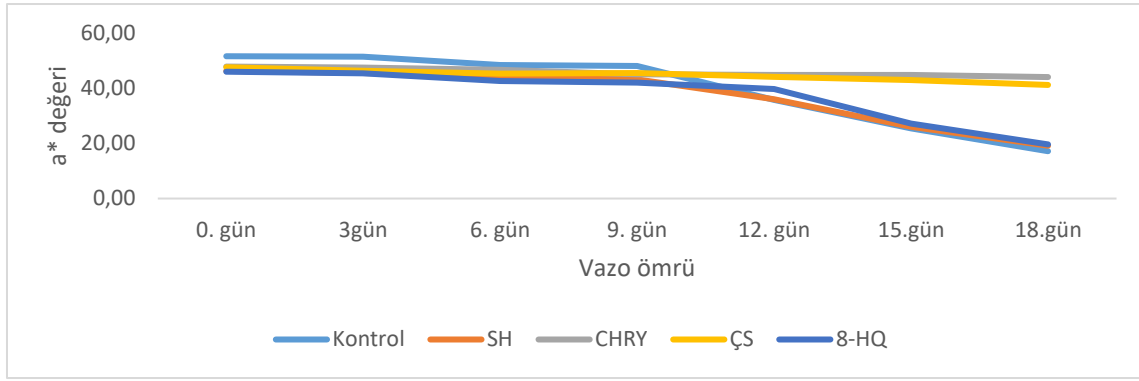
### 3.5. Petallerdeki Renk Değişimleri

Kırmızı rekli çiçeklere sahip olan 'Samourai' ye ait renk değişimleri vazo solüsyonlarına göre farklılık gösterebilir vazo ömrünün son gününe kadar tüm uygulamalarda  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinde düşüş görülmektedir (Şekil 4a, 4b, 4c). Uygulamalara ait çiçeklerin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri incelendiğinde en az değer kaybının Chrysal ve Çamaşır suyu uygulamalarında olduğu en fazla değer kaybının ise kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4a, 4b, 4c).

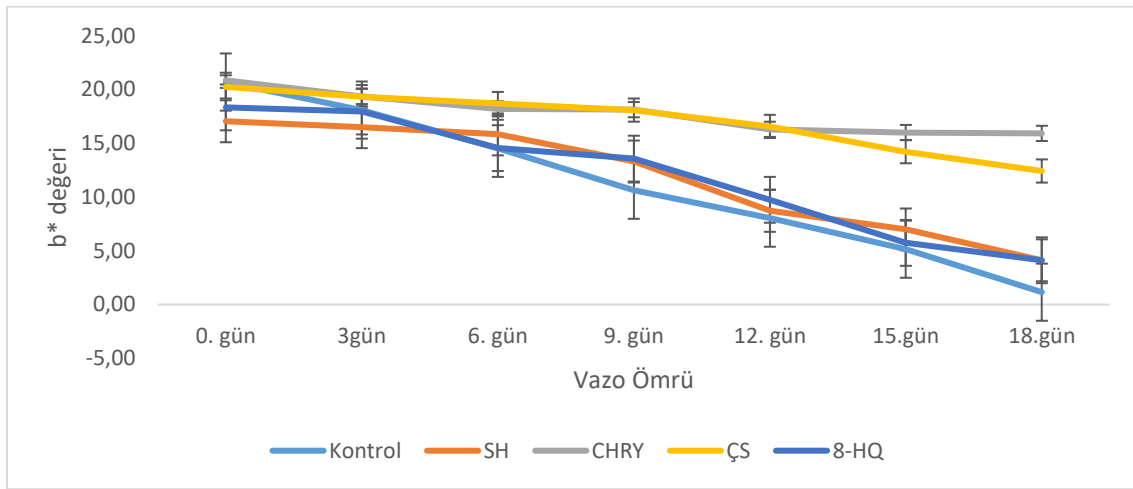


**Şekil 4a.** Farklı vazo solüsyonlarının Samourai' kesme gül çeşitinin petallerindeki 'L\* değeri' üzerine etkisi (SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline).





**Şekil 4b.** Farklı vazo solüsyonlarının 'Samourai' kesme gül çeşitinin petallerindeki 'a\* değeri' üzerine etkisi (SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline).



**Şekil 4c.** Farklı vazo solüsyonlarının 'Samourai' kesme gül çeşitinin petallerindeki 'b\* değeri' üzerine etkisi (SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline).

### 3.6. pH ve EC değişimleri

Vazo ömrü boyunca pH ve EC' deki değişimler Çizelge 3'te verilmiştir. İlk 3 günde çamaşır suyu ve Chrysal uygulamalarında pH düşerken, diğer tüm uygulamalarda pH artmıştır. Vazo ömrünün son gününde ise tüm uygulamaların pH ve EC değerlerinde yükseliş olduğu belirlenmiştir. Vazo ömrünün pH değerleri 3.32 (Chrysal) ile 7.64 (kontrol) arasında değişirken, EC değerleri ise 76.90 (8-HQ) ile 389.0 (çamaşır suyu) arasında farklılık göstermiştir (Çizelge 3).

### Çizelge 3. Farklı vazo solüsyonlarının vazo ömrü süresince pH ve EC değerleri

Uygulama	0. gün		3. gün		6. gün		9. gün		12. gün		15. gün		18. gün		Değişim	
	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC
Kontrol	7,38	260,10	7,41	267,90	7,46	280,06	7,48	290,52	7,48	306,0	7,58	317,50	7,64	329,0	-0,26	-68,9
SH	5,62	53,13	5,89	67,58	5,90	73,04	5,91	78,04	5,92	84,30	6,21	90,03	6,23	94,51	-0,62	-41,4
CHRY	3,40	365,67	3,26	348,33	3,32	341,33	3,33	332,67	3,32	335,33	3,32	345,67	3,32	374,0	0,08	-8,3
ÇS	7,79	290,34	7,32	320,00	7,44	340,67	7,15	357,00	7,54	375,33	7,48	381,67	7,02	389,0	0,77	-98,7
8-HQ	6,18	14,35	6,37	20,19	6,53	28,51	5,99	37,69	6,65	49,92	6,60	63,87	5,64	76,90	0,54	-62,6

SH; sodyum hipoklorit, CHRY: Chrysal, ÇS: çamaşır suyu, 8-HQ: 8-hydroxyquinoline

## 4. Tartışma

Hasattan sonra petallerindeki su dengesinin kolayca bozulmasından dolayı kesme güller su stresine karşı oldukça hassastırlar Ayrıca, kesme güller mikrobiyolojik damar tıkanıklığına neden olan biyotik stresten etkilenebilmektedir (Van Doorn ve ark., 1989).

Çalışmamız sadece ‘Samourai’ kesme gülünün hasattan sonra su alımını değil, aynı zamanda kesme güllerin su ilişkilerinin vazo çözeltilisine katkı maddeleri eklenerek iyileştirilebileceğini de ortaya koymaktadır. Çiçeklerin ticari bir vazo koruyucusu olan Chrysal içine yerleştirilmesi vazo ömrünü iki katından fazla arttırmıştır (Çizelge 1). Çalışmamız Chrysal ürününün kesme gardenyaların vazo ömrünü iki kattan fazla arttırdığı sonucunu bildiren Çelikel ve ark., (2019) ile tutarlıdır. Ticari çiçek koruyucuları genel olarak bir biyosit, bir karbonhidrat kaynağı ve bir asitleştirici maddenin bir araya getirilmesi ile oluşturulur (Çelikel ve ark., 2019). Karbonhidratlar, özellikle çiçek ve çiçek sapları için enerji ve besin kaynağı olup çiçek ve çiçek saplarının kalitesinin uzun süre devam etmesini sağlarken vazo ömrünü uzatır (Reid ve Jiang, 2012; Çelikel, 2015). Ayrıca goncaların gelişim ve açılımları için bir karbonhidrat kaynağına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Cho ve ark., 2001; Çelikel ve Reid, 2002). Aynı şekilde biyositler ve asitleştirici maddeler vazo içerisindeki mikrobiyal gelişimi azaltarak suyun temiz kalmasını ve su alımının devam etmesini sağlamaktadır. Çalışmamızda Chrysal uygulamasının gerek su alımı gerek bakterilerin gelişiminin sınırlaması bunların sonucunda ise çiçeklerin vazo ömrünün diğer uygulamalara göre daha fazla olması ve çiçeklerin kalitesinin korunmasının nedeni olarak içeriğindeki maddelerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Özellikle piyasadaki çamaşır sularının içeriğinde dezenfektan olarak sodyum hipoklorit, pH düzenleyici olarak sodyum hidroksit ve stabilizör olarak sodyum klorür bulunmaktadır. Çalışmamızda kullanılan %0.2 dozundaki çamaşır suyunun kesme güllerde vazo ömrünü kontrole göre iki kattan fazla arttırdığı, mikrobiyal gelişimi azaltarak su alımını ve taze ağırlığı koruyup, çiçek kalitesinin uzun süre koruduğu belirlenmiştir. Yapılan literatür araştırmalarında

da kullanılan uygun doz çamaşır sularının kesme çiçeklerde vazo ömrünü arttırdığı bildirilmiştir (Reid ve Reid, 2000, Dole ve Wilkins, 2005). Çamaşır suyu içerisindeki sodyum hipoklorit, su içerisindeki bakterilerin çoğalmasını engelleyerek ksilem borularının bakteriler tarafından tıkanması önlemiş ve su alımının devam etmesini sağlayarak çiçeklerin kalitesinin uzun süre korunmasını sağlamıştır. Bu etkinin bilimsel temelleri üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Örneğin, bir çalışmada, vazo suyuna eklenen düşük miktarda sodyum hipokloritin, güllerin vazo ömrünü %20'ye kadar uzattığı belirtilmiştir (Jones, 2001). Başka bir çalışmada, mikroorganizmaların vazo suyunda hızlı bir şekilde çoğaldığı ve çiçeklerin ömrünü kısalttığı, ancak çamaşır suyu gibi dezenfektanların bu süreci yavaşlattığı gözlemlenmiştir (van Doorn ve Reid, 1995).

Sodyum hipoklorit (NaOCl) basit ama etkili bir biyosittir ve bu nedenle kesme çiçekler için vazo solüsyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Van Doorn ve ark., 1989, 1990; Van Doorn, 1997; Knee, 2000; Faragher ve ark., 2002). Ancak çalışmamızda kesme gül çiçeklerinde  $75 \text{ mg L}^{-1}$  NaOCl' nin çiçek su ilişkileri ve vazo ömrü üzerinde çok az etkisi olmuş ya da hiç olmamıştır (Çizelge 1, Şekil 2), bu da çalışmada kullanılan dozun kesme gül çiçekleri üzerinde su alımını arttırmadığı, mikrobiyal aktivitenin gelişimini azaltıcı etki göstermeyerek vazo ömrünü kısalttığı ve çiçeklerin kalitesinin kısa sürede bozulmasına neden olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda, 8-HQ kesme çiçeklerinin vazo ömrü süresince normal çiçek açabildiği ve kontrole göre vazo ömrünü 4.42 gün arttırdığı belirlenmiştir. Fungisit olarak 8-HQ sadece mikroorganizmaların neden olduğu damar tıkanıklığını önlemekle kalmayıp, çiçek kalitesini de kontrol grubuna göre korumuştur. Nitekim yapılan çalışmalarda da 8-HQ' nin çiçek çapını önemli ölçüde koruduğuna, taze ağırlığın azalma hızını yavaşlattığı ve çiçeklerin vazo ömrünü arttırdığı bildirilmektedir (Kim ve Lee, 2002; Sun ve ark., 2022). Çiçeklerde uzun süre depolamanın sonucunda açılma işlemi doğal bir süreçtir (Halevy ve Mayak 1981). Çiçek açımında görülen yavaşlamanın bu uygulamaların çiçek açım metabolizmasını yavaşlatmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

## 5. Sonuçlar

Çalışma sonucunda ticari olarak yüzey temizliği için kullanılan çamaşır suyunun en az dünyada kesme çiçek sektöründe ticari çiçek koruyucusu olarak kullanılan 'Chrysal' ürünü kadar 'Samourai' kesme gül çiçeklerinin vazo ömrünü uzattığı ve çiçek kalitesini koruduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, gerek çamaşır suyunun maliyetinin düşük olması gerekse düşük konsantrasyonlarda kesme çiçeklerin vazo ömrünü uzatmada etkili olabileceği ve bu ürünün tedarikinin daha kolay olması nedeniyle kesme güllerin hasat sonunda potansiyel bir çiçek koruyucusu olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

## **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde poster sunum olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

Anonim, (2024).<https://www.chrysal.com/> Erişim Tarihi: 14.08.2024.

Cho, M.C., Çelikel, F.G., Dodge, L. (2001). Sucrose Enhances the Postharvest Quality of Cut Flowers of *Eustoma grandiflorum* (RAF.). *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, pp. 305–315.

Çelikel, F. G., Reid, M. S., & Jiang, C. Z. (2019). Postharvest handling of cut flowers and potted plants. *Horticultural Reviews*, 47, 197-240.

Çelikel, F.G. (2015). Post-harvest physiology of flowers from the family gentianaceae. In: Ryczyński, J.J., Davey, M.R., Mikuła, A. (Eds.), *The Gentianaceae- Volume 2: Biotechnology and Applications*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 287–305.

Çelikel, F.G., Reid, M.S. (2002). Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). *HortScience* 37, 144–147.

Dole, J.M., Wilkins, H.F. (2005). *Floriculture: Principles and Species*. Prentice Hall.

Faragher, J., Slater, T., Joyce, D., Williamson, V., (2002). Postharvest Handling of Australian Flowers From Australian Native Plants and Related Species, a Practical Workbook. *Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC) Barton, ACT, Australia.*

Halevy, A.H., Mayak, S., (1981). Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. *Horticulture Reviews*, 3, 59–153.

He, S., Joyce, D.C., Irving, D.E., Faragher, J.D. (2006). Stemend blockage in cut *Grevillea* ‘CrimsonYul-lo’ inflorescences. *Postharvest Biology and Technology*, 41,78–84.

Ichimura, K., Shimizu-Yumoto, H., Shibuya, K., Mochizuki, H. (2011). Investigation of the vase life of cut flowers in different seasons. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.*, 11, 49–65.

Jones, R. B. (2001). Postharvest Handling of Cut Flowers. *HortTechnology*, 11(2), 241-246.

Kazaz, S., Ergür, E.G., Kılıç, T., Korkut, S.S. (2019). Effects of some preservative solutions on the vase life of cut rose flowers, *Acta Horticulturae*, 1232, 93-98.

Kato, M.; Kanda, M.; Ichimura, K. (2022). Effects of pulse treatments with sucrose, silver thiosulfate and calcium chloride on the vase life and soluble carbohydrate and aurone levels in cut snapdragon flowers. *Hortic. J.* 91, 112–121.

- Kim, Y., Lee, J.S. (2002). Changes in bent neck, water balance and vase life of cut rose cultivars as affected by the preservative solution. *J.Korean Soc. Hortic. Sci.* 43, 201–207.
- Knee, M. (2000). Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biology Technology*. 18, 227–234.
- Loubaud, M., VanDoorn, W.G. (2004). Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, Astilbe, and Viburnum. *Postharvest Biology and Technology*, 32 (3),281–288.
- Lü, P., Cao, J., He, S., Liu, J., Li, H., Cheng G., Ding Y., Joyce, D.C. (2010). Nanosilver pulse treatments improve water relations of cut rose cv. Movie star flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 57:196–202
- Nowak, J., & Rudnicki, R. M. (1990). *Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants*. Springer, Timber Press.
- Reid, B.J., Reid, M.S., (2000). The Role of microbial growth in the vase life of cut flowers. *Acta Horticulturae*.,517, 223-229.
- Reid, M. S. (2012). Postharvest handling and treatment of cut flowers. *Horticultural Reviews*, 40, 169-201.
- Sun, J., Guo, H., Tao, J. (2022). Effects of Harvest Stage, Storage, and Preservation Technology on Postharvest Ornamental Value of Cut Peony (*Paeonia lactiflora*) Flowers. *Agronomy*, 12, 230.
- Van Doorn, W. G. (1997). Water relations of cut flowers. *Horticultural Reviews*, 18, 1-85.
- van Doorn, W. G., Reid, M. S. (1995). Flower Opening and Senescence. *Horticultural Reviews*, 17, 1-15.
- van Doorn, W.G., de Witte, Y., Perik, R.R.J., (1990). Effect of antimicrobial compounds on the number of bacteria in stems of cut rose flowers. *J. Appl. Bacteriol.* 68, 117–122.
- Van Doorn, W.G., Schurer, K., De Witte, Y., (1989). Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. *Journal of Plant Physiology*. 134, 375–381.
- Van Ieperen,W., VanMeeteren, U.,Nijse, J., (2002). Embolism repair in cut flower stems:a physical approach. *Postharvest Biology and Technology*, 25(1),1–14.
- VanMeetern, U.,VanIberen, W., Nijse,J., Keijzer,K. (2001). Processes and xylem antimicrobial properties involved in dehydration dynamics of cut flowers. *ActaHorticulturae*, 543, 207–211.

Van, Y., Wen, C., Gong, L., Zeng, H., Wang, C. (2023). Neoagaro-oligosaccharides Improve the Postharvest Flower Quality and Vase Life of Cut Rose 'Gaoyuanhong', *HortScience*,, 58(4): 404-409.

## Bazı Doğal Bitki Taksonlarının Araziden Bahçeye Transferi: Karadeniz Teknik Üniversitesi Uygulaması \*

### Transfer of Certain Natural Plant Taxa from Field to Garden: Karadeniz Technical University Application

 Cengiz ACAR<sup>1</sup>,  Türker Oğuztürk<sup>2,\*</sup>

#### Özet

Otsu perennial (çok yıllık) bitkiler, tarihi eski zamanlara dayanan kültürler öncesi bir uygulama olan perennial bahçelerin vazgeçilmez öğeleridir. Bu uygulamanın tarihi, spesifik bir kişi ya da kültüre atfedilemeyen, ancak çeşitli toplumlar tarafından benzersiz şekillerde hayata geçirilmiş zengin bir geçmişe sahiptir. Bu bahçelerde takson çeşitliliğini artırmak için yüksek rakımlardaki doğal bitkilerin kullanımı etkilidir. Fakat yüksek rakımlardaki bitkilerin düşük rakımlara taşınması zor ve dikkat gerektiren detaylara sahiptir. Bu çalışmada 1045 m ile 2027 m arasında yükseklikten doğal bitkilerin sökülerek Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) serasına taşınmıştır. Bu otsu perennial bitkilerin sökülme işlemleri, taşıma işlemleri ve çoğaltılma işlemleri sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Taşıma işlemleri sırasında 40 kök bitki kökleri sarılarak, 20 kök bitki ise sökülen kökler sarılmadan taşınmıştır. Taşınan bitkilerden hayatta kalan bireyler rizomlarından bölünerek fidan poşetlerine dikilmiştir. Bu çalışma yüksek rakımdan düşük rakıma taşınan bitkilerin nakil yöntemlerinin standartlaştırılması ve benzer çalışmalara yol gösterici olmak için yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal taksonlar, otsu taksonlar, çok yıllık bitki, nakil.

#### Abstract

Herbaceous perennials are indispensable elements of perennial gardens, a pre-cultural practice dating back to ancient times. The history of this practice cannot be attributed to a specific person or culture, but has a rich past that has been implemented in unique ways by various societies. The use of natural plants at high altitudes is effective in increasing taxon diversity in these gardens. However, the transportation of plants at high altitudes to lower altitudes is difficult and requires attention to detail. In this study, natural plants were uprooted from an altitude between 1045 m and 2027 m and transported to the Karadeniz Technical University (KTU) greenhouse. The uprooting, transportation and propagation processes of these herbaceous perennials were carried out sequentially. During the transportation process, 40 root plants were transported with their roots wrapped, and 20 root plants were transported without their uprooted roots wrapped. The surviving individuals from the transported plants were divided from their rhizomes and planted in seedling bags. This study was conducted to standardize the transportation methods of plants transported from high altitude to low altitude and to guide similar studies.

**Keywords:** Natural taxa, herbaceous taxa, perennial plant, transplantation.

Geliş Tarihi: 13.08.2024 Düzeltme Tarihi: 11.10.2024, Kabul Tarihi: 13.11.2024

Adres:<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, E-mail: cenland2@gmail.com

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü E-mail: turker.oguzturk@erdogan.edu.tr

\*Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda "Doğal ve Egzotik Bazı Perennial Bitkilerin Trabzon Koşullarında Gelişimlerinin Belirlenmesi" isimli doktora tezinden üretilmiştir. Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.



## 1. Giriş

Özel olarak tasarlanmış perennial (çok yıllık bitkiler) bahçeler, bitkilerin sağlığı, verimliliği, büyüme hızları ve hastalıklara ile zararlılara karşı dayanıklılıkları gibi çeşitli özelliklerinin incelenmesi amacıyla kullanılan bahçelerdir (Smith, 2015). Karl Foerster ile özdeşleşen “perennial bahçe” kavramı, bitkilerin estetik değerlerini vurgulamak, test etmek ve değerlendirmek için özenle hazırlanmış alanları tanımlar (Kośmicki, 2019).

Otsu perennial bitkiler, tarihi eski zamanlara dayanan kültürler öncesi bir uygulama olan perennial bahçelerin vazgeçilmez öğeleridir. Bu uygulamanın tarihi, spesifik bir kişi ya da kültüre atfedilemeyen, ancak çeşitli toplumlar tarafından benzersiz şekillerde hayata geçirilmiş zengin bir geçmişe sahiptir. Daimi bahçelerin tasarımı, zaman içerisinde evrilen ve kendini yenileyen bir yaklaşımın ürünüdür. Bu yaklaşımın gelişimindeki en belirgin etkenlerden biri, endüstriyel ilerlemenin yol açtığı yoğun şehirleşme sürecinde insanların doğayla olan ilişkilerini koruma istekleri olmuştur (Manjılı, 2017).

19. yüzyılın ortalarında Almanya başta olmak üzere birçok ülkede yaşanan hızlı sanayileşme, şehirlerin büyümesini tetiklemiş ve dikkate değer sanayi başarılarına imza atılmasına zemin hazırlamıştır. Bu dönemde kent tasarımlarında bitki örtüsüne yönelik yaklaşımlar önemli değişiklikler geçirmiş, şehirsiz peyzajlarda bitkisel düzenleme ve çeşitliliğe daha az önem verilmiştir. Bu eğilim, o dönemde şehirlerdeki yeşil alanların yapısını önemli ölçüde etkilemiştir (Oudolf ve Kingsbury, 2013).

19. yüzyıldaki değişimler, insanların doğal ortamlardan uzaklaşmasına ve doğayla olan ilişkilerinin zayıflamasına neden olmuştur. Kentsel alanlarda perennial bahçeler ise bu duruma bir yanıt olarak ortaya çıkmış, insanların doğayla tekrar bağ kurma arzusunu yansıtmış ve doğanın sunduğu dengeyi ve huzuru yeniden deneyimleme fırsatı sunmuştur.

Bu amaç doğrultusunda, yeni metotlar ve fikirler ortaya çıkmıştır. Türkiye’deki kadar zengin bitki çeşitliliğine sahip olmayan Avrupa’nın kentleşmiş bölgelerinde, insanların dinlenme ve eğlence ihtiyaçlarını karşılayacak ve bitki taksonlarının çeşitliliğini genişletecek yaklaşımlar benimsenmiştir. Bu stratejiler, dağlık alanlardaki doğal öğeleri şehir merkezlerine entegre etmeyi hedefleyerek “perennial garden” kavramını kullanmışlardır (Rainer ve West, 2015).

Kentsel mekanlarda doğayla teması artırmak ve kullanıcıları teşvik etmek için peyzaj tasarımında sıkça kullanılan bir strateji, tasarımlarda otsu perennial bitkilere yer verilmesidir. Bu bitkilerin seçilmesinin nedenleri arasında, bu tür bitkilerin kuru ve açık şehir koşullarına olan yüksek toleransları, sağlamlıkları ve mevsimlere göre değişen dikkat

çekici görünüşleri yer alır. Bu özellikler, kamusal alanları canlandırarak ziyaretçilere zengin doğa deneyimleri sağlama kapasitesine katkıda bulunur (Messer, 2009).

Perennial bahçeler, ziyaretçilere çeşitli bitki taksonlarıyla tanışma fırsatı sunar ve iklim koşullarına uyum sağlayan bitki topluluklarının performanslarını inceleme olanağı sağlamayı amaçlar (Smith, 2015).

Perennial bahçelerde doğal taksonların kullanılmasının birçok faydası vardır. Doğal bitkiler ekolojik ve kültürel olarak buldukları yörenin özelliklerini yansıtmaktadırlar. Egzotik taksonların getirilerek sadece bu taksonlarla tasarımlar yapılması ekonomik ve ekolojik birçok sorunu beraberinde getirmektedir.

Önümüzdeki yüzyıllık süreç içerisinde karasal bitki örtüsünde ciddi ekolojik değişiklikler meydana geleceğini ve bu süreçte nesli tükenme riski altında olan bitki taksonlarının sayısının hızla artacağını tahmin ediyorlar (İbrahim vd., 2013). Bu doğrultuda kentsel alanlarda perennial bahçelerin kurulması ve bu alanlarda kullanılan bitki materyalleri arasında doğal taksonlara yer verilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Doğal taksonlar generatif ve vejetatif yöntemlerle çoğaltılarak kullanılabilir fakat bu süreç oldukça uzun bir zaman alabilir. Zaman kaybını azaltmak için doğal bitkilerin araziden sökülüp kentsel alanlarda kültüre alınması ve bu alanlarda geliştirilip çoğaltılması etkili bir yöntem olacaktır. Bitki taşıma yöntemlerinin de kendi içinde dikkat edilmesi gereken özellikleri bulunmaktadır.

Peyzaj uygulamalarında kullanılacak bitkilerin transplasyon yöntemiyle farklı noktalardan sökülerek çalışma alanına getirilen bitki, istenilen görünümün hızla elde edilmesini sağlar. Ancak, yetişkin bitkilerin yerlerinden çıkarılması, yeni bir alana nakledilmesi ve dikilmesi esnasında, bitkilerin yaşam şartlarında meydana gelen değişiklikler, yanlış taşıma teknikleri ve elverişsiz iklim koşulları nedeniyle önemli oranda bitki kaybı yaşanabilmektedir (Özyurt Ökten ve Pehlivan, 2021). Bu çalışmanın amacı perennial bahçe kurulumu için gerekli olan doğal bitki taksonlarının seçilmesi ve uygulama alanına aktarılması için gerekli yöntemlerin standardize edilmesi için yapılmıştır. Bu doğrultuda; Doğal Bitki Taksonlarının Alınacağı Yerlerin Seçimi ve Örneklenmesi, Yetiştirme Ortamlarında Kullanılan Doğal Bitkilerin Seçilmesi, Doğal Bitki Taksonlarının Temini ve Kültüre Alınması” çalışmaları incelenerek gerekli adımlar detaylarıyla anlatılmıştır. Bu çalışma benzer çalışmalara yol gösterici olmak ve gelecekte yapılacak benzer transplantasyon (nakil) çalışmaları sırasında karşılaşılabilecek sorunların önüne geçilebilmesi için yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada, doğal yayılış gösterdikleri alanlardan sökülerek Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) serasına taşınan 3 doğal takson, bitki materyallerini oluşturmaktadır. Arazi çalışmalarında, 1045 metre ile 2027 metre arasında değişen *yüksekliklerden Carex pendula* Huds., *Geranium platypetalum* Fisch.et Mey, *Geranium psilostemon* Ledeb. perennial otsu taksonlar toplanmıştır. Doğal taksonların yanı sıra çalışmada sökümler malzemeleri olarak, bel küreği, kazma, el küreği, çapa ve bitki nakil malzemeleri olarak; kök filesi, farklı boyutlarda polietilen fidan poşeti ve plastik kasalar kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntem

Çalışmanın yöntemi 3 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla; Doğal Bitki Taksonlarının Alınacağı Yerlerin Seçimi ve Örneklenmesi, Yetiştirme Ortamlarında Kullanılan Doğal Bitkilerin Seçilmesi, Doğal Bitki Taksonlarının Temini ve Kültüre Alınması şeklinde sıralanmaktadır.

#### 2.2.1. Doğal Bitki Taksonlarının Alınacağı Yerlerin Seçimi ve Örneklenmesi

İlk aşama olarak, doğal bitkilerin toplanacağı yerlerin belirlenmesi ve seçilmesini içerir. Bu yerler ekolojik önemlerine ve hedef türlerin varlığına göre seçilmiştir. Bu çalışmanın uygulamasını kolaylaştırmak için “Arazide bitki inceleme” formu oluşturulmuştur. Bu formun oluşturulmasında ve çalışma metodunun geliştirilmesinde Acar (1997) eserinden faydalanılmıştır.

#### 2.2.2. Yetiştirme Ortamlarında Kullanılan Doğal Bitkilerin Seçilmesi

İkinci aşama, yetiştirme ortamlarında kullanılacak doğal bitkilerin seçim kriterlerini içermektedir. Seçim kriterleri arasında taksonların deneme koşullarına uyumu ve ekolojik önemleri yer alır. Bu aşama, seçilen bitkilerin amaçlanan araştırma ve gelişim hedefleri için uygun olmasına olanak sağlar. Bu çalışmada doğal bitkilerin seçimi için belirlenen öncelikli kriterler aşağıda verilmiştir (Şekil 1).

**Morfolojik ve Estetik Özellikler:** Doğal yayılış bölgelerinde estetik değerleri yüksek ve diğer bitkilerle karşılaştırıldığında morfolojik açıdan farklılık gösteren, çevresinde dikkat çeken ve bir yıllık vejetasyon periyodunda bu özelliklerini koruma kapasitesine sahip bitkiler

tercih edilmiştir. Örneğin, tematik katman için estetik açıdan çekici çiçekleri olan ve uzun süreli çiçek açma özelliğine sahip bitkiler seçilmiştir.

Ölçü ve kapladıkları alan açısından: Araştırmamızda tanımlanan katman yapılarına uygun boyut ve çap özelliklerine sahip bitkilerin kullanılması, katmanlarımızın karakteristik özelliklerini yansıtacak şekilde düzenlenmiştir. Örneğin, yer örtücü katman için 0-30 cm arasında boyuna ulaşan ve yoğun kapalılık sağlayan hızlı büyüyen bitkiler tercih edilmiştir.

Form açısından: Yapısal katmanda tekil etki yaratacak, sarkık ve sütun şeklindeki taksonlar; tematik katmanda ise sarkıcı ve yuvarlak formu taksonlar; yer örtücü katmanda zeminin büyük bir bölümünü kaplayacak, düzensiz, grup halinde büyüyen ve yuvarlak formu taksonlar kullanılmıştır.

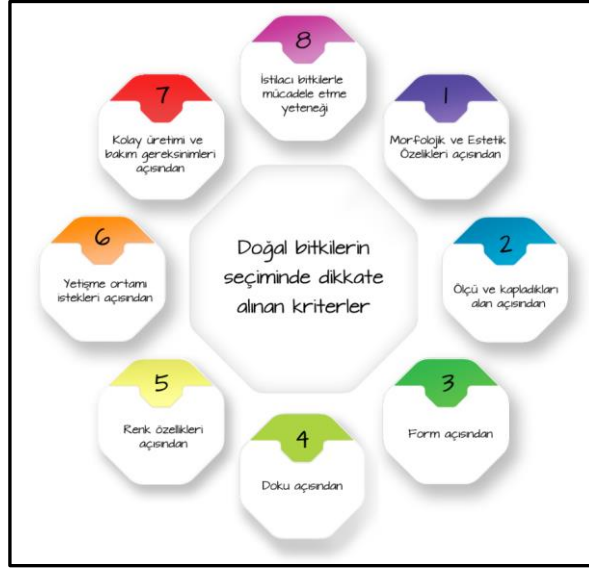
Doku açısından: Orta dokuya ve kaligrafik (çizgisel) yapıya sahip taksonlar tercih edilmiştir.

Renk özellikleri açısından: Çarpıcı çiçek ve yaprak renklerine sahip, çeşitli renk kombinasyonları sunan taksonlar seçilmiştir.

Yetiştirme ortamı istekleri açısından: Trabzon sahil şeridinde yetişebilecek, bölgesel yağış miktarına uyum sağlayabilecek su ihtiyacı orta düzeyde olan dayanıklı taksonlar belirlenmiştir.

Kolay Üretim ve Bakım Gereksinimleri açısından: Vejetatif organları (rizom, stolon vb.) ile hızlı ve kolay üreme kapasitesine sahip, kurak dönemlerde az su talep eden, bakımı kolay bitki taksonları seçilmiştir. Soğanlı bitkilerin doğadan toplanması için gerekli izinlerin zorluğu nedeniyle bu türler deneme tasarımında kullanılmamıştır.

İstilacı Bitkilerle Mücadele Etme Yeteneği: Özellikle yer örtücü katmanda istilacı ve rekabetçi bitkilerle mücadele edebilen, hızla gelişip alanı kaplayabilen taksonlar öne çıkarılmıştır.



**Şekil 1.** Doğal bitkilerin taksonlarının seçiminde dikkate alınan kriterler.

Araştırmamızda, bitkisel tasarım amacıyla doğal taksonlar kullanılmıştır. Bu kapsamda, Trabzon’un doğal bitki florası incelenmiş ve belirlenen 8 kriterlere uygun bitki taksonları seçilmiştir. Bu bitkilerin toplanması için gerekli olan izinler temin edilmiştir.

2019 yılında, doğal vejetasyon içerisinde yer alan deneme alanlarından 20 takson topraklı biçimde sökülerek Karadeniz Teknik Üniversitesi’nin araştırma sahasına taşınmıştır. Bu taksonlar, perennial bahçe kurulumundan önce bir yıl süresince minimal bakım altında izlenmiş ve pilot bir çalışma olarak değerlendirilmiştir.

Pilot çalışma sonucunda, yeni ortama uyum sağlayıp hayatta kalan 7 bitki taksonundan 3 rizomlu bitki taksonu bu çalışmada deneme materyali olarak belirlenmiştir. Bu taksonlar, çalışmamızın doğal bitki materyallerini oluşturmaktadır.

### 2.2.3. Doğal Bitki Taksonlarının Temini ve Kültüre Alınması

Bu süreçte, Maçka/Hoca mezarı bölgesinden, daha önce bahsedilen pilot çalışmalar neticesinde seçilen ekolojik ve estetik değerleri yüksek olan 3 doğal takson, “T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü” tarafından verilen izinlerle topraklarıyla birlikte yerlerinden çıkarılarak alana transfer edilmiştir.

Bitkilerin sökümü için, dormansi periyodları tercih edilmiştir. Yani, bitkilerin fizyolojik ve morfolojik aktivitelerinin minimum seviyede olduğu ve su tüketiminin en az olduğu vejetasyon dönemi dışındaki zaman dilimi, köklü bitkilerin toprakla birlikte alınması için en uygun zaman olarak belirlenmiştir.

Bu kapsamda, özellikle yüksek rakımda bulunan perennial bitkilerin çiçeklenme dönemleri tamamlandıktan sonra toplanmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca, seçilen bitki

taksonlarının vejetatif biçimde az gelişmiş toprak üstü biyomasları olduğu, Ağustos sonu ile Kasım ayları arasında yerlerinde tespit edilen doğal habitatlardan topraklarıyla birlikte çıkarılmalarına dikkat edilmiştir.

Söküm sürecinde, bitki tepe taşlarının izdüşümü çevresinden 10 cm dışarıda, 360 derece çevresinden, bel küreği ve geniş uçlu kazma kullanılarak toprak kesilmiştir ve bitkiler topraklarıyla beraber çıkarılmıştır. Her bir takson için kök yapısına bağlı olarak kazı derinliği ayarlanmıştır. Çıkarılan bitki bireyleri, kök fileleri ile sarılmış veya toprak hacimlerine uygun fidan torbalarına, toprağın dağılmaması sağlanarak yerleştirilmiştir. Yer örtücü bitki taksonlarının sökümünde, bazı durumlarda toprak kürek ile dikdörtgen şeklinde kesilmiş ve bitkilerin birlikteliği korunarak topraklarıyla birlikte plastik kasalara alınmıştır. Söküm işlemi esnasında bitki popülasyonuna zarar vermeyecek şekilde dikkatli ve metodik bir biçimde gerçekleştirilmiştir. Söküm işlemlerinin fotoğrafları Şekil 2’te sunulmuştur.



**Şekil 2.** Arazide bitki söküm çalışması (*Alchemilla mollis* JUZ).

Arazi gezintileri sırasında, bitkilerin habitusları, tohumları ve mevcut ise çiçekleri de fotoğraflanmıştır. Tohum ve çiçeklerin fotoğraflama sürecine ait örnekler, Şekil 3a ve Şekil 3b’de gösterilmiştir.



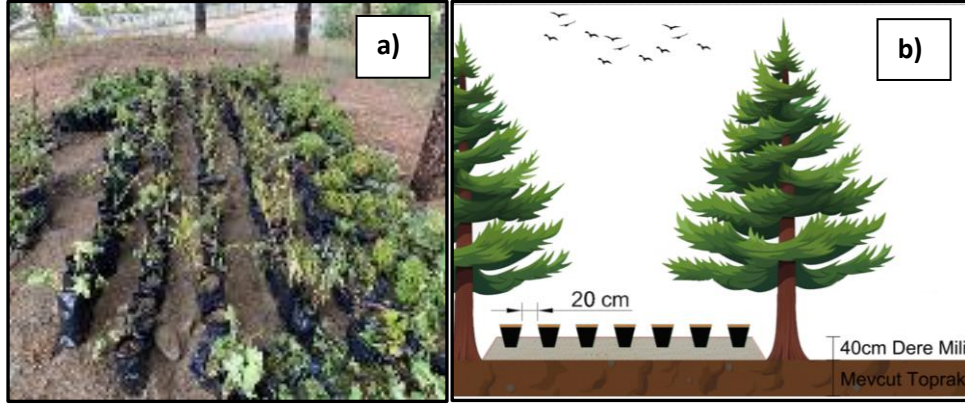
**Şekil 3.** Arazi çalışmaları; a) Bitkilerin fotoğraflanmasına bir örnek, b) *Geranium psilostemon*'un sökülmesinin ve fotoğraflanması.

Sökülen bitkiler, deneme için belirlenen 75 metre rakımlı alana taşınmıştır. Bu alanda, getirilen bitkiler ayırma yöntemiyle çoğaltılarak saksı ve fidan poşetlerine yerleştirilmiştir. Bu işlem, deneme deseninin gereksinim duyduğu bitki sayısına ulaşmayı hedeflemiştir.

Dikilen saksılar, günün en sıcak saatlerinde bitkilerin gölgede kalmasını sağlayacak, öğleden sonra birkaç saat güneş alabilecekleri yarı gölge bir ağaçlık alanda korunmuştur. Seçilen bu alanda, toprak yüzeyi kepçe yardımıyla düzeltilmiş ve üzerine 40 cm kalınlığında dere mili serilmiştir. Tüm bitki bireyleri, mil serili zemine saksıları veya fidan poşetleri ile yarıya kadar gömülerek yerleştirilmiştir. Bu düzenlemenin görünümü ve kesit çizimi Şekil 4a ve Şekil 4b'de gösterilmiştir.

Hazırlanan bu alanda fidan poşetlerine serin ve istilacı bitki taksonlarından korunaklı bir ortam sağlanmıştır. Tüm bitkiler, üzerlerindeki stresi atarak yeni ortama uyum sağlayabilmeleri için sonbahar ve kış boyunca burada bekletilmiştir. Kışın sonunda asgari bakım ile kültüre alınan, hayatta kalan ve yeni yapraklar veren canlı bireyler, deneme desenine uygun olarak dikime hazır hale gelmiştir.





**Şekil 4.** a) Çoğaltma işlemi sonrası dere miline yerleştirilen fidan poşetleri, b) Fidan poşetlerinin dere mili içine gömülme işlemi için Autocad ile çizilmiş kesit.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Doğal Bitki Taksonlarının Alınacağı Yerlerin Seçimi ve Örneklenmesi

Arazi gezileri sırasında doğal floradan seçilen taksonların yerleri titizlikle belirlenmiş ve örneklerin sökülebileceği uygun alanlar tespit edilmiştir. Belirlenen taksonların bulunduğu 15 alan tespit edilmiştir. Bu alanlar arasında 7 alanda bitki taksonlarının çevreye zarar vermeden, örneklerin yeterli miktarda alınabileceği tespit edilmiştir. Bu 7 alanda söküm işlemleri yapılmıştır. Yeterli sayıda bitki bireyi sökülen alanlar koordinatları alınarak kayıt altına alınmıştır. Bu kayıtlar, doğal habitatlarından sökülen bitkilerin orijinini belgelemektedir.

#### 3.2. Doğal Bitki Taksonlarının Temini ve Kültüre Alınması

Bitkilerin fizyolojik ve morfolojik faaliyetlerinin en düşük olduğu dönemler belirlenmiş ve su tüketiminin en az seviyede olduğu dormansi (uyku) dönemlerinde kök topraklarıyla beraber sökülmüştür.

Yüksek rakımda bulunan perennial bitkilerin özellikle çiçeklenme dönemleri tamamlandıktan sonra toprak üstü biyoması küçük boyutlarda iken çiçeksiz bitki bireylerinin söküm işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler Ağustos sonu ile Kasım ayları arasında gerçekleştirilmiştir.

Çıkartılan bu topraklı kök sistemi hemen toprakların dağılmasını engellemek amacı ile toprağı çevreleyecek uygun bir malzeme (kök filesi gibi.) ile sarılmıştır ya da uygun bir saksı veya fidan poşeti ile tüplendikten sonra plastik kasalara yerleştirilmiştir. Bu aşamada söküldükten sonra kökleri sarılarak sera alanına getirilen 35 kök bitkinin hayatta kaldığı



fakat söküm işlemi yapıldıktan sonra kökleri sarılmadan kasalara koyulup sera alanına getirilen 20 kök bitkiden 16 kökün kuruyarak hayatta kalamadığı tespit edilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Araziden sökülen bitkilerin köklerin korunma sistemine göre hayatta kalma oranları

Plantasyon sırasında kök toprağı korunan		Plantasyon sırasında kök toprağı korunmayan	
Hayatta kalan	Hayatta kalamayan	Hayatta kalan	Hayatta kalamayan
35	5	4	16

KTÜ serasına getirilen bitkiler burada rizomları bölünerek çoğaltma işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen her bir birey torf dolu fidan poşetlerine dikilmiştir. Doğadan toplanan 3 farklı rizomlu taksonun her bir bitki bireyinin rizomları parçalara bölünerek toplamda 155 adet canlı bitki bireyi elde edilmiştir (Tablo 2). Sera alanında güvenli bir bölgeye dere mili serildikten sonra çoğaltılan bitkiler fidan poşetleri ile dere miline gömülmüştür.

**Tablo 2.** Rizomdan ayırma yöntemiyle bitki çoğaltılması

Bitki Taksonu	Toplama Zamanı	Sökülen birey sayısı	Çoğaltma Yöntemi	Elde edilen birey sayısı	Hayatta kalan birey sayısı
<i>Geranium psilostemon</i> Ledeb.	Ağustos	12	Rizomdan ayırma	88	75
<i>Geranium platypetalum</i> Fisch.et Mey	Ağustos	16	Rizomdan ayırma	97	44
<i>Carex pendula</i> Huds.	Ağustos	11	Rizomdan ayırma	40	36

### 3.3. Tartışma

Yüksek rakımlardan düşük rakımlara doğal bitkilerin transplantasyon işlemi, hem ekolojik hem de fizyolojik zorluklar içeren karmaşık bir süreçtir. Belirttiğimiz yöntemde izlenen 3 aşama, bitkilerin büyümesi için optimal koşulların sağlanması ve araştırma verilerinin doğruluğunun artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu stratejik düzenlemeler, arazi üzerindeki biyoçeşitliliği artırma ve ekolojik dengeyi koruma çalışmalarının başarısını artırmada kritik katkılarda bulunabilir.

Grantz ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan çalışma, yüksek rakımlı alanlardan alınan bitkilerin düşük rakımlı ve farklı ekosistem koşullarına sahip alanlarda kullanılmasının zorluklarını ele alır. Bu çalışma, doğal bitkilerin yeni alanlarda başarılı bir şekilde kurulabilmesi için, bitkilerin söküm, nakil ve adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesinin gerekliliğine işaret etmektedir. Sekeli vd. (2012) toprakla iyi bağlantılar

kuran fidelerin transplantasyon işleminden sonra hayatta kalma oranının yüksek olduğunu, köklerin yeterince toprak ile buluşamayan fidelerin yaşama yüzdelerinin düşük olduğunu belirtmiştir. Bu bilgiler doğadan belirli kriterlere dikkat edilerek sökülen ve köklerin toprakları dökülmeden korunarak nakil işlemleri gerçekleştirildikten sonra bitkilerin belirli bir süre uygulama alanında dinlendirilmesinin olumlu sonuçlar oluşturduğunu işaret etmektedir. Javanmardi vd. (2013)'de yaptığı çalışmada transplantasyon sonrası bitkilerin toparlanma süreci için dinlenme periyotları ve uygun koşulların sağlanması gerektiğinden bahsetmektedir. Kozlowski ve Davies (1975) transplantasyon sonrası bitkilerin sağlıklı bir şekilde gelişimleri için dikkatli bir bakım ve korunmaları gerektiğini vurgulanmaktadır. Araziden sökülerek getirilen bitkilerin fidan poşetleri ile dere miline gömülerek korunaklı bir alanda dinlendirilmesi yapılan işlemlerin literatürle uyduğunu göstermektedir.

Yüksek rakımlardan alınan bitkiler genellikle sert iklim koşullarına adaptasyon göstermiş taksonlardır. Bu taksonların düşük rakımlı alanlarda da başarılı bir şekilde yetişebilmesi için, bu bitkilerin fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir (Körner vd., 1989; Jackson vd., 1996). Klimeš ve Doležal (2010) tarafından yapılan çalışma, yüksek rakımlarda yetişen bitkilerin daha düşük sıcaklıklarda ve kısa büyüme sezonlarına sahip olduğundan bahsedilmiştir. Bu doğrultuda yüksek rakımlı yerlerde vejetasyon süresinin kısa olduğu unutulmamalı ve bitki söküm işlemleri için arazi çalışmalarında geç kalınmamalıdır. Aksi takdirde otsu perennial bitkilerin toprak üstü biyoması kaybolacağı için araziye gidildiğinde koordinatlar bilinse bile bitki bulunamamaktadır.

Ekosistemlerin sürdürülebilirliğini desteklemek amacıyla bitki verimliliğinin artırılması, insan ve ekosistem sağlığı açısından en kritik gereksinimlerden biridir (Yüksek vd., 2020; Çorbacı vd., 2023). Yıldırım vd. (2022) yaptıkları çalışmada ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından bitkilerin çoğalması ve yetiştirilmesinin öneminden bahsetmektedir. Ayrıca Sarı ve Karaşah (2018)'de yapmış oldukları çalışmada yöreye uygun karakterde, renk, estetik özellik, form, süreklilik, özgün olma ve ölçü özelliğinin bitkilendirme çalışmalarında daha fazla tercih edildiğini tespit etmişlerdir. Bu verilere dayanarak ekosistemlerin sürdürülebilirliğini desteklemek amacıyla, belirlenen 8 madde dikkate alınarak bitki seçimleri yapılmalı ve doğal alanlara zarar vermeden belirttiğimiz kriterler doğrultusunda bitki söküm alanları belirlenmelidir.

Bu çalışma, transplantasyon işleminin başarısının, bitkilerin söküm ve nakil işlemleri ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Yılmaz ve Yılmaz (2009) tarafından yapılan araştırma, doğal bitkilerin peyzaj tasarımlarında kullanımının, bu taksonların estetik ve işlevsel özelliklerinin yanı sıra ekolojik uyumlarının da göz önünde bulundurularak planlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Doğal peyzaj özelliklerine sahip alanlar, ekosistemlerin korunmasına katkıda bulunurken aynı zamanda görsel çekiciliği artırır ve bu alanların estetik değerini korur (Eroğlu vd., 2018). Bu araştırma sonuçları, yapılan bu çalışmada doğal bitkilerin kullanımının, yerel biyoçeşitliliği destekleme ve ekosistem hizmetlerini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

#### **4. Sonuçlar**

Transplantasyon ve çoğaltım çalışmalarında, doğal taksonlardan rizomlu olanların seçilmesi bitkilerin uyum sağlaması ve zaman açısından daha avantajlıdır. Bitkilerin rizomdan ayrılarak çoğaltılması, hızlı ve ekonomik bitki üretimi sağlayarak, genetik çeşitliliği korurken aynı zamanda üretim süreçlerinde verimliliği artırmaktadır.

Arazi çalışmaları sırasında bitkilerin toplanması, teşhis edilmesi ve taşınması gibi işlevlerin, kış aylarında karşılaşılabilecek zorlayıcı engeller nedeniyle aksamasını önlemek amacıyla, arazi çalışma döneminin kış ayları dışında, özellikle bitki materyallerinin biyolojik aktivitelerinin azaldığı ve çevresel faktörlerin daha elverişli olduğu sonbahar ile ilkbaharın ilk ayları olarak planlanmalıdır. Ayrıca, yaz dönemi süresince bitkilerin yüksek enerji ihtiyacı ve toprak kaymaları ya da kış aylarında kar örtüsü gibi çevresel etmenlerin yol açabileceği erişim sorunları göz önünde bulundurularak, bu dönemlerin dışında çalışmaların yürütülmesi, araştırma verimliliğini artıracak ve potansiyel zorlukları en aza indirecektir.

Bitki örnekleri toplanırken, jeolojik yapı, yükselti ve bakı özellikleri gibi ana faktörlerin dikkatlice kaydedilmesi gerekir. Jeolojik yapı, toplama yapılan alanlardaki toprak kompozisyonunu ve bitki topluluklarının çeşitliliğini belirlerken; yükselti, örneklenen bitkisel materyallerin bulunduğu alanların iklim özelliklerini etkilemektedir. Ayrıca, örneklem alanlarının bakı özellikleri, bitkisel materyallerin gelişimi ve yayılımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, bitki örneklerinin toplanması sırasında bu üç faktörün sistemli bir şekilde incelenmesi ve araştırmalarda bu faktörlerin dikkate alınması, çalışmanın bilimsel değerini artıracaktır.

## **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: FDK-2022-9985).

## Kaynaklar

- Acar, C. (1997). *Trabzon ve Yöresinde Yetişen Doğal Bazı Yerörtücü Bitki Türlerinin Peyzaj Mimarlığında Değerlendirilmeleri Üzerine Bir Araştırma*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı, Doktora Tezi, Trabzon.
- Campbell, R., Bainbridge, D., & Zink, T. (1998). Transplanting Native Plants to Revegetate Abandoned Farmland in the Western Mojave Desert. *Journal of Environmental Quality*, 27, 960-967.
- Çorbacı Ö. L., Ekren, E. & Bayram, F. (2023). Farklı IBA (Indol-3-Bütirik Asit) dozlarının *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch.Bip. (Çesme Papatyası) çeliklerinin büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2), 108-116.
- Eroğlu, E., Acar, C., & Meral, A. (2018). Ecological and visual characteristics of native plant compositions in mountain forests. *Fresenius Environ. Bull*, 27, 2160-2172.
- Ibrahim, M. A., Na, M., Oh, J., Schinazi, R. F., McBrayer, T. R., Whitaker, T., Doerksen, R. J., Newman, D. J., Zachos, L. G., & Hamann, M. T. (2013). Significance of endangered and threatened plant natural products in the control of human disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(42), 16832-16837.
- Jackson, P., Robertson, M., Cooper, M., & Hammer, G. (1996). The role of physiological understanding in plant breeding; from a breeding perspective. *Field Crops Research*, 49(1), 11-37.
- Javanmardi, J., Rahemi, M., & Nasirzadeh, M. (2013). Physiological and Reproductive Responses of Tomato and Pepper Transplants to Low-Temperature Conditioning. *International Journal of Vegetable Science*, 19, 294 - 310. <https://doi.org/10.1080/19315260.2012.726956>.
- Klimeš, L., & Doležal, J. (2010). An experimental assessment of the upper elevational limit of flowering plants in the western Himalayas. *Ecography*, 33(3), 590-596.
- Kośmicki, E. (2019). Bavyera'daki Weihenstephan Deneme Bahçesi Kitabının İncelemesi. *Ekonomi ve Çevre*, 71(4), 4
- Kozłowski, T., & Davies, W. J. (1975). Control of water balance in transplanted trees. *Arboriculture & Urban Forestry (AUF)*, 1(1), 1-10.
- Körner, C., Neumayer, M., Menendez-Riedl, S. P., & Smeets-Scheel, A. (1989). Functional morphology of mountain plants. *Flora*, 182(5-6), 353-383.

- Manjili, M.G. (2017). Randomly Mixed Perennial Plantings: Trial Results from Bernburg/Germany Perennial Mixture Project and Application in Iran. Hochschule Anhalt, Doktora Tezi, Bernburg.
- Messer, U. J. (2009). Studies on the development and assessment of perennial planting mixtures. University of Sheffield, Department of Landscape, Doctoral dissertation, England.
- Oudolf, P., & Kingsbury, N. (2013). *Planting: A New Perspective*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Ökten, S. S. Ö., & Pehlivan, G. (2021) İleri yaşta palmiye (*Washingtonia filifera*) taşıma süreçlerine dair bir uygulama, İskenderun Teknik Üniversitesi örneği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(1), 175-184.
- Rainer, T., & West, C. (2015). *Planting in a Post-Wild World: Designing Plant Communities for Resilient Landscapes*. Timber Press.
- Sarı, D., & Karaşah, B. (2018). Bitkilendirme Tasarımı Öğeleri, İlkeleri ve Yaklaşımlarının Peyzaj Tasarımı Uygulamalarında Tercih Edilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Megaron*, 13(3).
- Sekeli, R., Abdullah, J., Namasivayam, P., Muda, P., & Bakar, U. (2012). Better Rooting Procedure to Enhance Survival Rate of Field Grown Malaysian Eksotika Papaya Transformed with 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid Oxidase Gene. *ISRN Biotechnology*, 2013. <https://doi.org/10.5402/2013/958945>.
- Smith, S. L. (2015). *Evaluation of trial garden practices at public horticulture institutions*. University of Delaware.
- Yıldırım, N., Pulatkan, M. ve Ercan Oğuztürk, G. (2022). GA<sub>3</sub> treatments on seed germination in *Rhodothamnus sessilifolius*, an endangered species in Turkey. *Caldasia*, 44 (2), 241-247.
- Yılmaz, H., & Yılmaz, H. (2009). Use of native plants in landscape planning of roadside banks under extreme climatic conditions in eastern Anatolia, Turkey. *International Journal of Biodiversity Science & Management*, 5(2), 102-113.
- Yüksek, T., Oğuztürk, T., & Çorbacı, Ö. L. (2020). Solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında *Plectranthus amboinicus* (Lour.) spreng bitkisinin gelişimine etkisi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(4), 743-749.

## Kalanşoda (*Kalanchoe Blossfeldiana* Poelnn.) *In Vitro* Mutasyon Islahı *In Vitro* Mutation Breeding in *Kalanchoe* (*Kalanchoe Blossfeldiana* Poelnn.)

 K. Yaprak Kantoğlu<sup>1,\*</sup>,  Okan Sarıtoprak<sup>2</sup>,  Ebru Akyüz Çağdaş<sup>2</sup>,  
 Evrim Okutan<sup>3</sup>,  Hakan Aktaş<sup>3</sup>,  Ş. Şebnem Ellialtıoğlu<sup>4</sup>

### Özet

Kalanşo (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelnn.) son yıllarda iç mekân süs bitkisi olarak kullanımının yanında dış mekân ve kesme çiçek olarak da değerlendirmek üzere üzerinde ıslah çalışmaları yapılan katma değeri yüksek olan bir bitki türüdür. Bu nedenle ıslah çalışmaları her geçen gün yeni kalanşo çeşitlerinin geliştirilmesi için yoğunlaşmaktadır. Farklı ıslah yöntemleri uygulamada kullanılmakla birlikte, mutasyon ıslahına da yakın olan bu türde yeni varyasyonların oluşturulabilmesi için *in vivo* ve *in vitro* mutasyon ıslahı çalışmaları değer arz etmektedir. Bu çalışmada, fiziksel mutagen olan kobalt 60 ( $Co^{60}$ ) kaynaklı gama ışını kullanılarak *in vitro* mutasyon ıslahı ile yeni çeşit adaylarının geliştirilmesi ve ıslah sürecinin *in vitro* tekniklerden yararlanılarak kısaltılması hedeflenmiştir. Çalışmanın sonucunda 119 Gy'lik ışınlama dozu ticari kalanşo çeşidi için etkili mutasyon dozu ( $EMD_{50}$ ) olarak belirlenmiştir.  $EMD_{50}$  ile bu dozun %10 alt ve üst sınırlarındaki dozlarda *in vitro* sürgün kültürleri ışınlanarak ana mutant popülasyon oluşturulmuştur. M1V4 aşamasında dış koşullara aktarılan 296 adet mutant klonlarda bitki ve çiçek gözlemi yapılarak ön seleksiyon gerçekleştirilmiştir. Buna göre %28.38 oranında farklılık gösteren 70 adet klon belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kalanşo, *in vitro* mutasyon, fiziksel mutagen, gama ışını

### Abstract

*Kalanchoe* (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelnn.) is a plant species with high added value, on which breeding studies have been carried out in recent years in order to evaluate it as an outdoor ornamental plant and cut flowers in addition to conventional use as potted plants. Breeding research to create new kalanchoe kinds is therefore getting more intense every day. Although different breeding methods are used in practice, *in vivo* and *in vitro* mutation breeding studies are valuable in creating different variations for this species, which is also responsive to mutation breeding. In this study, it was aimed to develop new variety candidates by *in vitro* mutation breeding using gamma rays from cobalt 60 ( $^{60}Co$ ), a physical mutagen, and to shorten the breeding process by utilizing *in vitro* techniques. As a result of the study, an irradiation dose of 119 Gy was determined as the effective mutation dose ( $EMD_{50}$ ) for commercial kalanchoe cultivars. *In vitro* shoot cultures were irradiated at doses of  $EMD_{50}$  and 10% lower and upper limits of this dose, and the main mutant population was established. At the M1V4 stage, pre-selection was carried out on 296 mutant clones by plant and flower observation in mutant clones transferred to external conditions. Accordingly, 70 clones were identified, differing by 28.38%.

**Keywords:** *Kalanchoe*, *in vitro* mutation, physical mutagen, gamma ray

Geliş Tarihi: 26.08.2024, Düzeltme Tarihi: 24.10.2024, Kabul Tarihi: 13.11.2024

Adres: <sup>1</sup>Türkiye Enerji Nükleer ve Maden araştırma Kurumu, Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü

Adres: <sup>2</sup>Has Biotech Araştırma ve Geliştirme Tarım Sanayi ve Tic. A.Ş.

Adres: <sup>3</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Adres: <sup>4</sup>DOQUTECH Academy Ltd. Şti., Ankara Üniversitesi Teknokent.

E-Mail: kadrieyaprak.kantoğlu@tenmak.gov.tr

## 1. Giriş

Kalanşo (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelnn.), *Crassulaceae* familyasında yer alan bir süs bitkisi türüdür. Afrika orijinli olan bu tür saksılı süs bitkileri grubunda göz alıcı farklı çiçek rengi, çiçek ve yaprak yapısı ile öne çıkan bir türdür. Bitkinin tarihçesi incelendiği zaman, 1979'da Rus uzay istasyonu Salyut1'e gönderilen ilk türler arasında yer aldığı görülmektedir. Geleneksel tıpta enfeksiyon, romatizmal ve iltihabi hastalıklara karşı kullanılmış olduğu bilinmektedir (Anonymous 2024). Bunun dışında içermiş olduğu bufadienolid bileşiklerinin belirgin sedatif etkisi olduğu bildirilmiştir (Vargas et al., 2022). Özellikle kardiyak glikozitlerle ilişkili güçlü pozitif bir inotropik etkisi de mevcuttur (Wagner et al., 1985). İçerdiği Bryophilin C'nin ise böcek öldürücü özelliği de Sufatman et al. (2001) tarafından saptanmıştır. Son yıllarda ise içermiş olduğu antioksidantlar nedeni ile kanser tedavisi ile ilgili çalışmalar açısından önem kazanan bir türdür (Stefanowicz-Hajduk et al., 2022). Dünya süs bitkileri sektöründe saksılı süs bitkileri satışı sıralamasında, Royal FloraHolland'ın 2019 yılı verilerine göre ikinci sırada yer almaktadır (Kahraman and Boyacı 2021). Kısa gün bitkisi olan tür, yapay aydınlatma ve karartma ile yıl boyunca çiçekli olarak üretilme özelliğine sahiptir. Uzun çiçeklenme süresine (en az 6 hafta) sahip olması nedeniyle diğer saksılı bitkilere göre talebi her geçen gün daha da artan bir süs bitkisidir. Saksılı bitki olarak değerlendirilmesinin yanı sıra son yıllarda kesme çiçek (Kahraman and Boyacı, 2021) ve dış mekân süs bitkisi olarak değerlendirilmesine yönelik bir eğilim de mevcuttur (Kahraman et al., 2022). Bütün bu nedenler kapsamında ve piyasanın istekleri doğrultusunda; albenisi ve farklı değerlendirme koşullarına adaptasyonu yüksek, çiçeklenme süresi uzun yeni çeşitler geliştirmek üzere ıslah çalışmaları yapılmaktadır. 1930'lu yılların başından itibaren çeşit geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalar içinde klasik melezleme ıslahı halen önemini korumakla birlikte teknolojik ilerlemelere de bağlı olarak iç, dış mekan süs bitkisi ve kesme çiçek kullanımına uygun yeni çeşitleri geliştirmek için doku kültürü tekniklerinden yaprak ayası kültürü (Bejaoui et al., 2023), protoplast kültürü (Cui et al., 2019), embriyo kurtarma, genetik transformasyon (Christensen et al., 2008 Favero et al., 2021), moleküler tarama ve ilgili entegre biyoteknolojik yöntemlerden (Jácome-Blásquez and Kim, 2023) yararlanılmaktadır. Bunların yanı sıra özellikle türler arası melezleme çalışmalarında karşılaşılan sorunları aşmak ve alternatif genetik varyasyon oluşturmak üzere mutasyon ıslahı da yararlanılan ıslah yöntemlerinden biridir. Nitekim fiziksel (X ışını, gama ışını gibi) ve kimyasal (Ethyl metanesulfonate –EMS-, Diethyl sulphate –DES-) mutagen uygulamaları yapılarak geliştirilen dört mutant çeşit Uluslararası



Atom Enerjisi Ajansı Mutant Çeşit Veri Bankasında yer almaktadır (MVD, 2024). Bunların dışında özellikle yaprak lekeli (Brown spot- *Stemphylium lycopersici*) hastalığına karşı toleranslı hatların *in vitro* mutagen (EMS) uygulaması sonucunda geliştirildiği Li et al., (2019) tarafından bildirilmiştir. Günümüze kadar gerek hastalık direnci gerekse arzu edilen morfolojik karakterlerin geliştirilmesine yönelik olarak mutasyon ıslahı yöntemlerinin kalanso için uygulamada kullanıldığı görülmektedir (Brojerties and Leffury 1972; Krupa-Malkiewicz 2010; Li and Fan 2019). Türün ticari üretimi klasik yöntem olan yaprak çeliği ile yapılmakla birlikte son yıllarda daha büyük hacimli ve hızlı üretim yapmak üzere doku kültürü yöntemleri ile üretim gerçekleştirilmektedir (Deng et al., 2005; Bejaoui 2022; Bejaoui et al., 2023). Bitkisel üretim dışında ıslah çalışmalarında embriyo kurtarma çoklukla kullanılan bir doku kültürü yöntemi olup; poliploidi ve transgenik bitki elde etme çalışmalarında da doku kültürü teknikleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Kahraman et al., 2022). Burada sonuçları sunulan çalışmada kitlesel bitki üretiminde etkin olarak kullanılan doku kültürü yöntemlerinden yararlanılarak gama ışını ile *in vitro* mutagen uygulaması sonrasında kalanso için EMD50 dozu belirlenmiştir. Bu doz baz alınarak yeni çeşit geliştirmeye yönelik *in vitro* mutant populasyon oluşturulması hedeflenmiştir. Bu amaçla *in vitro* koşullarda M1V4 aşamasına kadar çoğaltılan mutant klonlar bu aşamadan sonra dış koşullara aktarılarak M1V4 bitkilerinde bitki gözlemleri yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada yerli üreticiden temin edilen ve çeşit ismi bilinmeyen beyaz renkli bir genotipe ait yaprak ayaları *in vitro* koşullarda kültüre alınmak üzere kullanılmıştır (Şekil 1). Klonal çoğaltım ve ışınlama denemesi için ise yaprak ayalarından rejenere edilen sürgünler kullanılmıştır. M1V4 aşamasında dış koşullara transfer edilen bitkilerde farklı çiçek yapısına (petal rengi, şekli, sayısı, katmerlilik, korolla kenarında kesi durumu vb.) sahip olan genotiplerin *in vitro* çoğaltımı için ise çiçeklere ait petal yapraklar kültüre alınmıştır.



Şekil 1. Kontrol olarak kullanılan kalanso bitkisi

## 2.2. Metot

### *Ana stok materyalin in vitro çoğaltımı*

*In vitro* mutasyon ıslahı çalışmasının başlangıcında öncelikle hızlı ve etkili *in vitro* çoğaltım yönteminin çalışmada kullanılacak olan genotipe göre belirlenmesi gerekmektedir (Van Harten 2008). Bu amaçla Bejaoui (2023) tarafından kalanşo için belirlenen metot baz alınarak yaprak ayası eksplantları bitki rejenerasyonu için kullanılmıştır. Eksplantların sterilizasyonu için %15 ticari sodyum hipoklorit ve 3 damla Tween 20 içeren sterilizasyon solüsyonu uygulanan eksplantlar, bu solüsyon içinde 12 dakika bekletildikten sonra 5'er dakika süre ile steril saf su ile yıkanmıştır. Bunu takiben eksplant yüzeyinde kalabilecek su, eksplantların steril filtre kâğıdı arasına alınması ile uzaklaştırılmıştır. Steril edilen eksplantlar %3 sakkaroz, %0,7 agar, 1 mg/L BAP ve 0,5 mg/L NAA içeren, pH'sı 5.7 olan Murashige Skoog (1962) (MS) besin ortamında kültüre alınmıştır. Kültüre alınan yaprak eksplantları, 3 hafta süre ile  $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Rejenerasyon sonrası izole edilen sürgünler 30 g/L sakkaroz, 6 g/l agar içeren, pH değeri 5.7 olan büyüme düzenleyici içermeyen MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Kültürler 16/8 h aydınlatma rejiminde 8000 Lux ışık şiddetinde dört hafta süre ile geliştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. *In vitro*'da çoğaltılan ve etkili ışın dozu denemesinde kullanılan sürgünler

### *In vitro mutagen uygulaması ve EMD50'nin belirlenmesi*

Aynı gelişme döneminde olan *in vitro* bitkiler (en fazla 3 adet boğum bulunduran= 3 nod'lu) (Şekil 2) EMD50'nin belirlenmesi için her dozda 30 bitki olacak şekilde, Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu-Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Kobalt 60 gama ışın (Kaynak gücü: 233 Gy/h) kaynağı ile Kantoğlu et al., (2010) tarafından elde edilen bulgular gözönüne alınarak 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 180 ve 220 Gy dozlarında olacak şekilde 10 farklı dozda ışınlanmıştır. Işınlama sonrasında gama ışını kaynaklı besin ortamında oluşacak radikallerin olumsuz etkilerinden *in vitro* bitkileri korumak üzere, bitkiler taze besin ortamına (0 MS) transfer edilmiştir. Işınlamadan

30 gün sonra EMD50'yi (Van Harten 1998; Kantoğlu ve Kunter 2021) belirlemek üzere *in vitro* bitkilerde bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Ortalama bitki boyu verileri ile yapılan Lineer Regresyon Analizi sonucunda EMD50 dozu belirlenmiştir.

#### *Ana mutant in vitro popülasyonunun oluşturulması*

Belirlenen EMD50 (119 Gy) ve bu dozun %10 alt ve üst değerleri (130 ve 107 Gy) ile her doz için 1000 adet 2-3 nod'lu *in vitro* eksplant ışınlanmıştır. Işınlama sonrası bir önceki uygulamada olduğu gibi bitkiler her bir nod ayrı olacak şekilde nod bazında taze MS ortamında kültüre alınarak, M1V1 mutant popülasyonu oluşturulmuş ve her bitki kodlanarak kimliklendirilmiştir. Dört hafta sonra 3-4 nod'lu olarak gelişen bitkiler alt kültüre alınarak mutant klonların oluşturulmasına başlanmıştır. Alt kültürler ile çoğaltma işlemi M1V4 aşamasına kadar devam ettirilerek 296 adet klon mutant hat oluşturulmuştur.

#### *Mutantların M1V4 aşamasından sonra dış koşullara aktarımı ve gözlemler*

Kök ve sürgün gelişimi itibarı ile tam bir bitki haline gelen *in vitro* mutant bitkilerin (ana mutant popülasyon) dış koşullara aktarılması için Bejaoui et al. (2023)'ün bildirdiği sistem uygulanarak iklimlendirme odası koşullarında pişkinleşen bitkiler sera koşullarına aktarılmıştır. Sera koşullarında kullanılan yetiştirme ortamı, iklimsel koşullar ve süre hakkında bilgi veriniz. Aktarılan bitki sayısı çok olduğu için *ex vitro* bitkilerde aşağıda sunulan temel morfolojik kriterler göz önüne alınarak ilk ön seleksiyon yapılmıştır.

1. Habitus (dik, yatık)
2. Çiçek yapısı (yalın kat, katmerli gonca, bol katmerli, büyük katmerli, minik katmerli, katmerli)
3. Her bir bitkideki çiçek sürgünü sayısı (buket yoğunluğu) (normal, çok ve az)
4. Petal rengi (beyaz, ekru, pembemsi, pembemsi somon, pembemsi ekru, beyaz pembemsi ve kırmızı pembe)
5. Petal şekli (oval, karanfilimsi, büyük oval, yuvarlağımsı oval, sivri oval, uzun oval, tırtıklı oval, kıvrık oval)
6. Renkli petalin daldaki sayısı (bütün bitkide, 3 dalda, 2 dalda ve 1 dalda)

#### *İstatistiksel Analiz*

EMD50'yi belirlemek üzere denemeler üç tekerrürlü ve her tekerrürde 10 eksplant olacak şekilde kurulmuştur. Sonuçlar, Lineer Regresyon Analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

### **3. Bulgular ve Tartışma**

#### *Etkili mutasyon dozu*

*In vitro* koşullarda çoğaltılan ve tam bitkicik olarak gelişen bitkiler EMD50 dozunu belirlemek üzere on farklı dozda (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 180 ve 220 Gy) ışınlanmış ve takip eden 30. günde yapılan sürgün boyu ölçümleri sonucunda elde edilen ortalama veriler kullanılarak Lineer Regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre, kontrol sürgün uzunluğunun %50'si oranında gelişmenin sağlandığı EMD<sub>50</sub> değeri 119 Gy olarak belirlenmiştir (Tablo 2, Şekil 5).

**Tablo 2.** EMD<sub>50</sub>'yi belirlemek üzere farklı dozlarla yapılan ışınlama sonrası 30. günde sürgün gelişimi ve EMD<sub>50</sub> değeri

Işınlama dozu (Gy)	0	20	40	60	80	100	120	140	180	220
Ortalama <i>in vitro</i> bitki sürgün uzunluğu (cm)	2.2	2.3	1.7	1.1	1.3	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6
EMD <sub>50</sub> $y = -0,0075x + 1,9957$ ( $r^2 = 0,78$ )	x=119 Gy									

(y: kontrol sürgün uzunluğunun %50 değerini, x: EMD<sub>50</sub> dozunu temsil etmektedir)

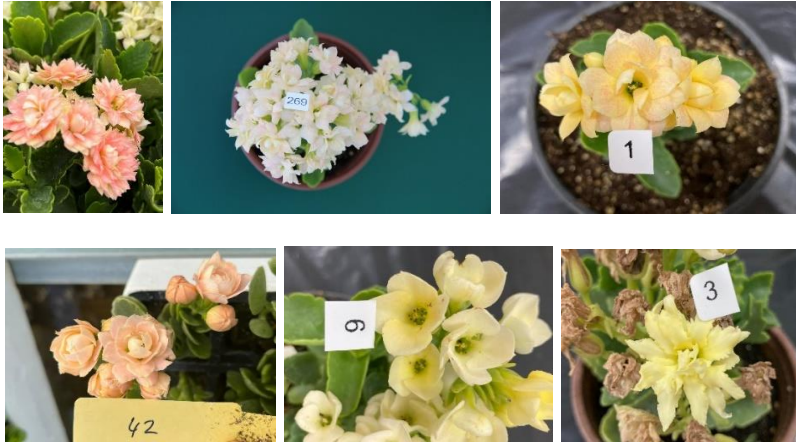


**Şekil 5.** Artan ışın dozunun sürgün gelişimi üzerine etkisi (Soldan sağa 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 180, 220 Gy)

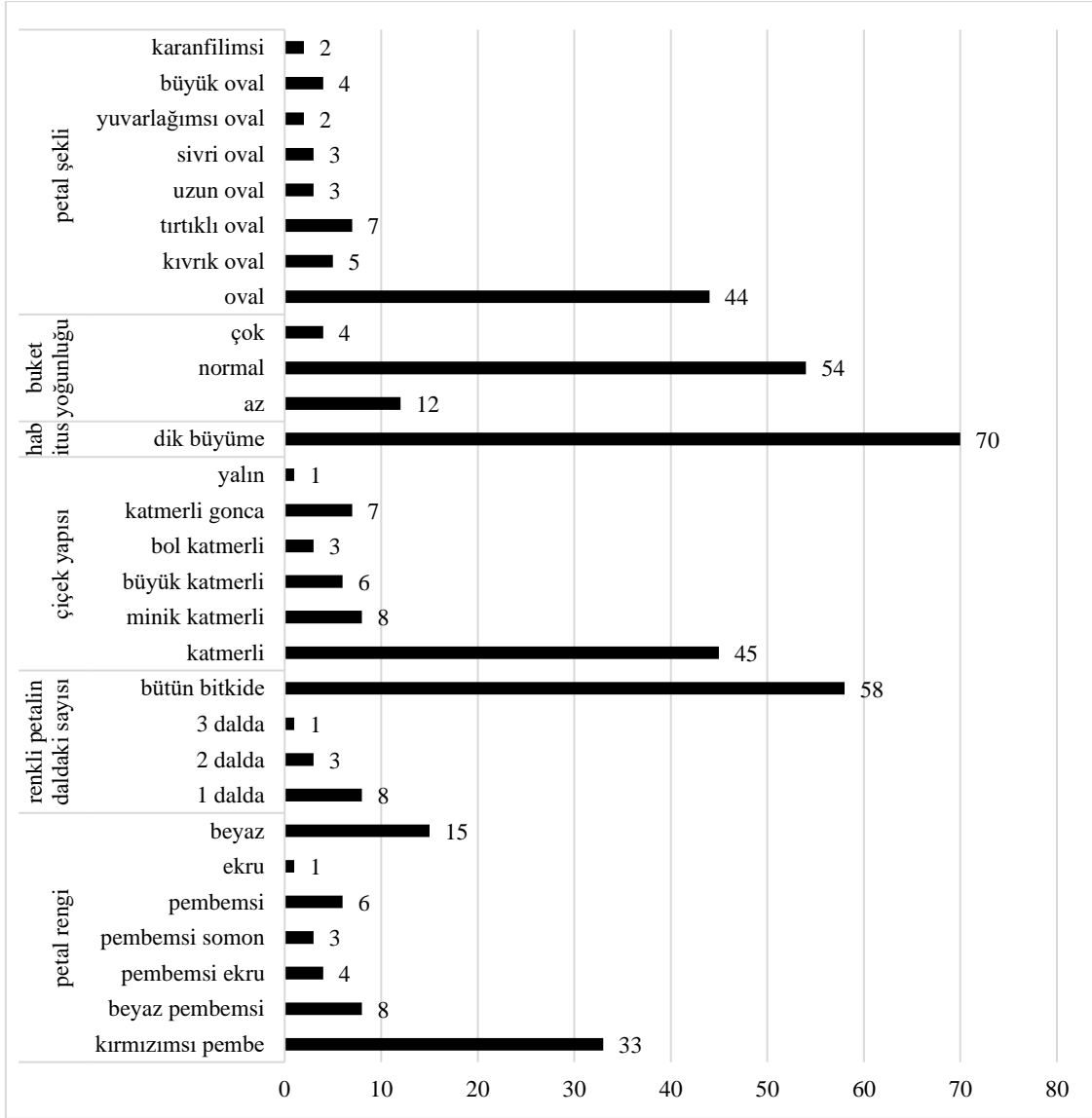
Elde edilen verilerden de görüleceği gibi artan ışın dozuna bağlı olarak sürgün gelişimi azalmıştır. Elde edilen bulgu kalanço türünde yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında bu zamana kadar yapılan çalışmalarda *in vitro* kimyasal mutagen uygulamalarının ağırlıklı olarak uygulandığı görülmektedir (Krupa-Malkiewicz 2010; Li et al., 2019). Yapılan çalışmalarda kullanılan eksplant ve kimyasal mutagen tipine göre değişmekle birlikte, EMS için LD50 dozu 2 saat süreyle %0.8'lik doz ve kallus için ise 1,5 mM DES dozu etkili bulunmuştur. *Ex vivo* materyal (yaprak ayası) kullanılarak yapılan *in vivo* denemelerde ise 2 krad'lık X ışını dozu EMD50 olarak belirlenmiştir (Broertjes and Leffring 1972). Yine farklı süs bitkileri türlerinden krizantem türü için yapılan bir başka çalışma *in vitro* sürgün kültürü için EMD50 dozu gama ışını uygulamasında 20 Gy olarak belirlenmiştir (Haspolat 2024). Bu çalışma için kalançoya ait sürgün eksplantları için belirlenen EMD50 dozu *in vitro* çalışmalar adına önemlidir.

*In vitro* 'da geliştirilen mutant bitkilerden elde edilen populasyona ait veriler

EMD<sub>50</sub> (119 Gy) ve bu dozun %10 alt ve üst değerleri ile yapılan gama ışını uygulaması sonrasında, M1V4 aşamasına kadar çoğaltılan toplam 296 adet mutant klon sera koşullarına transfer edildikten dokuz hafta sonra bitkilerde ön seleksiyon amaçlı altı kritere (habitus, çiçek yapısı, buket yoğunluğu, petal şekli, petal rengi ve renkli petallere sahip çiçeklerin bitkideki dağılımı) göre gözlemler alınmıştır. Bu kriterlere göre yapılan gözlemler sonucunda kontrole göre farklılık gösteren ana populasyon içinde %23.65 oranında farklılık gösteren 70 adet (% oranı: yani seçilen /aktarılan tüm mutant) mutant klon belirlenmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7). Kontrol olarak kullanılan bitkilerde ön seleksiyon kriterlerine bağlı kalınarak yapılan karakterizasyon çalışması sonucunda; habitus gelişiminin dik, çiçek yapısının katmerli, petal renginin beyaz, petal şeklinin oval ve buket yoğunluğunun normal olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiği zaman; habitus gelişimi olarak kontrol ile mutant klonlar arasında bir farklılığın olmadığı ve tüm klonların dik bir gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Çiçek yapısı olarak kontrolün gösterdiği katmerli yapıya karşılık bir mutant klonun yalın kat (%1.43), 3 klonun bol katmerli (%4.29), 6 klonun büyük katmerli (%8.57), 8 klonun küçük katmerli (%11.43), 45 klonun kontrolle aynı katmerli yapıyı gösterdiği (%64.29) ve 7 klonun ise az katmerli yapıya (%10.00) sahip olduğu görülmüştür. Çiçek buketi yoğunluğu açısından yapılan gözlemlerde yoğunluğun kontrole göre 4 klonda daha fazla, 54 klonda kontrolle aynı, 12 klonda ise daha az olduğu belirlenmiştir. Petal şekli açısından yapılan değerlendirmede; kontrolde oval olarak seyreden petal şeklinin 2 klonda korolla kenarında kesi (karanfile benzer yapı) (%2.86), 4 klonda büyük oval (%5.71), 2 klonda yuvarlağımsı oval (%2.86), 3 klonda sivri oval, 3 klonda uzun oval (%4.29), 7 klonda tırtıklı oval (%10.00), 5 klonda kıvrık oval (%7.14), 44 klonda ise kontrolle aynı (%62,86) gelişime sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 6. *In vitro* mutasyon uygulaması sonucunda elde edilen varyasyon



Şekil 7. M1V4 generasyonundaki mutant klonlarda gözlenen farklılıklar

Petal rengi açısından yapılan incelemede ise; kontrolde beyaz olan petal renginin 1 mutant klonda ekru, 6 mutant klonda pembemsi (%8.57), 3 mutant klonda pembemsi somon (%4.29), 4 klonda pembemsi ekru (%5.71), 8 klonda beyaz pembemsi (%11.43) ve 33 klonda (% 47.14) ise kırmızımsı pembemsi renkte olduğu saptanmıştır (Şekil 7). Renkli petallere sahip çiçeklerin bitkideki dağılımı incelendiğinde, 58 mutant klonda tüm bitkide aynı renkte petallere sahip çiçeklerin, 1 klonda 3 dalda aynı renge sahip çiçeğin, 3 klonda ise 2 dalda ve 1 klonda da 1 dalda aynı renge sahip çiçeğin bulunduğu görülmüştür. Toplamda farklılıkları nedeniyle 296 adet mutant klon gözlem altına alınarak değerlendirilmiş ve bu klonlar içerisinde 119 Gy dozunda ışınlanan mutantların 4 tanesi stabilitesi açısından öne çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar belirlenen EMD<sub>50</sub> doğrultusunda yapılan ışınlama sonucunda geniş bir varyasyonun elde edildiğini ortaya koymaktadır (Şekil

7). Kalanşo üzerine yapılan mutasyon ıslahı çalışmaları sonuçları ile burada sunulan çalışma sonuçları çiçek morfolojik yapısında elde edilen varyasyon açısından paralellik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda özellikle çiçek rengi, şekli ve büyüklüğü açısından geniş varyasyon elde edildiği (Broertjes and Leffring 1972; Anonymous 1988; Krupa-Malkiewicz 2010) görülmektedir. Kullanılan ana genotipin çiçek rengi ve şekli mutasyon çalışmaları sırasında farklı renklerin ve şekillerin açığa çıkmasında etkili olmakla birlikte kalanşoda yürütülen bu çalışmada, ana renk olan beyazdan kırmızımsı pembe rengine kadar bir açılım olduğu saptanmıştır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Mutant Veri Bankası incelendiği zaman kayıtlı olan dört mutant kalanşo çeşidinin (Flores, Lombok, Sumba ve Harvest Moon) sırası ile 10-30 Gy dozlarındaki X ve gama ışını uygulamaları sonucunda elde edildiği görülmektedir. Belirgin olarak EMD50 dozu olarak belirlenen 119 Gy'lik dozda yapılan ışınlama sonucunda çiçek şekli ve renginde değişim sağlanmıştır (MVD 2024). Bunun yanı sıra bu araştırmanın konusu kapsamında olmamasına rağmen hastalıklara tolerans açısından kalanşo için yürütülen çalışmada kahverengi leke hastalığına tolerant 3 klon kimyasal mutagen (EMS) uygulaması sonrasında kallus kültürü ile elde edilmiştir (Li et al., 2019).

#### 4. Sonuçlar

Islah çalışmalarının süresini hızlandırmak ve gen havuzunu genişletmek amacı ile *in vitro* mutasyon ıslahı çalışmaları halen popülerliğini korumaktadır. Kalanşo türünde *in vitro* mutasyon ıslahı çalışması kapsamında yürütülen ve sonuçları sunulan bu çalışmada, *in vitro* sürgün kültürü için 119 Gy'lik gama ışın dozu EMD50 olarak belirlenmiştir. Belirlenen doz doğrultusunda yapılan *in vitro* mutagen uygulaması sonucunda, M1V4 aşamasına kadar kimliklendirilerek çoğaltılan 296 adet mutant klon içinde 70 tane klonda yalınkattan katmerli yapıya, beyazdan kırmızımsı pembe renge, farklı petal şekillerinde ve çiçek yoğunluğuna sahip mutantlar elde edilmiştir. Bu araştırma ile kalanşo türünde *in vitro* mutasyon ıslahı çalışmalarının yaklaşık 20 aylık bir süre içinde sonuca gidebilecek verileri sağladığı belirlenerek yöntemin kullanılan genotip özelinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. Öte yandan farklı genotip ve çeşitler özelinde etkili mutasyon dozunun değişim gösterebileceği göz ardı edilmemelidir. Krizantemde *in vitro* mutagen uygulaması sonucunda elde edilen populasyon içinde çiçek rengi değişimi üzerinde gama ışını uygulaması sonucunda geniş bir varyasyon elde edilebileceği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Mandal et al., 2004; Shafiei et al., 2019; Haspolat 2022; Haspolat 2024). Benzer sonuçlar gülde (Ryu et al., 2020) ve karanfilde (Roychowdhury and Tah 2011; MVD 2024) yürütülen mutasyon ıslahı

alışmalarında da elde edilmiştir.Yapılan alışma, son yıllarda ivme kazanan süs bitkileri ıslahı alanında mutasyon tekniklerinin kullanılabilceğini; yurtdışından ithal edilen ss bitkileriyle rakip edebilecek ve/veya yerini alabilecek potansiyele sahip yerli çeşitlerin geliştirilmesinin mümkün olabildiğine işaret etmektedir. Bitki türlerine özelleşerek çeşit ıslahına girecek özel sektör firmalarının da çoğalması ile birlikte önümüzdeki 10 yıllık projeksiyonda yerli süs bitkisi tür ve çeşitlerinin artacağı, ithal ürünlerin yerine yerli çeşitlerin piyasada yer alabileceği umulmaktadır.

### **Teşekkür**

Bu alışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde bildiri olarak sunulmuştur.



## Kaynaklar

- Anonymous, (1988). List of mutant cultivars. *Mutation Breeding Newsletter*, 31,25.
- Anonymous, (2024). Kalancho. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kalanchoe> Erişim Tarihi 18.04.2024
- Bejaoui, R., Gümüş, C., Sönmez, K., Kırbay, E., Ellialtıoğlu, Ő. Ő. (2023). *The effects of different PGR contents on in vitro organogenesis and shoot proliferation in kalanchoe (Kalanchoe blossfeldiana Poelln.)*. 11th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, 995-1010. Muş.
- Bejaoui, R., Özdemir, G.E., Ellialtıoğlu, Ő.Ő. (2023). *In vitro or ex vitro rooting and acclimatization of Kalanchoe blossfeldiana Poelln. shoots propagated by tissue culture technique. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 10(4): 843–853. Doi: <https://doi.org/10.30910/turkjans.1288919>
- Broertjes, C., Leffring, L. (1972). Mutation breeding of Kalancho. *Euphytica* 21: 415-423.
- Christensen, B., Sriskandarajah, S., Serek, M., Muller, R. (2008). Transformation of *Kalanchoe blossfeldiana* with rol-genes is useful in molecular breeding towards compact growth. *Plant Cell Rep* 27:1485–1495. DOI 10.1007/s00299-008-0575-0
- Cui, J., Kuligowska Mackenzie, K., Eeckhaut, T. *et al.* (2019). Protoplast isolation and culture from *Kalanchoe* species: optimization of plant growth regulator concentration for efficient callus production. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 138, 287–297. <https://doi.org/10.1007/s11240-019-01624-4>
- Haspolat, G. (2024). Variations in flower color of mutant Chrysanthemums. *Horticulturae* 10, 385. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10040385>
- Haspolat, G. (2022). Induction of mutagenesis on Chrysanthemums. *Ornamental Horticulture* <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v28i4.2523>
- Jácome-Blásquez, F., Kim, M. (2023). Meristem genes are essential for the vegetative reproduction of *Kalanchoe pinnata*. *Frontiers in Plant Science* 14, 1157619. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1157619>.
- Krupa-Mańkiewicz, M. (2010). Influence of chemical mutagens on morphological traits in kalanchoe (*Kalanchoe Hybrida*). *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. 2010, Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 279 (15), 11–18.
- Kahraman, M.U, Boyacı, F. (2021). *Kalanşo. Süs Bitkileri Islahı (Türler)*. Gece Kitaplığı, Ankara.

- Kahraman, M.U., Yalçın Mendi, Y., Karabıyık, Ş., Lütken, H.V., Favero, B.T. (2022). Kalanchoë Breeding: Past, Present and Future. *Ornamental Horticulture* 28, 1: 19-35. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v28i1.2403>
- Kantoğlu, K.Y., ve Kunter, B. (2021). *Mutasyon Islahı. Süs Bitkileri Islahı (Klasik ve Biyoteknolojik Yöntemler)*, Gece Kitaplığı, Ankara.
- Kantoğlu, Y., Seçer, E., Erzurum, K., Tutluer, İ., Kunter, B., Peşircioğlu, H., Sağel, Z. (2010). *Improving tolerance to Fusarium oxysporum f. sp. melonis in melon using tissue culture and mutation techniques. Mass screening techniques for selecting crops resistant to disease*. IAEA, Vienna.
- Li, R., Fan, L., Lin, J., Li, M., Liu, D., Sui, S. (2019). *In vitro* mutagenesis followed by polymorphism detection using start codon targeted markers to engineer brown spot resistance in kalanchoe. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 144(3):193–200. 2019. <https://doi.org/10.21273/JASHS04571-18>
- Malaure, R. S., Barclay, G., Power, J. B. Davey, M. (1991). The production of novel plants from florets of *Chrysanthemum morifolium* using tissue culture. I. shoot regeneration from ray florets and somaclonal variation exhibited by the regenerated plants. *J Plant Physiol* 139:8-13.
- Mandal, A.K., Chakrabarty, D., Datta, S.K. (2004). Application of *in vitro* techniques in mutation breeding of chrysanthemum. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 60, 33-38.
- MVD, (2024). IAEA Mutant Variety Data Base. <https://nucleus.iaea.org/sites/mvd/SitePages/Search.aspx> Erişim Tarihi: 18.04.2024
- Roychowdhury, R. and Tah, J. (2011). Mutation breeding in *Dianthus caryophyllus* for economic traits. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 2(2):282-286
- Ryu J, Lyu JI, Kim D-G, Kim J-M, Jo YD, Kang S-Y, Kim J-B, Ahn J-W, Kim SH. (2020). Comparative Analysis of Volatile Compounds of Gamma-Irradiated Mutants of Rose (*Rosa hybrida*). *Plants* 9(9):1221. <https://doi.org/10.3390/plants9091221>
- Shafiei, M.R., Hatamzadeh, A., Azadi, P., Lahiji, H.S. (2019). Mutation Induction in Chrysanthemum Cut Flowers Using Gamma Irradiation Method. *Journal of Ornamental plants*, 9, 143-151.
- Stefanowicz-Hajduk J., Hering A., Gucwa M., Sztormowska-Achranowicz K., Kowalczyk M., Soluch A., Ochocka J.R. (2022). An *in vitro* anticancer, antioxidant, and phytochemical study on water extract of *Kalanchoe daigremontiana* Raym.-Hamet and H. Perrier. *Molecules*. 31;27(7):2280. <https://doi.org/10.3390/molecules27072280>

- van Harten, A.M. (1998). *Mutation Breeding: Theory And Practical Applications*. Cambridge University Press, UK.
- Vargas A, Herrera I, Nualart N, Guézou A, Gómez-Bellver C, Freire E, Jaramillo Díaz P, López-Pujol J. (2022). The Genus *Kalanchoe* (Crassulaceae) in Ecuador: From Gardens to the Wild. *Plants* 11(13):1746. <https://doi.org/10.3390/plants11131746>

## Çin Karanfile (Dianthus chinensis L.) İçin Mutasyon İslahı Çalışmasına Yönelik Etkili Mutasyon Dozunun Belirlenmesi

### Determination of Effective Mutation Dose for Mutation Breeding Study in China Pink (*Dianthus chinensis* L.)

 Irmak ÇAKIN<sup>1,\*</sup>,  Kadriye Yaprak KANTOĞLU<sup>1</sup>,  Burak KUNTER<sup>1</sup>  
 Aslıhan GÖKTUĞ<sup>1</sup>

#### Özet

Karanfil süs bitkileri içinde mutasyon ıslahına en yatkın olan türlerden bir tanesidir. Bu çalışmada ticari öneme sahip Çin karanfile çeşidinde (*Dianthus chinensis* L.) yeni çeşit geliştirilmesine yönelik olarak yürütülmesi planlanan mutasyon ıslahı çalışması için çeşide özgü etkili mutasyon dozunun belirlenmesi hedeflenmiştir. Etkili Mutasyon Dozunun (EMD<sub>50</sub>) belirlenmesinde fiziksel mutagen olarak (Sezyum 137) Cs<sup>137</sup> gamma kaynağı kullanılmıştır. Karanfil tohumlarına 0, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 Gy olmak üzere yedi farklı dozda ışınlama yapılmıştır. Her doz için otuz adet tohum ekilmiş olup, bu tohumların ışınlamadan 30 gün sonraki bitki gelişimleri gözlenmiştir. Işınlamanın ardından otuzuncu günde elde edilen bitkilerde sürgün gelişimine yönelik ölçümler alınmıştır. Bu ölçümlerden elde edilen ortalama veriler ile lineer regresyon analizi gerçekleştirilerek EMD<sub>50</sub> belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda 172.16 Gy'lik doz EMD<sub>50</sub> değeri olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Dianthus chinensis* L., EMD<sub>50</sub>, gama ışını, mutasyon ıslahı, Cs<sup>137</sup>

#### Abstract

Carnations are one of the species most amenable to mutation breeding among ornamental plants. In this study, it is aimed to determine the effective mutation dose specific to the variety for the mutation breeding study planned to develop new varieties in the commercially important China Pink variety (*Dianthus chinensis* L.). A Cesium 137 (<sup>137</sup>Cs) gamma source was used as a physical mutagen to determine the effective mutation dose (EMD<sub>50</sub>). Carnation seeds were irradiated at seven different doses (0, 50, 100, 200, 300, 400, 500, and 600 Gy). Thirty seeds were sown for each dose, and the plant developments were observed 30 days after irradiation. Measurements were taken for shoot development in the plants obtained on the thirtieth day after irradiation. EMD<sub>50</sub> was determined by performing a linear regression analysis with the average data obtained from these measurements. The analysis results showed that a dose of 172.16 Gy was determined as the EMD<sub>50</sub> value.

**Keywords:** *Dianthus chinensis* L., EMD<sub>50</sub>, gamma ray, mutation breeding, <sup>137</sup>Cs

## 1. Giriş

Çin karanfili (*Dianthus chinensis*), Caryophyllaceae ailesinde yaklaşık 2100 tür içeren geniş bir ailenin, 300 kadar türü bulunan *Dianthus* cinsinde yer almaktadır. Tür, güzel çiçekleri ve çeşitli çiçek formları nedeniyle yaygın olarak üretilen dünya çapında en önemli süs bitkilerinden biri olup çok yıllık otsu bir süs bitkisidir (Yagi ve ark., 2014). Türkiye'de "Çin karanfili" olarak bilinen bu bitki, Asya kökenli olup ılıman iklimlerde iyi gelişmektedir. Kesme çiçek ve saksı bitkisi olarak kullanılabilen tür bahçelerde ve park alanlarında da dekoratif etkisi olan önemli bir süs bitkisidir (Sreelekshmi ve ark., 2019). Çin karanfili sadece bir süs bitkisi değil aynı zamanda içerdiği flavonoidler ve antioksidantlar bakımından oldukça zengin bir bitki olup tıbbi bitkiler içinde değerlendirilmektedir (Sreelekshmi ve ark., 2021). Karanfiller; border, tek yıllık ve sürekli çiçeklenen çok yıllık olarak üç farklı şekilde gruplandırılmaktadır. *D.chinensis* sürekli çiçek açan çok yıllık karanfiller grubunda yer almaktadır. Bu grupta *D. caryophyllus* ve *D. chinensis* melezleri de yer almaktadır. Bu melezler ilk olarak 1850'lerde Avrupa'da ortaya çıkmıştır. "Sim" formu olarak adlandırılan ve ticari olarak oldukça tercih edilen kesme çiçek formundadır. Bu karanfiller kalın saplı, uzun gövdeli, bol çiçekli ve kokusuz bir yapıya sahiptirler (Okamura ve Hase 2020; Panwar ve ark., 2022). Ticari önemi nedeni ile günümüzde büyük ölçekli üretim için uzun bir süredir mikroçoğaltım amaçlı doku kültürü yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bu amaçla nod, sürgün ucu veya yaprak eksplantlarına yönelik olarak *in vitro* çoğaltma ve rejenerasyon protokolleri geliştirilmiştir (Kantia ve Kothari 2002; Sreelekshmi ve Siril 2019).

Karanfiller genellikle diploid ( $2n = 30$ ) bitkilerdir. Ticari amaçlarla triploid karanfil üretimi denenmiş olup sonucunda kromozom sayısının tutarlı olmamasından yani anöploidi olmasından ötürü üretimi gerçekleştirilememiştir. Tetraploid ( $4n=60$ ) karanfil çiçeğinin diploid ( $2n=30$ ) çiçeklere göre boyutunun daha büyük olduğu ancak çiçek veriminin azaldığı tespit edilmiştir (Kaya ve ark., 2013). Yeni biyoteknolojik ıslah yöntemlerinin dışında klasik ıslah ve bu yöntem içinde yer alan mutasyon ıslahı tekniği halen önemini korumaktadır. Mutasyon uyarımı, doğal olarak bulunmayan veya evrim sırasında kaybolmuş istenilen özellikleri bitkilere kazandırarak ürün verimini önemli ölçüde artırır (Roychowdhury ve Tah 2011a, Çelik ve Atak 2017). Bu amaçla kimyasal veya fiziksel mutagenler kullanılarak, uyarılmış mutasyon yoluyla doğrudan veya dolaylı olarak birçok yeni mutant çeşit geliştirilmiştir (Chowdury ve ark., 2006). Özellikle kimyasal mutagenlerle (kolhisin, etil metansülfonat (EMS) ve maleik hidrazid) yapılan mutasyon ıslahı çalışmalarında meydana gelen gen mutasyonları sonucunda yeni mutant çeşitler elde edilerek varyabilitenin

zenginleştirilmesine mutasyon ıslahının katkısı ortaya konulmuştur (Chowdury ve ark., 2006; Roychowdhury ve Tah 2011c; Hamid ve ark., 2018; Yamaguchi 2018; Patil ve ark., 2019). Mutasyon ıslahı teknikleri ile klasik ıslah yöntemlerinden daha hızlı yeni çeşitlerin geliştirilmesi mümkündür. Bugün dünya çapında 3 400'den fazla mutant çeşidin geliştirildiği Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Mutant Veri Tabanı (UAEA-MVD) incelendiği zaman görülmektedir (IAEA, 2024).

Süs bitkileri, çiçek renkleri ve şekilleri açısından zengin bir çeşitliliğe sahiptir ve mutasyon ıslahı geniş varyasyon oluşturmak üzere süs bitkileri içinde yer alan türler için önemli bir ıslah aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. Mutasyon ıslahı, özellikle çiçek renklerinde kalıtsal değişiklikler oluşturmak ve genetik çeşitliliği artırmak için etkili bir yöntemdir (Patil ve ark., 2019). Özellikle kasımpatı (krizantem) (*Chrysanthemum* spp.), gül (*Rosa* spp.) ve karanfil (*Dianthus caryophyllus*) gibi türlerde bu yöntem çok etkili bir şekilde uygulanmaktadır (Yamaguchi, 2018). Günümüze kadar karanfil için UAEA-MVD'ye kayıtlı 28 adet mutant çeşit geliştirilmiştir (IAEA, 2024). *In vitro* ve *in vivo* mutagen uygulamaları ıslah çalışmalarının yürütüldüğü pek çok süs bitkisi türü gibi karanfil içinde alternatif varyasyonların yaratılmasında önemli olanakları beraberinde getiren uygun bir yöntemdir (Hamid ve ark., 2018; Yamaguchi 2018). Yapılan çalışmalar, doku kültürü ile entegre edilen iyoize radyasyon uygulamalarında, dünya çapında en yaygın kullanılan mutagen olan gama ışını ile yapılan ışınlamaların daha geniş bir çiçek fenotipi yelpazesi oluşturabileceğini göstermiştir (Chowdury ve ark., 2006; Deshmukh ve Malode 2018). Ancak son yıllarda hızlandırıcı teknolojilerinin devreye girmesi ile yapılan uygulamalar daha farklı varyasyonların yaratılmasına olanak tanımaktadır (Yamaguchi, 2018). Ayrıca, kronik gama ışını uygulamasının da akut uygulamalara göre geniş bir çiçek rengi varyasyonu oluşturma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (Buiatti ve Ragazzini, 1965). Önemli bir bulgu da, asetillenmemiş tip antosiyaninin karanfilde metalik renklendirme yaratmada etkili bir rol oynadığının tespit edilmesidir. İyon ışını uygulaması ile metalik renklendirme çeşitliliği başarılmıştır (Okumura ve ark., 2013). Bu çalışmalar sayesinde, şimdiye kadar sekiz yeni karanfil çeşidi geliştirilmiş ve dünya çapında 8 ila 15 yıl boyunca ticarete konu olmuştur. Karanfilin göreceli olarak dar genetik geçmişine rağmen, araştırmalar iyon ışını uygulamaları ile çiçek yapısını kontrol eden anahtar belirleyicilerinin uyartımı ile yeni mutant çeşitlerin oluşturulabileceğini göstermiştir (Datta, 2023; Okamura ve Hase, 2020). Bu sonuçlar, mutasyon ıslahının karanfil ıslahında önemli bir rol oynadığını ve yeni, ilgi çekici çeşitlerin geliştirilmesine olanak sağladığını ortaya koymaktadır (Okamura ve ark., 2013). Mutasyon ıslahı, dar genetik havuza sahip otogam bitkiler için etkili bir yöntemdir.

Islahçıların değişkenlik yaratmak için tek seçeneği mutasyon ıslahıdır ve özellikle çiçek renkleri için kalıtsal değişiklikler üretmek için yöntem etkilidir (Melsen ve ark., 2021). Genetik varyasyon, bitki ıslahı programında tarımsal iyileştirme için esastır ve mutasyonların uyartımı, doğal genetik kaynakları artırmak için son derece gereklidir. Etkili ve verimli bir mutagen seçimi, istenen mutasyonların frekansını yükseltmek adına çok önemlidir (Roychowdhury ve Tah 2011a). Kimyasal veya fiziksel ajanlarla indüklenebilir mutasyon, daha istenilen çiçek özelliklerine ve daha yüksek verimliliğe sahip karanfil çeşitlerinin geliştirilmesini sağlayabilir. Bu amaçla, mutasyon ıslahı yoluyla çeşitlilik oluşturmak için uyartılmış mutasyon uygun bir kaynaktır ve bu yöntemle yüksek ekonomik değere sahip birçok mutant çeşit üretilebilir (Roychowdhury ve Tah 2011b). Ancak başarılı bir mutasyon ıslahı çalışması için ilk aşamada genotipin mutagen uygulamasına en iyi cevap verdiği etkili mutasyon dozunun belirlenmesi gerekmektedir. Doğru olarak belirlenen doz ile yapılan çalışmalarda elde edilen iyi yönlü mutasyon frekansı daha yüksek olmaktadır. Doğal koşullarda mutasyonların ortaya çıkış sıklığı 1:10 000 oranındadır ki uyartılmış mutasyon uygulaması ile bu oran 1:1000 olarak gerçekleşmektedir. Dolayısı ile gerek fiziksel gerek kimyasal mutagen kullanımında genotipe uygun olan doğru doz uygulaması etkili bir mutant varyasyonun elde edilmesinde önem taşımaktadır (van Harten, 1998; Kantoğlu ve Kunter 2021).

Bu çalışmada kesme çiçeklikte büyük önem taşıyan *Dianthus chinensis* türünde yeni mutant çeşit adayları geliştirmek için sezyum ( $Cs^{137}$ ) gama kaynağı ile yapılacak mutasyon ıslahı çalışmasına yönelik olarak EMD<sub>50</sub>'nin belirlenmesi hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçların *Dianthus chinensis* için sonraki mutasyon ıslahı çalışmaları için öncü niteliği taşıyacağı düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmada ticari tohum satan bir firmadan temin edilen ve tohum nemi %7 olan standart Çin Karanfil (*Dianthus chinensis*) tohumları kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

Karanfil tohumları Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK), Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü (NÜKEN) Ankara Sarayköy Yerleşkesinde bulunan deneysel ışınlamada kullanılan  $Cs^{137}$  kaynaklı, doz hızı 821Gy/h olarak tespit edilen gama

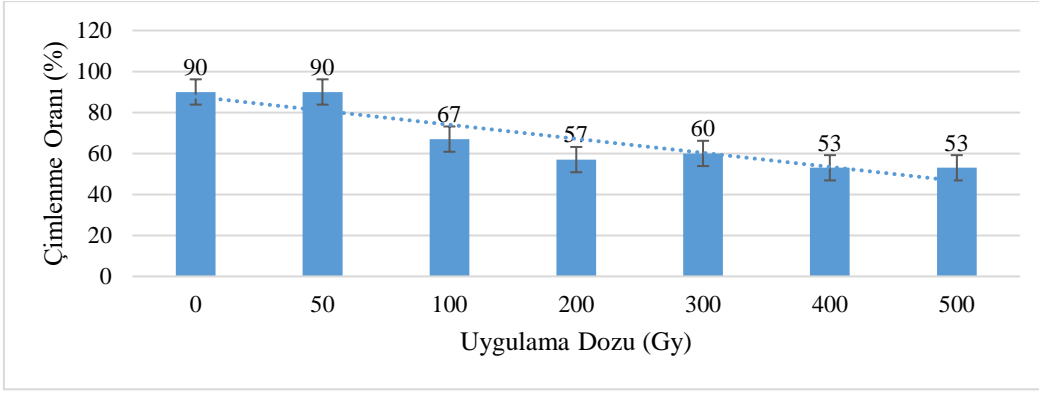
ışınlama cihazı ile ışınlanmıştır. Çin karanfili tohumlarında EMD<sub>50</sub> belirlenmesi için yedi farklı doz; 0, 50, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy olacak şekilde uygulanmıştır. Işınlamanın ardından TENMAK NÜKEN Tarım ve Gıda Araştırmaları Grubuna ait seralarda 16/8 h ışık rejimi, %70-85 nem ve 25±1°C sıcaklık koşullarında, torf (Klasman K1) dolu viyollere 10 adet tohum/viyol olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak tohum ekimleri gerçekleştirilmiştir. Ekimi takip eden onuncu günde kontrol ve ışınlanmış tohumlara ait çimlenme oranları belirlenmiştir. Otuz günlük fide gelişme döneminin ardından farklı gama ışın dozlarının bitki gelişimi üzerine yapmış olduğu etkiyi belirlemek için bitki sürgün uzunluğu, yaş ve kuru bitki ağırlık ölçümleri yapılmıştır (Kantoğlu ve Kunter, 2021). EMD<sub>50</sub> kontrol bitkilerinin sürgün uzunluğunu % 50 oranında azaltan doz olarak tanımlanmaktadır. Bu değeri belirlemek için elde edilen ortalama sürgün uzunluğu verileri ile Microsoft Office Excell paket programı ile lineer regresyon analizi yapılarak doz belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Etkili mutasyon dozunu belirlemek üzere yapılan çalışmada; Cs<sup>137</sup> deneysel gama kaynağı ile 7 farklı dozda ışınlanan karanfil tohumları ışılandıktan sonra hazırlanan ekim viyollerine ekilmiştir. Ekimi takip eden 30 günlük süre sonunda gelişen bitkilerde bitki boyu, yaş ve kuru ağırlığı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlerde dozlara göre çimlenen tohum sayısı kontrol bitkilerine göre kıyaslandığında farklılık gösterdiği görülmüştür. Şekil 1'de de izlendiği üzere 100 Gy'lik ışın uygulamasından sonra çimlenme yüzdeleri artan dozlara bağlı olarak azalmış ve %50-60 oranında gerçekleşebilmiştir. Ancak 400 ve 500 Gy'lik uygulamalar arasında çimlenme oranı açısından bir farklılık oluşmamıştır. Dolayısı ile doz miktarı artışına bağlı olarak çimlenme oranının da düştüğü tespit edilmiştir.

Işınlamanın otuzuncu gününde yapılan fide gelişimine yönelik ölçümlerin sonucunda Çizelge 1'de de görüldüğü üzere doz miktarının artışıyla fide boylarında lineer bir azalma gözlenmiştir. Kontrol grubundaki ortalama sürgün uzunluğu 8.24 cm olarak bulunmuştur. Uygulanan dozların ise fide boylarını artan doz miktarının etkisine bağlı olarak giderek azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 1).





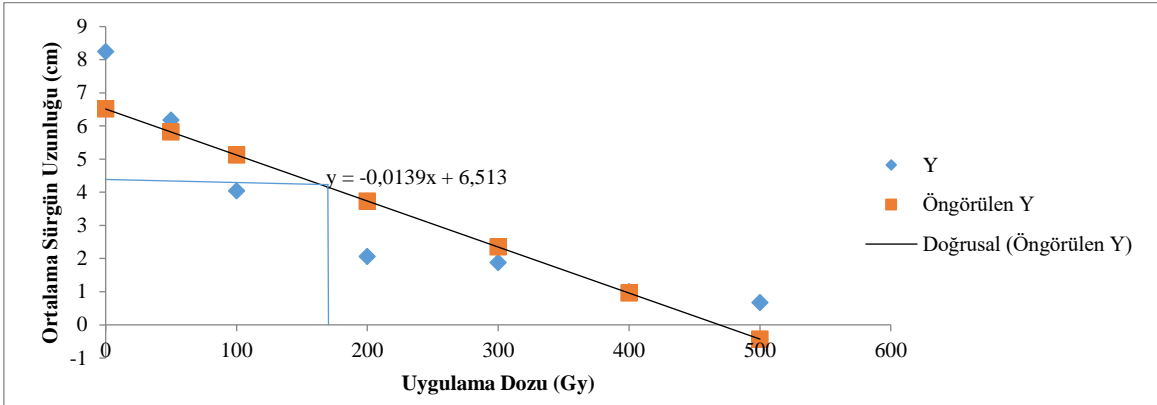
**Şekil 1.** Uygulanan gama ışını dozlarına göre Çin Karanfil tohumlarının çimlenme oranı

**Çizelge 1.** Işınlamayı takip eden 30. günde yapılan ölçümler

Işın Dozu(Gy)	Sürgün uzunluğu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)
0	8.24	28.46	4.47
50	6.18	16.33	2.66
100	4.04	8.50	1.44
200	2.06	2.86	0.54
300	1.88	3.15	0.59
400	1.00	1.62	0.34
500	0.67	0.96	0.25

100 Gy uygulamasını takip eden artan dozlarda sürgün uzunluğunda ciddi bir azalma olduğu saptanmış ve 500 Gy uygulamasında ortalama bitki boyu 0.67 cm olarak belirlenmiştir. Buna bağlı olarak yaş ve kuru fide ağırlığının da azaldığı; kontrol grubunda 28.46 g olarak belirlenen ortalama yaş fide ağırlığının 400 Gy’de 1.62 g ve 500 Gy’lik uygulamada ise 0.96 g olduğu saptanmıştır. Benzer sonuç kuru fide ağırlığında da elde edilerek artan ışın dozunun fide gelişimi üzerine olan olumsuz etkisi bir kere daha teyit edilmiştir. Ortalama sürgün uzunluğu verileri baz alınarak yapılan Lineer Regresyon Analizi sonucuna göre (Şekil 2) 172.16 Gy’lik doz EMD<sub>50</sub> dozu olarak belirlenmiştir. Bu doz kontrol bitkilerinin sürgün uzunluğunun %50’si oranında gelişim sağlandığı etki dozudur. Benzer bir çalışmada ise Co<sup>60</sup> ile gama radyasyonu uygulaması sonrasında karanfil bitkisinde çimlenme, hayatta kalma oranı, büyüme özellikleri ve morfolojik varyasyonlar üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve 240 Gy, 320 Gy ve 400 Gy dozlarının genotip tepkisine de bağlı olarak morfolojik değişiklikler ve büyüme özelliklerinde belirgin etkiler gösterdiği, düşük dozların ise bitki büyümesini teşvik ettiği saptanmıştır (Velkov ve ark., 2016; Hamid ve ark.,2018). *In vitro* koşullarda gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise, 5 Gy dozundaki gama ışınlanması *in vitro* sürgün oluşumu üzerine karanfil bitkilerinde olumlu etkiler gösterirken, 10 Gy ve üzeri dozlar bitki ve çiçek gelişimini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca, 30

Gy ve üzeri dozlar çiçek rengi varyasyonlarına neden olmuş ve en yüksek mutasyon oranı 50 Gy dozunda koyu pembe renkli mutantlarla gözlemlenmiştir (Singh ve ark., 1999).



**Şekil 2.** Lineer regresyon analizi EMD<sub>50</sub> değeri (y= 172.16 Gy)

Bir diğer çalışmada farklı gama ışını dozlarına maruz bırakılan karanfil kalluslarında en düşük hayatta kalma oranının “Tempo” ve “Raggio de Sole” çeşitlerinde sırası ile %53 ve %42 oranında 50 Gy’lik uygulamada gerçekleştiği tespit edilirken (Dogra ve Dhiman 2017), başka bir çalışmada ise karanfil çeşitlerinde en yüksek kallus oluşumunun (%73) 50 Gy uygulaması ile “Eskimo” çeşidinde elde edildiğini ancak diğer çeşitler içinde 25 Gy’lik dozunun kallus eksplantlarında en uygun sonuçları verdiği bildirilmiştir (Sabaghi ve ark., 2020). Yine *in vitro* eksplant ve tohum ışınlamaları dışında karanfilde en çok kullanılan yöntemlerden bir diğeri de köklü çelik ışınlaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bir araştırmada 80 Gy’lik gama ışını ışınlamasının köklü çeliklerde etkili olduğu ve bu dozda yapılan ışınlama sonucunda oluşturulan ana populasyondan Hollanda’da White Cortina, Pink Cortina ve Red Cortina çeşitleri geliştirilerek tescil edilmiştir (IAEA, 2024). Süs bitkileri dışında bugün dünyada pek çok farklı türde mutasyon ıslahı çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalarda incelendiği zaman domateste oturak çeşide ait tohum ışınlaması için 150 Gy (Kantoğlu ve ark., 2023), marulda genotip farklılıklarına göre Cervantes çeşidi için 254.45 Gy, Escule çeşidi için ise 150 Gy (Kökpınar ve ark., 2024), havuç kallusu için 8.36 Gy (Turan Büyükdinç ve ark., 2022) EMD<sub>50</sub> dozu olarak belirlenmiştir. Dolayısı ile üzerinde çalışılan tür, ışınlama kaynağı, ışınlamada kullanılan bitki materyali (tohum, polen, çıplak köklü fide, aşı gözü, çelik, *in vitro* eksplantlar vb.) ve çeşide göre belirlenecek olan EMD<sub>50</sub> dozu (Yali ve Mitiku, 2022) başarılı bir mutasyon ıslahı çalışmasının ilk önemli aşaması olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **4. Sonuçlar**

Bu çalışmada Çin karanfiline yönelik yapılacak bir mutasyon ıslahı çalışmasının ilk adımı olan EMD<sub>50</sub> dozunu belirlemek üzere Çin karanfili tohumları yedi farklı gama ışını dozunda ışınlanmış ve ışınlamayı takiben sera koşullarında otuz gün boyunca tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi izlenmiştir. Otuzuncu günde gelişmiş olan karanfil fidelerinin elde edilen sürgün uzunluğu verileri ile gerçekleştirilmiş olan lineer regresyon analizinin neticesinde EMD<sub>50</sub> dozunun 172.16 Gy olduğu tespit edilmiştir. Mutasyon ıslahı çalışmalarında pek çok araştırıcı tarafından göz ardı edilen EMD<sub>50</sub> dozu bir mutasyon ıslahı çalışması için hangi tür üzerinde çalışılırsa çalışılsın en kritik noktadır. Çünkü genotipten genotipe göre farklılık gösteren bu dozun, üzerinde çalışılan genotipe göre doğru olarak belirlenmesi, daha yüksek mutasyon frekansının ve buna bağlı olarak da etkili bir mutant varyasyonun oluşturulmasında en önemli aşamalardan birisidir. Bu alışma ile üzerinde çalışılan genotipe zel EMD<sub>50</sub> dozu belirlenerek; daha geniş bir varyasyonun bu doz ve bu dozun %10 alt ve st limitleri (155-190 Gy) kullanılarak yapılacak ışınlama sonrasında elde edilmesi sağlanacaktır.

#### **Teşekkür**

Bu çalışmanın uygulama kısmı Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu, Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü bünyesinde yapılmıştır.

Bu alışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Buiatti, M., & Ragazzini, R. (1965). Gamma-ray induced changes in the carnation, *Dianthus caryophyllus* L. *Radiation Botany*, 5(2), 99-105.
- Büyükdiñç, D. T., Kantoğlu, K. Y., Kuşvuran, Ş., İpek, A., Karataş, A., & Ellialtıoğlu, Ş. Ş. (2022). Selection of salt tolerant lines at cell level using gamma ray with callus and suspension culture techniques in black carrots (*Daucus carota* L. ssp. sativus var. atrotubens Alef.). *Applied Radiation and Isotopes*, 190, 110523.
- Chowdury, S., Paramesh, H., & Tripathi, N. (2006). In vitro approaches for chemical mutagenesis in carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 66(01), 71-72.
- Çelik, Ö., & Atak, Ç. (2017). Applications of ionizing radiation in mutation breeding. *New insights on gamma rays*, 6, 111-132.
- Datta, S. K. (2023). Role of Mutation Breeding In Floriculture Industry (pp. 355-371). Singapore, Springer.
- Deshmukh, P. D., & Malode, S. N. (2018). Effects of gamma radiation on seed germination, plant survival and growth characteristics in *Dianthus caryophyllus* var. Chabaud. *Journal of Global Biosciences*, 7(3), 5403-5410.
- Dogra, S., & Dhiman, S. R. (2017). Effect of gamma rays on per cent survival of calli in carnation cultivars 'Tempo' and 'Raggio-de Sole'. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 1025-1027.
- Hamid, R. S., Gholamreza, S. S., & Pejman, A. (2018). *In Vitro Mutation Breeding or Carnation by Gamma Radiation* (No. IAEA-CN--263).
- IAEA (2024). Mutant Çeşitlilik Araması. Erişim Tarihi: <https://nucleus.iaea.org/sites/mvd/SitePages/Search.aspx>. Erişim Tarihi: 12.08.2024.
- Kantia, A., & Kothari, S. L. (2002). High efficiency adventitious shoot bud formation and plant regeneration from leaf explants of *Dianthus chinensis* L. *Scientia Horticulturae*, 96(1-4), 205-212.
- Kantoğlu, Y. & Kunter, B. (2021). *Mutasyon Islahı, Süs Bitkileri Islahı Kitabı (Klasik ve Biyoteknolojik Yöntemler)*, 145-202. Gece Kitaplığı, Ankara.
- Kantoğlu, K. Y., İç, E., Özmen, D., Bulut, F. Ş., Ergun, E., Kantoğlu, Ö., & Özçoban, M. (2023). Gamma rays induced enhancement in the phytonutrient capacities of tomato (*Solanum Lycopersicum* L.). *Frontiers in Horticulture*, 2, 1190145.

- Kaya, A. S., Karagüzel, Ö., Kazaz, S., & Aydınşakir, K. (2013). *Dünyada Karanfil Islahçısı Önemli Firmalar ve Islah Çalışmaları*. V. Süs Bitkileri Kongresi. 739-743 Yalova.
- Kökpinar, Ş. S., Kantoglu, K. Y., & Ellialtıoğlu, Ş. Ş. Marulda (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) Mutasyon Islahı Yönteminin Morfolojik Etkileri. *Bahçe*, 53(Özel Sayı 1), 364-373.
- Melsen, K., van de Wouw, M., & Contreras, R. (2021). Mutation breeding in ornamentals. *HortScience*, 56(10), 1154-1165.
- Okamura, M., Nakayama, M., Umamoto, N., Cano, E. A., Hase, Y., Nishizaki, Y., Sasaki, N. & Ozeki, Y. (2013). Crossbreeding of a metallic color carnation and diversification of the peculiar coloration by ion-beam irradiation. *Euphytica*, 191, 45-56.
- Okamura, M., & Hase, Y. (2020). Advances in mutation technology to create novel carnation varieties. *The Carnation Genome*, 119-134.
- Panwar, S., Gupta, Y. C., Kumari, P., Thakur, N., & Mehraj, U. (2022). Carnation. In *Floriculture and Ornamental Plants* (pp. 25-46). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Patil, U. H., Masalkar, S. D., & Patil, A. H. (2019). Effect of chemical mutagens on growth and flowering of carnation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(2), 1982-1984.
- Roychowdhury, R., & Tah, J. (2011a). Genetic variability for different quantitative traits in *Dianthus caryophyllus* L. during mutation breeding. *Int J Sci Nat*, 2(4), 778-781.
- Roychowdhury, R., & Tah, J. (2011b). Germination behaviors in M2 generation of *Dianthus* after chemical mutagenesis. *Intern. J. Adv. Sci. Tech. Res*, 2(1), 448-454.
- Roychowdhury, R., & Tah, J. (2011c). Mutation breeding in *Dianthus caryophyllus* for economic traits. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 2(2), 282-286.
- Sabaghi, H., Sharifi-Sirchi, G., Azadi, P., & Azimi, M. H. (2020). Optimizing the callogenesis and determining the gamma-ray intensity in leaf explant of cut carnation standard cultivars. *Journal of Plant Molecular Breeding*, 8(2), 22-28.
- Singh, K. P., Singh, B., Raghava, S. P. S., Misra, R. L., & Kalia, C. S. (1999). In vitro induction of mutation in carnation through gamma irradiation. *Journal of Ornamental Horticulture*, 2(2), 107-110.
- Sreelekshmi, R., & Siril, E. A. (2019). Effect of BA on high-frequency in vitro flowering in *Dianthus chinensis* L. cultivars-a tool to early screening of variant types. *IJRAR*, 6, 10-20.

- Sreelekshmi, R., & Siril, E. A. (2021). *In vitro* callus culture of dianthus chinensis l. For assessment of flavonoid related gene expression profile. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-320486/v1>
- van Harten, A.M. (1998). *Mutation Breeding Theory and Practical Applications*, 353pp. Cambridge University Press, UK.
- Velkov, N., Tomlekova, N.B., & Sarsu, F. (2016). Sensitivity of watermelon variety Bojura to mutant agents <sup>60</sup>Co and EMS. *J. BioSci. Biotech*, 5(1): 105-110.
- Yagi, M., Kosugi, S., Hirakawa, H., Ohmiya, A., Tanase, K., Harada, T., Kishimoto, K. & Tabata, S. (2014). Sequence analysis of the genome of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *DNA Research*, 21(3), 231-241.
- Yali, W., & Mitiku, T. (2022). Mutation breeding and its importance in modern plant breeding. *J. Plant Sci.* 10 (2), 64–70.
- Yamaguchi, H. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams. *Breeding Science*, 68(1), 71-78.

## Deprem Parkları ve Dönüştürülebilir Parklar

### Earthquake Parks and Convertible Parks

 **Gülden SANDAL ERZURUMLU<sup>1,\*</sup>**,  **Emirhan DURAN<sup>1</sup>**,  
 **Fatmanur Elif ŞAHİN<sup>1</sup>**

#### Özet

Türkiye, içerisinde bulunduğu coğrafi konumu ile tam bir deprem ülkesi olup, depremle iç içe yaşamaktadır. Hemen her gün yaşadığı küçük boyutlu depremler ve geçmiş yıllarda yaşanan büyük ölçekli deprem felaketleri ile de depreme her an hazırlıklı olmamız gerektiğini ve deprem ülkesi olduğumuz bilincinde hayatımızı sürdürmemiz gerektiğini bize göstermektedir. Bu doğrultuda ülkemizdeki her şehirde dönüştürülebilir deprem parklarına yer verilebilir. Bu çalışmada da içerisinde Ecemiş fay hattını bulunduran Niğde ili örneği için hazırlanmış olan dönüştürülebilir deprem parkı öneri tasarımına yönelik yapılan çalışma sonucunda, deprem parklarının afet öncesi ve sonrası estetik ve fonksiyonel açıdan kullanımları, dönüştürülebilir deprem parklarında nelere yer verilebileceği ve afet sonrasında insanların psikolojik açıdan da normal hayatlarına dönebilecekleri ortamların nasıl oluşturulabileceği değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Deprem, Deprem Parkı, Dönüştürülebilir Parklar

#### Abstract

Turkey, with its geographical location, is a country prone to earthquakes and lives in close proximity to seismic activity. The frequent occurrence of small-scale earthquakes and the memory of past large-scale earthquake disasters remind us that we need to be prepared for earthquakes at all times and maintain awareness of our status as an earthquake-prone country. In line with this, convertible earthquake parks could be established in every city in our country.

This study evaluates the proposal design for a convertible earthquake park, focusing on the example of Niğde province, which includes the Ecemiş fault line. The study examines the aesthetic and functional uses of earthquake parks before and after disasters, what can be included in convertible earthquake parks, and how environments can be created where people can return to their normal lives psychologically after disasters.

**Keywords:** Earthquake, earthquake park, convertible earthquake park, Niğde

## 1. Giriş

Türk Dil Kurumu'na göre afet, çeşitli doğa olaylarının sebep olduğu yıkım ve olumsuz sonuçlar doğuran durum şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2024). Afetler insanlar tarafından korku duyulan, can ve mal kaybına sebep olabilen, can ve mal kaybı olmasa bile insanları psikolojik olarak yıpratın doğa olaylardır. Afetlerden birisi depremdir.

Deprem kavramı, kandilli rasathanesine göre yer kabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsması olayıdır.

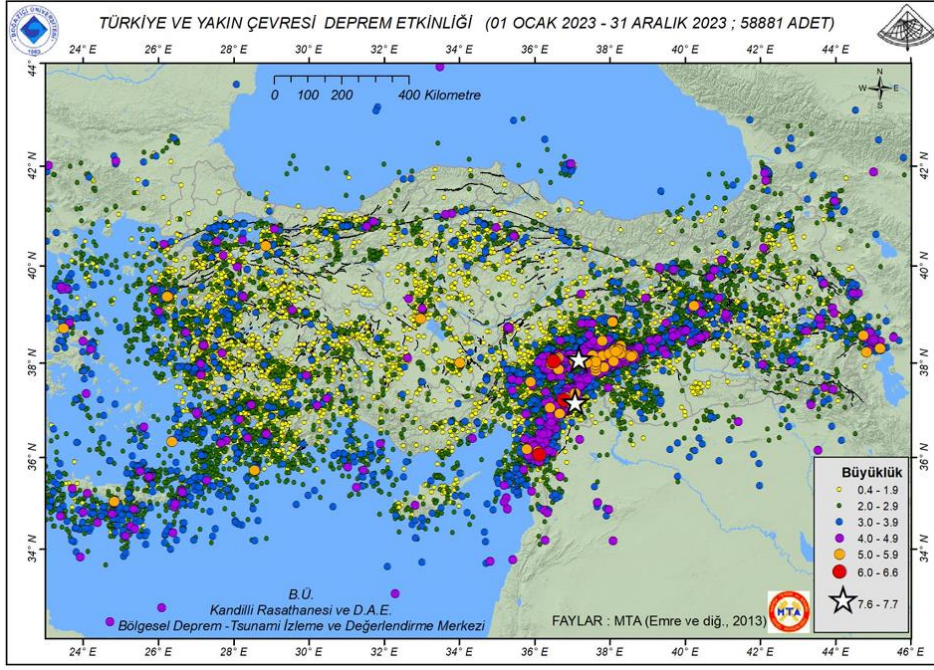
Ülkemiz, bulunduğu coğrafi konumu itibariyle Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Geçmişten günümüze kadar büyük ve küçük çaplı olmak üzere birçok depremi yaşamış olan ülkemiz depremle her an içe içe olan ülkelerdendir ve deprem ülkesi olarak da sınıflandırılmaktadır. Bu sebeple ülkemiz deprem gerçeğiyle yüzleşmeye daima hazırlıklı olmalı ve bunun bilincinde yaşamalıdır.

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir (Anonim-1, 2024).

Deprem şiddetine göre değişiklik gösterse de insanların can ve mal güvenliğini tehlikeye atan büyük çaplı kayıplara sebep olabilen doğa olaylarıdır. Deprem yıkıcı etkisi büyük olan afetlerden birisidir. Deprem, can kaybı yaşanmasa bile insanların temel ihtiyaçlarından olan barınma imkânlarını ellerinden alabilmekte, insanları derinden etkileyen büyük korku ve travmalara da sebep olabilmektedir. Deprem zamanında, insanların güvende olabilecekleri ve sığınabilecekleri, yapılardan uzak, güvenli ve ulaşımı kolay olan alanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kandilli rasathanesi 2023 yılı bölgesel deprem-tsunami izleme ve değerlendirme merkezi deprem ve patlatma değerlendirme raporuna göre 1900-2023 yılları arasında aletsel ölçüm ile tespit edilen 58.881 adet deprem olduğu bilinmektedir ve bu depremlerden 12.239 tanesinin 4.0 ila 7.9 şiddetleri arasında olduğu araştırmalar sonucunda söylenmektedir. 2023 yılında ise 756 adet deprem yaşandığı bilinmektedir (Şekil 1). (Anonim-1, 2024).

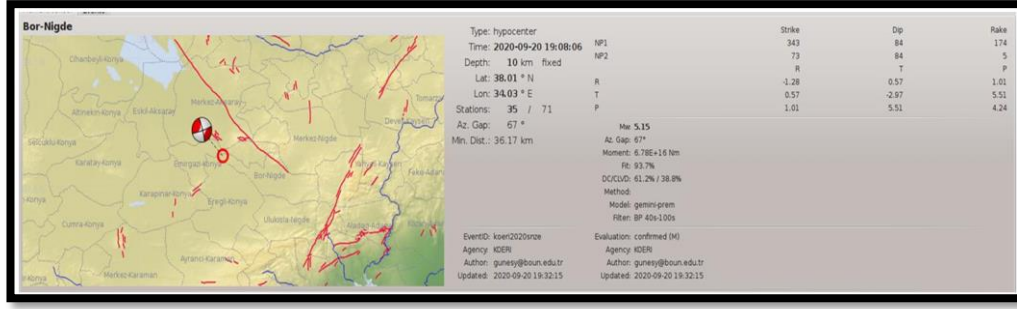




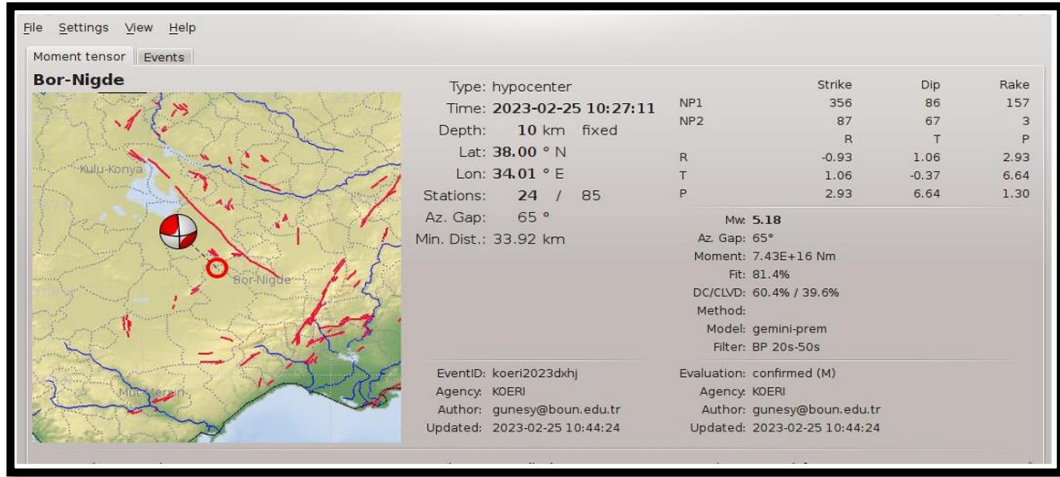
**Şekil 1.** Türkiye ve yakın çevresi deprem etkinliği haritası (Anonim-2, 2024).

Ülkemiz, yakın zamanda yaşanan asrın felaketi olarak da anılan 6 Şubat 2023 depreminde yaşanan olaylardan deprem bilincine yeterince sahip olmadığımız ve depremlere karşı hazırlıksız olduğumuz açıkça görülmüştür. Deprem sonrası insanlar daha fazla bilinçlenmiş, konu ile ilgili birçok araştırma, çalışma ve etkinlikler yapılmaya başlanılmıştır. Bu doğrultuda hayatımızda bazı değişikliklere gidilmesi ve yaşam alanlarımızı depreme hazırlıklı hale getirmemiz gerekmektedir.

Çalışma alanımız olan Niğde ili, sınırları içerisinde yer alan Ecemiş Fay hattı sebebiyle deprem tehlikesi yaşayan illerimizdendir. Aletsel dönem öncesindeki veriler bilinmeyerek, aletsel dönem sonrasında bu zamana kadar Niğde ilinde yaşanan en büyük deprem 1 Aralık 1907 yılında yaşanan 6.3 şiddetindeki Güney-Ulukışla depremi olarak bilinmektedir. Yakın zamanda yakın çevresindeki illerde ve kendi içerisinde yaşanan depremlerden de fazlasıyla etkilenmiş olup bu depremlere de yeterince hazırlıklı olunmadığı görülmektedir. Buna 25 Şubat 2023 tarihinde Niğde'nin Bor ilçesinde Obruk köyünde yaşanan 5.3 şiddetindeki deprem ve yine Obruk köyünde 20 Eylül 2020 tarihinde 5.1 şiddetinde yaşanan deprem örnek verilebilir (Şekil 2-3). Obruk köyünde yaşanan bu depremler, tüm şehri etkilemiştir. Bunun dışında geçmişte ve günümüzde de ufak çaplı yaşanan depremler olmuştur.



Şekil 2. Niğde 2020 yılı Niğde/Bor/Obruk depremi fay düzlemi çözümü (Anonim, 2020)



Şekil 3. Niğde 2023 yılı Niğde/Bor/Obruk depremi fay düzlemi çözümü (Anonim-2, 2024)

Bu çalışmada temel amaç, ilde bulunan toplanma alanlarının dışında gündelik hayatta da kullanılabilir afet sonrasında dönüştürülerek deprem parkları haline getirebilecek, dönüştürülebilir deprem parkı tasarlamaktır.

Afetlere karşı hem dirençli yaşam alanları oluştururken hem de afet sonrası insanların psikoloji sağlıklarını da kolayca toparlayabilecekleri ve hayata en az hasarla yeniden adapte olabilecekleri alanlar sunmak gerekmektedir.

Çalışmamızda, deprem sonrası insanların ulaşımı kolay, su, barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılayabilecek, kısa süreli sığınma veya geçici süre konaklama imkânı sunabilecek bir deprem parkı alanı tasarlamak amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra normal zamanlarda da insanlar için konforlu ve eğlenceli vakit geçirebilecekleri her yaşta ve statüden insana hizmet edebilecek mekanlar oluşturmak hedeflenmektedir.

### 1.1. Toplanma Alanları ve Açık Yeşil Alanlar

Toplanma alanları yaşanan afet sonrası insanların geçici süre barınma alanları hazırlanana kadar güvenli bekleme noktalarıdır. Toplanma alanlarındaki temel amaç

konaklama değil halkı tehlikeli bölgeden uzaklaştırıp korumak, oluşan paniği önlemek insanların birbiri ile kolaylıkla iletişim kurabilmesini sağlamaktır. Her ilin kendine ait toplanma alanları mevcuttur. Çalışma alanımız olan Niğde kenti ve çevresinde toplam 35 adet toplanma alanı olduğu bilinmektedir (Anonim, 2020).

Açık yeşil alanlar, deprem sırasında ve sonrasında insanların kendilerini en çok güvende hissettikleri yerlerdir. Bu alanlar deprem sonrasında da insanların çadır kurabileceği ve yapılardan uzakta geçici süre konaklayabilecekleri güvenli alanlar sunmaktadır.

## **1.2. Deprem Parkları ve Dönüştürülebilir Parklar**

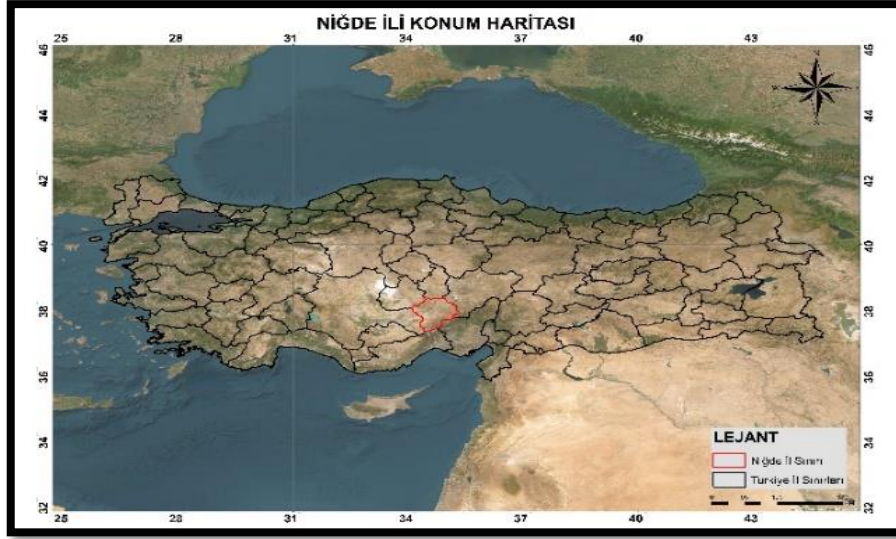
Deprem parkları; insanların kolaylıkla ulaşabileceği, deprem sonrası olası bir afet ya da depremin sebep olduğu problemlerden minimum düzeyde etkilenecek güvenliği yüksek, geçici veya uzun süre konaklayabileceği, yeme-içme, sağlık gibi temel ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri bunların yanı sıra psikolojik açıdan da etkilendikleri bu afeti yönetebilecekleri ve doğada stres atabilecekleri parklardır.

Deprem parkları sadece deprem sonrasında kullanılacak alanlar şeklinde değil gündelik hayatımızda da rahatlıkla kullanabileceğimiz parklar olmalıdır. Bu sebeple dönüştürülebilir parklar kavramı ortaya çıkmaktadır. Dönüştürülebilir deprem parkları, afet öncesi insanların eğlenerek vakit geçirebileceği fonksiyonel ve estetik açıdan her yaşta insana hitap edebilirken afet sonrasında da insanların temel ihtiyaçlarını rahatlıkla karşılayabileceği alanlara dönüştürülebilmelidir.

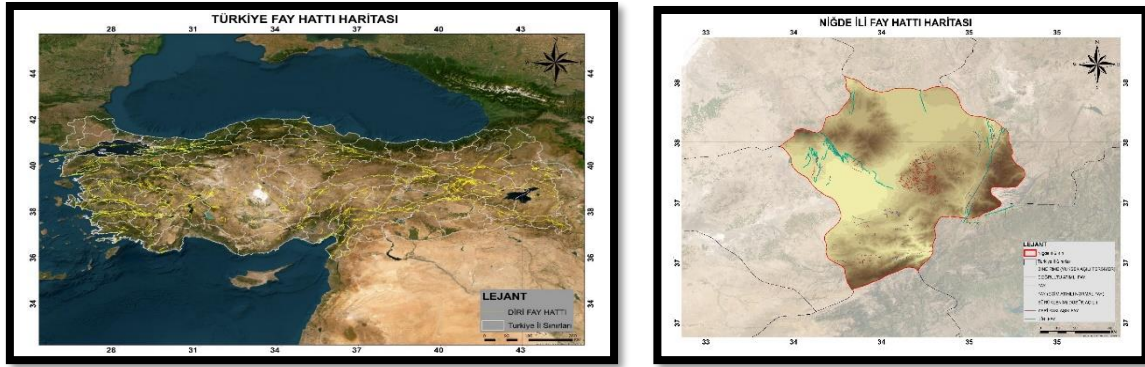
## **1. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Materyal**

Niğde ili, İç Anadolu Bölgesi'nin güneydoğusunda, Orta Toroslar içerisinde yer alan Bolkarlar ve Aladağların kuzeyinde ve Kapadokya bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 4). (Anonim,2024f.) Niğde ili, 37° 57' 47.4768" enlem ve 34° 39' 34.3944" boylamları arasında kalmaktadır ve toplam 7.400 km<sup>2</sup> yüz ölçümüne sahiptir. Nüfusu ise 2023 verilerine göre 377.080 kişidir ve 2024 yılı içerisinde nüfusun 380.013 kişi olması tahmin edilmektedir (Anonim-3, 2024). Niğde, ili Ecemiş fay hattını içerisinde barındırmaktadır. Ayrıca il içerisinde Leşkeri fay zonu, Tuz gölü fayı gibi diri fay hatlarını bulundurmaktadır (Şekil 5). Öneri dönüştürülebilir deprem parkı ise Niğde il merkezinde Efendibey mahallesinde bulunmaktadır (Şekil 6). Mahallesinin 2023 yılı verilerine göre nüfusu toplam 19.796 kişidir (Anonim-4, 2024).



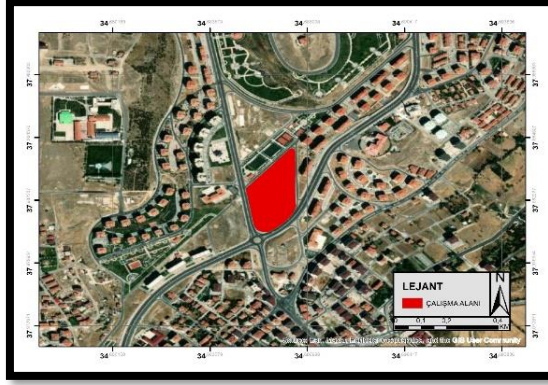
Şekil 4. Niğde ili konum haritası (Orijinal, 2024).



Şekil 5. Türkiye fay hattı haritası ve Niğde ili diri fay hattı haritası (Orijinal, 2024).

Niğde, Aksaray, Nevşehir, Kayseri ve Konya illerine komşudur. Niğde; AFAD'ın hazırladığı risk haritasına göre üçüncü derece riskli iller arasında yer almaktadır. Niğde'nin 4 aktif fay hattının üzerinde olması, çalışmada tercih edilecek konum için önemlidir ve seçilen alanlar bu fay hatlarından uzakta seçilmiştir.





**Şekil 6.** Öneri olarak yapılan dönüştürülebilir deprem parkı çalışma alanı sınırı haritası (Orijinal, 2024).

## 2.2. Yöntem

**Literatür taraması:** Afet, deprem, deprem parkları, yağmur bahçeleri, su yönetimi gibi temel başlıklar üzerinde daha önce yapılmış olan çalışmalar araştırılacak. Bu kavramların sürdürülebilir bir şekilde bir arada nasıl kullanılacağı hakkında bir çalışma yapılacaktır.

**Deprem risk haritası oluşturma (Google Earth Pro, Arcgis10.7):** Niğde il sınırları içerisinde bulunan fay hatları Arcgis 10.7 yazılımı kullanılarak deprem risk haritası oluşturulacaktır.

**Deprem parkı için uygun alan belirleme:** Arcgis10.7 yazılımı üzerinden oluşturulan deprem risk haritası göz önünde bulundurularak Google Earth Pro programı kullanılarak örnek deprem parkı projesinin kullanılabilceği alan seçimi yapılacaktır.

**Örnek proje tasarlama (Autocad 2021, SketchUp Pro 2023, Lumion 10.5):** Çalışma yapılacak alan belirlendikten sonra Autocad 2021, SketchUp Pro 2023 ve Lumion 10.5 gibi programlar kullanılarak alanın tasarımı ve modellemesi yapıp görseller elde edilecektir.

**Görsel oluşturma:** SketchUp Pro 2023 yazılımı kullanılarak hazırlanan tasarım modelleri, Lumion 10.5 programı kullanılarak ve yapay zekâ araçlarından faydalanılarak görselleştirilecektir. Bunun yanı sıra eskiz çizimleri de proje kapsamında değerlendirilecektir

**Tartışma ve Sonuç:** Oluşturulan örnek park alanı tamamlandıktan sonra elde edilen görseller ve çalışma süresince kullanılan öğeler incelenerek konuyla ilgili olumlu ve olumsuz durumlara ait tartışma bölümü oluşturulacaktır. Bu tartışma içerisinden çıkarılması gereken önemli konu başlıklarından faydalanılarak çalışma sonuçlandırılacaktır.

## 2. Araştırma Bulguları

Niğde ili için tasarlanan öneri dönüştürülebilir deprem parkı alanı konumu itibariyle deprem sırasında daha güvenli olabileceği düşünülen Efendibey mahallesinde olup, insanların hem günlük hayatlarında vakit geçirebilecekleri hem de deprem sonrasında temel ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri bir alan olarak tasarlanmıştır (Şekil 7).



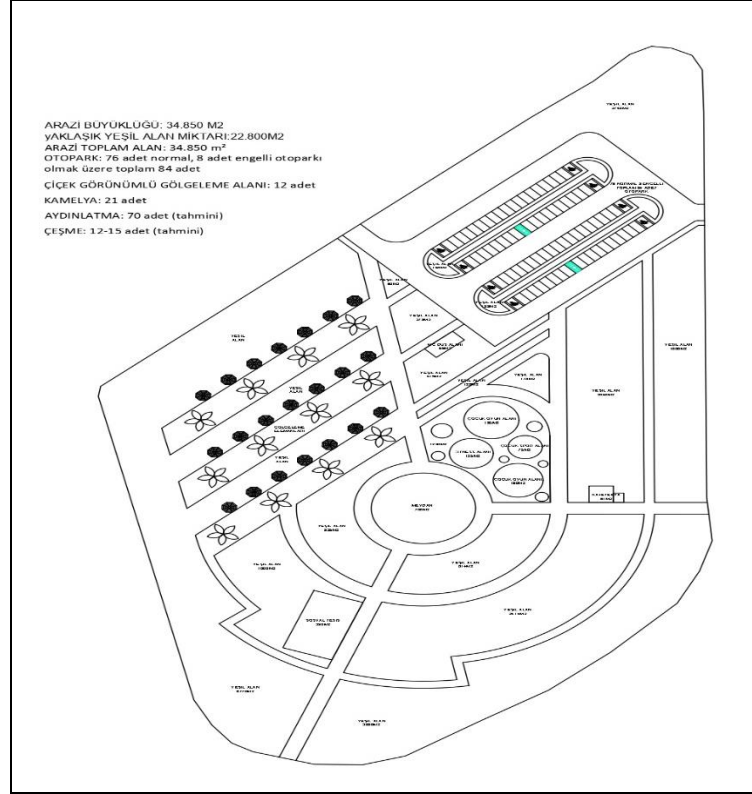
Şekil 7: Niğde ili deprem parkı öneri alanı yakın çevre ilişki haritası (Orijinal,2024)

İlhanlı mahallesi il merkezinin doğu – güneydoğu kısmında yer almaktadır. Mahallenin 2023 verilerine göre nüfusu 19.196 kişidir. Bunların 9.925 kişisi erkek, 9.271 kişisi kadınlardan oluşmaktadır. (Anonim,2024c)

Bu sebeple parkın tasarımı yapılırken farklı yaşta ve kategoride insanların bu parkta zaman geçireceği göz önünde bulundurulmuştur. Alanın yakın çevresinde deprem parkı olarak kullanılabilir başka bir alternatif park bulunmaktadır.

Parklardaki kullanım alanlarına dikkat edilip alan içi kullanım kapasitesi ve yoğunluğu düşünülmüştür. Erişilebilirliği kolaylaştırmak ve olası bir afet durumunda ulaşımı daha kolay bir alan olması için arazinin düze yakın ve minimum düzeyde eğimli bir alan olmasına dikkat edilmiştir.

Çalışma alanı yaklaşık  $34.850m^2$ , yaklaşık yeşil alan miktarı  $22.800m^2$ , 76 adet normal, 8 adet engelli otoparkı olmak üzere toplamda 84 adet otopark bulunmaktadır (Şekil 8). 12 adet çiçek görünümlü gölgeleme alanı, 21 adet kamelya, çeşme ve aydınlatma elemanları tasarlanmıştır.



Şekil 8: Çalışma alanında yapılan tasarım (Orijinal,2024).

Tasarlanan park, kafeterya, sosyal tesis, otopark, piknik alanı, wc-duş, çöp toplama alanları, soyunma odaları, çocuk oyun alanları, fitness alanı, çeşmeler, süs havuzları, meydan, dönüştürülebilir donatı elemanları, gölgeleme elemanları, aydınlatma elemanları gibi alanları içerisinde bulunduran erişimi kolay bir park olarak tasarlanmıştır.

### Niğde İli Öneri Deprem Parkının, Deprem Öncesi ve Sonrası Alan Kullanımları

**Kafeterya:** Deprem öncesinde insanların vakit geçirebileceği ve bir şeyler yiyip içebileceği bir dinlenme ve eğlenme alanı olarak hizmet verebilecektir. Deprem sonrasında insanların yemekhane olarak kullanabileceği bir alana dönüştürülebilmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Öneri deprem parkı projesi kafeterya deprem öncesi ve sonrası görünümü (Orijinal, 2024)



**Sosyal tesis ve süs havuzları:** Deprem öncesinde çeşitli aktivitelerin yapıldığı bir alan iken deprem sonrasında afet koordinasyon ve kriz yönetim merkezi ve tıbbi müdahale alanı olarak kullanılabilir.

İnsanların deprem öncesinde de sonrasında da su sesi ile terapi olabileceği hem estetik hem de işlevsel alanlardır (Şekil 8).



**Şekil 8.** Öneri deprem parkı projesi sosyal tesis deprem öncesi ve sonrası görünümü (orijinal, 2024)

**Otopark:** Hem afet öncesinde hem afet sonrasında otopark olarak kullanılabilir gibi afet sonrasında çadır alanı olarak da değerlendirilebilir (Şekil 9).



**Şekil 9.** Öneri deprem parkı projesi otopark deprem öncesi ve sonrası görünümü (Orijinal, 2024)

Deprem öncesinde insanları doğa içerisinde sosyalleşebileceği, vakit geçirebileceği bir alan iken deprem sonrasında çadır alanı olarak piknik alanı düşünülmüştür.

Deprem öncesinde ve sonrasında da güneş ya da yağmur etkilerinden korunmak için gölgeleme elemanları tasarlanmıştır.

Alan içerisinde kullanılan bankların, alt kısımlarında sandık sistemi, sandıklar içerisinde çadırlar ve ilk yardım çantaları bulunmaktadır. Deprem sonrasında alanda bulunan bankların sandıkları yetkili görevliler tarafından açılıp içerisinde çadırlar ve ilk yardım çantaları çıkartılabilmektedir. Ayrıca alanda bulunan kamelyalar afet sonrasında etrafı sarılarak kapalı alanlara da dönüştürülebilir donatı elemanları tasarlanmıştır.



Deprem öncesinde ve sonrasında hijyen açısından kullanılabilir aynı zamanda içme suyu olarak da kullanılabilir çeşme alanları belirlenmiştir (Şekil 10).



**Şekil 10.** Öneri deprem parkı projesi piknik alanı, gölgeleme elemanları, dönüştürülebilir donatı elemanları ve çeşmelerin deprem öncesi ve sonrası görünümü (Orijinal, 2024)

Alanda deprem sonrasında fonksiyonel açıdan işlevselliğinin yüksek olabileceği bir alan olarak wc ve duş bir arada tasarlanmıştır (Şekil 11).



**Şekil 11.** Öneri deprem parkı projesi wc-duş deprem öncesi ve sonrası görünümü (Orijinal, 2024)

Deprem öncesinde çocukların eğlenerek vakit geçirebileceği alanlar, deprem sonrasında da normal hayata dönebilmek ve psikolojik açıdan minimum düzeyde etkilenmelerini sağlayabilmek için onlara imkan sunan eğlence alanı olarak Çocuk oyun alanları tasarlanmıştır.

Deprem öncesinde ve deprem sonrasında insanların rahatlıkla spor yapabileceği hem fiziksel gelişim hem de psikolojik olarak kendilerini iyi hissedebilecekleri Fitness alanı düşünülmüştür (Şekil 12).



**Şekil 12.** Öneri deprem parkı projesi çocuk oyun alanı ve fitness alanı deprem öncesi ve sonrası görünümü (Orijinal, 2024)

Deprem öncesinde estetik bir değere sahip olan bu alan insanların su sesi eşliğinde oturup vakit geçirebilecekleri bir alan, deprem sonrasında toplanma, haberleşme, bilgilendirilme gibi farklı amaçlarla kullanılacak bir ortak alan olarak meydan belirlenmiştir (Şekil 13).



**Şekil 13.** Öneri deprem parkı projesi meydan deprem öncesi ve sonrası görünümü (Orijinal, 2024)

Alan kullanımlarının konumlarını belirten ve ulaşılabilir bir park olması için alan içerisinde yönlendirici tabela ve panolar kullanılmıştır (Şekil 14).



**Şekil 14.** Niğde İli İlhanlı Mahallesi öneri deprem parkı tabela ve panolar (Orijinal, 2024)

### 2.1. İlhanlı Mahallesi Öneri Deprem Parkında Kullanılabilecek Bitkiler

Parkın bitkisel tasarımı yapılırken Niğde ili iklim ve toprak koşulları göz önünde bulundurulmuş ve bölgede yetişebilecek bitkiler tercih edilmiştir. Seçilen bitkiler; gölge yapan, kökleri ile toprağı tutabilen, çiçekleri ile insanları mental olarak rahatlatabilen türlerdir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Öneri parkında kullanılabilecek bitki türleri

AĞAÇLAR			
Latince Adı	Türkçe Adı	Tasarım Amacı	Fonksiyonellik
<i>Cornus mas L.</i>	Kızılcık	Alan doldurucu	Görsel değer katma
<i>Fraxinus excelsior L.</i>	Adi Dişbudak	Alan doldurucu, Bitki katmanları oluşturma	Gölge sağlama
<i>Malus floribunda</i>	Süs Elması	Alan doldurucu, Doğallaştırıcı, Fon bitkisi, Geçiş ve Odak bitkisi	Gölge sağlama, Görsel perdeleme, Rüzgâr kıran, Ses perdelemesi, Sınırlama, Yaban hayatına destek
<i>Picea orientalis L.</i>	Doğu Ladini	Alan doldurucu	Odak noktasında
<i>Pinus nigra Arnold</i>	Karaçam	Bitki katmanları oluşturma, Doğallaştırıcı, Fon bitkisi, Geçiş bitkisi	Erozyon kontrol, Gölge sağlama, Hava kalitesini iyileştirme, Ses perdelemesi, Yaban hayatına destek
<i>Pinus pinea L.</i>	Fıstık çamı	Alan doldurucu, Bitki katmanları oluşturma, Fon bitkisi,	Gölge sağlama, Görsel perdeleme, Hava kalitesini iyileştirme, Rüzgâr kıran, Ses perdelemesi, Tıbbi bitki, Kozmetik, Yaban hayatına destek
<i>Platanus orientalis L.</i>	Doğu Çınarı	Alan doldurucu, Bitki katmanları oluşturma, Doğallaştırıcı, Fon bitki, Masif bitkilendirme	Gölge sağlama, Görsel perdeleme, Hava kalitesini iyileştirme, Rüzgâr kıran, Ses perdelemesi, Sınırlama, Yaban hayatına destek
<i>Robinia pseudoacacia L.</i>	Yalancı Akasya	Alan doldurucu, Bitki katmanları oluşturma, Doğallaştırıcı, Fon bitki, Masif bitkilendirme	Gölge sağlama, Görsel perdeleme,
<i>Tilia tomentosa Moench.</i>	Ihlamur	Alan doldurucu, Bitki katmanları oluşturma, Doğallaştırıcı, Fon ve Geçiş bitkisi	Gölge sağlama, Görsel perdeleme, Hava kalitesini iyileştirme, Rüzgâr kıran, Ses perdelemesi, Sınırlama, Tıbbi bitki, Kozmetik, Yaban hayatına destek



ÇALILAR VE YERÖRTÜCÜLER			
Latince Adı	Türkçe Adı	Tasarım Amacı	Fonksiyonellik
<i>Achillea tomentosa</i> L.	Civanperçemi	Alan doldurucu, Bitki katmanları oluşturma, Çime alternatif, Geçiş ve Odak bitkisi, Doğallaştırıcı	Tıbbi bitki, Kozmetik, Yaban hayatına destek
<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Ağaç Hatmi	Alan doldurucu, Doğallaştırıcı, Fon bitkisi, Odak bitkisi	Erozyon kontrol, Görsel perdeleme, Rüzgâr kıran, Tıbbi bitki, Kozmetik
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Lavanta	Alan doldurucu, Bitki katmanları oluşturma, Geçiş ve Odak bitkisi, Doğallaştırıcı	Tıbbi bitki, Kozmetik, Yaban hayatına destek
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Kurtbağrı	Parlak yapraklı, Kontrastlık etkisi	Hareket ve görsel
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	Hanımeli	Estetik değer, Çit ve sınır bitkisi, Fon bitkisi	Çit ve sınır oluşturma, Erozyon kontrol, Yaban hayatına destek

### 3. Sonuç

Deprem parkları ülkemizde oluşma potansiyeli yüksek olan deprem afeti için insanların sosyo-kültürel, psikolojik ve toplumsal dayanışma ve birlikteliğini arttırmaya yönelik afet öncesinde gündelik yaşam ihtiyaçlarına ve taleplerine karşılık verebilen, deprem sonrasında ise afetin yıkıcı etkilerini kendi içinde barındırdığı dönüştürülebilir alan kullanımları ve öğeleri ile insan ihtiyaçlarını karşılayabilecek parklar olarak var olmaktadır. Yapılan çalışma ile farklı ülkelerde bulunan deprem parkları ve ülkemizde son yıllarda kullanımı yaygınlaştırılmakta olan deprem parkları ile ilgili örnek alanlar incelenmiş olup, bu alan kullanımlarının estetik ve fonksiyonel özellikleriyle ilgili olarak hangi istek ve ihtiyaçlara karşılık verebileceği konusuna yön verebilecek örnek bir park tasarımı yapılmıştır.

Her park insanların kent yaşamından uzaklaşmasını sağlayabilecek potansiyelde olmayabilir. Bu nedenle peyzaj mimarlarına bu alanların tasarım ve planlanmasına yönelik olarak büyük görev düşmektedir. Tasarımı yapılacak her park insanların sadece eğlence amacıyla kullanılabilecekleri yerler değil; karşılaşılabilecek olası doğal afetlere yönelik sığınabilecekleri ve geçici bir süre yaşantılarını sürdürebilecekleri güvenilir alanlar olmalıdır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda mevcut afet toplanma alanlarının büyük bölümünün açık yeşil alanlardan oluşması, insanların yalnızca afet anında kısa süreli kullanımına ve isteklerine karşılık vermektedir. Bunun sebebi alanın uzun süreli kullanıma yönelik planlanmamış olmasıdır.

Çalışmamızda, afetlerin insanlar üzerinde yarattığı olumsuz etkiler dikkate alınarak deprem parkları ve dönüştürülebilir parkların önemi vurgulanmıştır. İnsanların afet sırasında sığınabilecekleri alanlar olarak kullanabilecekleri afet sonrasında da geçici süre konaklayabilecekleri ve güvende kalabilecekleri alanlar olarak tasarlanmıştır. Niğde ili için

tasarlanan bu parkta insanların hem afet öncesi hem de afet sonrasında kullanımına uygun alanlar oluşturularak alan işlevselliği korunmuştur. Afet sonrasında ise insanların sadece temel ihtiyaçları değil aynı zamanda yaşadıkları afeti daha kolay atlatabilmelerini sağlayacak kullanım alanları ve bitkilendirme çalışmaları yapılarak psikolojik açıdan sağlıklarına da önem verilmiştir. Tasarlanan park ile insanların yaşamlarına fayda sunabilmek amaçlanmıştır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

**Kaynakça**

Anonim, (2020).<http://www.dmchaber.com/haber-nigde>. Erişim Tarihi: 20.07.2024.

Anonim, (2024). <https://sozluk.gov.tr>. Erişim Tarihi:20.07.2024.

Anonim-1, (2024). <http://www.koeri.boun.edu.tr>. Erişim Tarihi:18.07.2024.

Anonim-2, (2024). <https://www.afad.gov.tr/fay-nedir>. Erişim Tarihi:18.07.2024.

Anonim-3, (2024). <https://www.nufusu.com/il/nigde-nufusu>. Erişim Tarihi:15.07.2024.

Anonim-4, (2024). <https://www.nufusune.com/>Erişim Tarihi:20.07.2024.

## Changes in Germination of Some Seasonal Flower Seeds Over 16 Years in Cold Storage

### Bazı Mevsimsel Çiçek Tohumlarında 16 Yıllık Soğuk Depolama Sonrası Çimlenmedeki Değişimler

 Tuba GULOKSUZ<sup>1</sup>,  A.Hakan EKER<sup>1</sup>,  Serpil MİS<sup>1</sup>,  İbrahim Demir<sup>1,\*</sup>

#### Abstract

This work was carried out to test the changes in germination percentages of 11 seasonal flower seed species stored in cold storage (5 °C, 6.7-7.6 % seed moisture) hermetically sealed over 16 years. *Pelargoniums*, *tagetes*, *zinnias*, *petunias* and *gazanias* were found to be the most resilient species, in which seed germination was reduced between 0 and 3% following storage compared to initial germination values. *Dahlias*, *salvia* and *verbena* were medium tolerant species, as they lost germination at between 22 and 30%. The most sensitive species were *antirrhinum*, *viola* and *impatiens*, which had a germination loss as high as 94%. As vigour indication, 7th day radicle counts showed that the more resilient species had higher earlier germination values. Comparison of the storage of hybrid and open-pollinated cultivars made in two species, *Pelargonium* and *Viola*, indicated that germination was not lost in *pelargonium* hybrids, but germination loss was higher than 77% in both open pollinated and hybrid seed types of *Viola*. The results indicated that seed storage potential in flowers was greatly affected by species differences and should be taken into account for plant production practices.

**Keywords:** Flower seeds, Germination, Storage,

#### Özet

Bu çalışma 11 adet farklı mevsimlik çiçek türü tohumunun 5°C'de %6.7 ile 7.6 tohum neminde 16 yıl boyunca hermetik şekilde depolanması sonucu çimlenme oranlarındaki değişimi test etmek için yürütülmüştür. Sardunya, kadife, Kirli hanım, petunia ve Koyun gözü türleri depolamaya en dirençli türler olarak ve bu türlerde çimlenme başlangıç yüzdelerine göre sadece %0-3 arasında değişmiştir. Yıldız çiçeği, ateş çiçeği ve mine çiçeği tohumları orta düzeyde dirençli türler olarak saptanmış ve çimlenmedeki canlılık kaybı %22 ile 30 arasında değişmiştir. En hassas türler olarak aslanağzı, mor menekşe, camgüzeli ve menekşe saptanmış olup bu türlerde çimlenme kaybı başlangıç canlılığına göre %94'e kadar ulaşmıştır. Tohum gücündeki değişim olarak 7<sup>th</sup> gün çimlenme değerleri saptanmış ve depolamaya dirençli olan türler bu sayımda da yüksek değerler vermiştir. Hibrit ve açık tozlanan çeşitler menekşe ve sardunyada karşılaştırılmıştır. Sardunyada hibrit tohumlar depolamada canlılıklarını hiç kaybetmezken menekşede hem hibrit hem de açık tozlanarlarda canlılık kaybı %77'ye kadar çıkmıştır. Sonuçlar çiçek tohumlarının türler bazında depolamaya dirençliliklerinin farklı olduğunu ve bunun bitki üretiminde dikkate alınması gerektiği sonucunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çiçek tohumları, Çimlenme, Depolama

## 1. Introduction

The longevity of the seeds during storage depends on pre and post-harvest factors. Harvest maturity, processing, seed drying etc. can be considered as some of pre-storage factors. Storage temperature, relative humidity/seed moisture and oxygen are post-storage factors (Ellis, 2022; Nadarajan et al., 2023; Corbineau, 2024). The genetic structure (species differences) of seeds also plays an eminent role in storability. There are differences among the flower species regarding storability. Certain flower species store better than others (McDonald, 2005, Demir et al., 2020a). If a seed species has a short storage life, then it is necessary to purchase new seed on an annual basis. In all cases, understanding the species-based seed storage behaviour of flower seeds is important for seed companies since extensive inventories of seed are maintained and to ensure that the value of the seed is not lost during storage. Seed lost during storage is important issue since high value/hybrid seed use are common in flowers. It is estimated that 25% of seeds are loss viability over the storage in flowers (Schmidt, 2002). Moreover, conserving high seed germination during storage is a necessity for obtaining a high percentage of seedling emergence in modules for quality/timely plant production. It is well-known that even though seed germination is not lost seed vigour i.e. emergence under stressful environment, decrease as the storage time extends (Demir, 2011). Studies about storage behaviour of flower seeds (Demir et al., 2020a), are scarce. It was suggested that 15-25°C storage may be adequate for seeds of annual flowering plants for 1 year, but for longer storage periods temperatures lower than 15°C are needed. (Carpenter et al., 1995a) Germination after storage at 5°C was found to be higher than that after storage at 15°C for Delphinium (Carpenter and Boucher, 1992) and Gerbera (Carpenter et al., 1995b) seeds. Carpenter et al., (1995b) suggested that storage conditions can affect uniformity of germination (more aged seeds take longer time to germinate) that can be an important asset for high quality transplant production. Similarly, seed vigour differences which were reflected on seedling emergence occurred due to the extended storage conditions were observed in various flower seed species as viola (Demir et al., 2011), geranium, salvia, gazania, impatiens (Guloksuz et al., 2012) and petunia (Demir et al., 2020b).

When carrying over seeds (those that are left over from an earlier production year) are to be used in next production season, or seed gene bank samples for long term use, seed lots must be stored in ideal conditions. Commercial seed storage on company base is conducted ideally at 12-17°C temperatures with 40-60% relative humidity/5-7% seed moisture for



medium-term storage (12-36 months) for diverse species (Walters, 2015). In seed gene bank conditions seed samples are stored at 5°C at 5-7% seed moisture for active seed collection. They normally require to re-produce every 5 years. Un-optimal storage environment is basic reason for inducing seed ageing/longevity. Our research objectives were to compare the germination percentages after storing the seeds of eleven flower species with 6.7-7.6% seed moisture content stored hermetically at 5°C for 16 years and show how the seed quality varies among the species.

## 2. Material and Methods

Eleven different flower seed species were used in the work. Geranium/Pelargonium (*Pelargonium hortorum.*), Marigold/tagetes (*Tagetes erecta*), Zinnia (*Zinnia elegans*), Petunia (*Petunia grandifolia.*), Gazania (*Gazania rigens.*), Dahlia (*Dahlia variabilis*), Salvia (*Salvia splendens*), Antirrhinum (*Antirrhinum spp*), Verbena (*Verbena spp.*), Pansy/Viola (*Viola wittrockiana*) and Impatiens (*Impatiens spp.*) (Table 1) were obtained from commercial seed companies. Seeds of gazania, salvia, antirrhinum and verbena seeds are open-pollinated but the rest was hybrid cultivars. Initial seed moisture content was determined using the low temperature oven method (ISTA, 2020) and seed moisture percentages were changed in between 6.7 and 7.6% being the lowest in geranium and the highest in salvia, pans and impatiens as 7.6%. among species. Four replicates of 25 seeds were placed on double layered filter paper (Filtrak, Germany) which wetted with 5 ml of KNO<sub>3</sub> in a petri dish (9 cm). Tests were done in April in 2008 (before storage, initial germination) and after storage in April 2024 (about 16 years after). Seeds were stored at closed glass jars with sealed caps at 5°C in the dark. In the germination tests the Petri dishes were watered with 0.2% KNO<sub>3</sub> and placed at 5°C, over 7 days to make the dormancy release (Baskin and Baskin 2014) initially and then transferred to 20°C in dark, subsequently. Petri dishes were placed in sealed polyethylene bags to prevent evaporation. Total germination percentages (2 mm radicle emergence) were evaluated after the 7<sup>th</sup> day of the test and final germination period after 21 days. In order to see the differences in seed survival in open-pollinated and hybrid seeds open-pollinated and hybrid cultivars in Geranium and Pansy seeds were compared. In both species one of open-pollinated and two hybrid cultivars separately germinated as described above and the effect of origin of cultivar on germination after storage was tested.

Statistical analysis was conducted using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS, Chicago, IL) by using analyses of variance. Separation between initial germination and germination after storage was made at the 5% level by the Duncan Multiple Range Test.

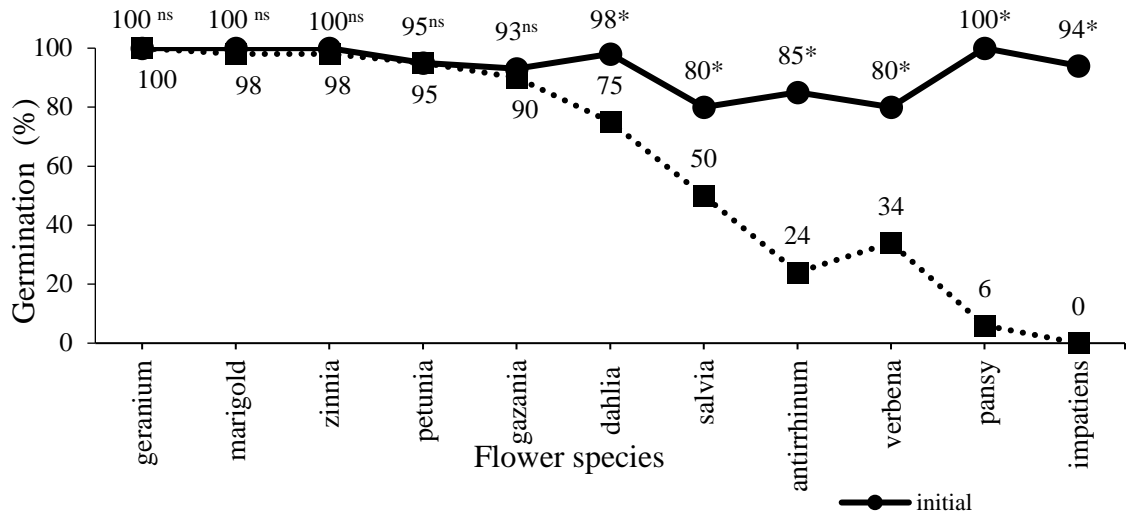
### 3. Results and Discussion

Pre-storage (initial germination) percentages in 2008 of all species ranged between 80 and 100%. Geranium marigold, zinnia, pansy seed lots had 100% germination before storage (Table 1). The initial values in petunia, dahlia, gazania, and impatiens were reported as 95, 98, 93 and 98%, respectively. The lowest initial seed germination percentages were observed in salvia, antirrhinum and verbena as 80-85% (Table 1).

**Table 1.** Changes in germination percentages of flower species stored at 5 °C hermetically over 16 years.

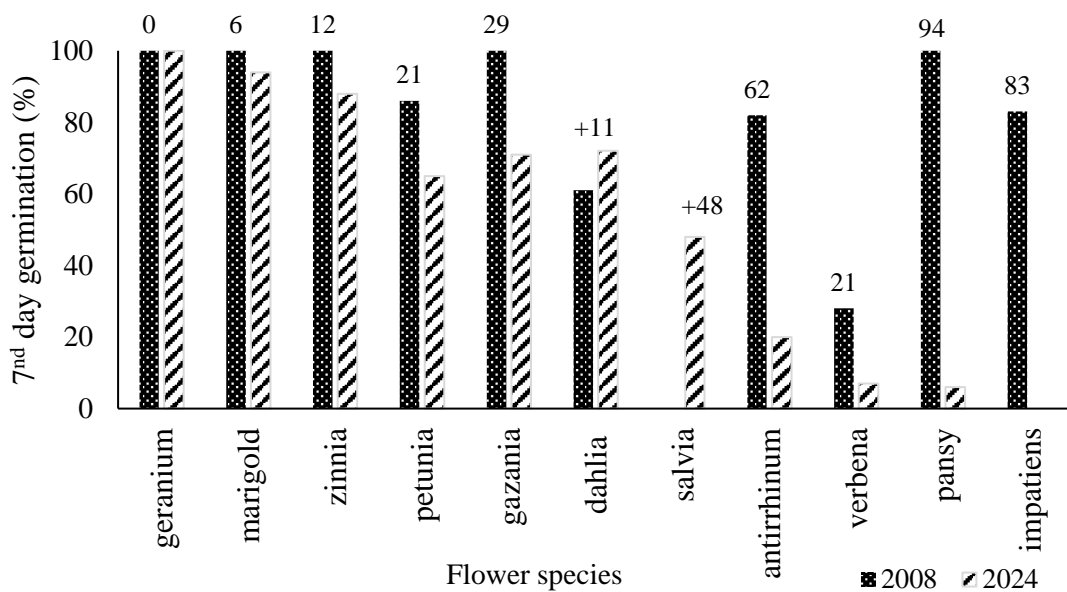
Species	Hybrid	Open pollinated	Seed moisture (%)	2008 (%)	2024 (%)	Germination difference (%)
Geranium	+		6.7	100	100	0
Marigold	+	-	7.1	100	98	2
Zinnia	+	-	7.5	100	98	2
Petunia	+	-	-	95	95	0
Gazania	-	+	7.3	93	90	3
Dahlia flower	+	-	7.5	98	75	23
Salvia	-	+	7.6	80	50	30
Antirrhinum	-	+	-	85	24	61
Verbena	-	+	7.2	56c	34	22
Pansy	+		7.6	100	6	94
Impatiens	+	-	7.6	94	0	94

Seed germination after 16 years of storage had changed variously according to the species. In geranium, marigold, zinnia petunia and gazania seeds it was just in between 0-3%. The difference in germination in between 2008 and 2024 was 23% in dahlia, 30% in salvia, 61% in antirrhinum, 46% in verbena 94% in pansy and 94% in impatiens (Figure 1).



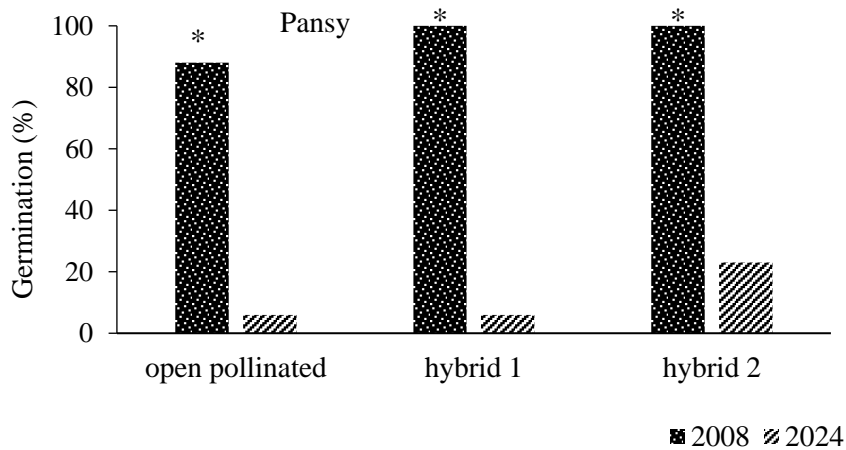
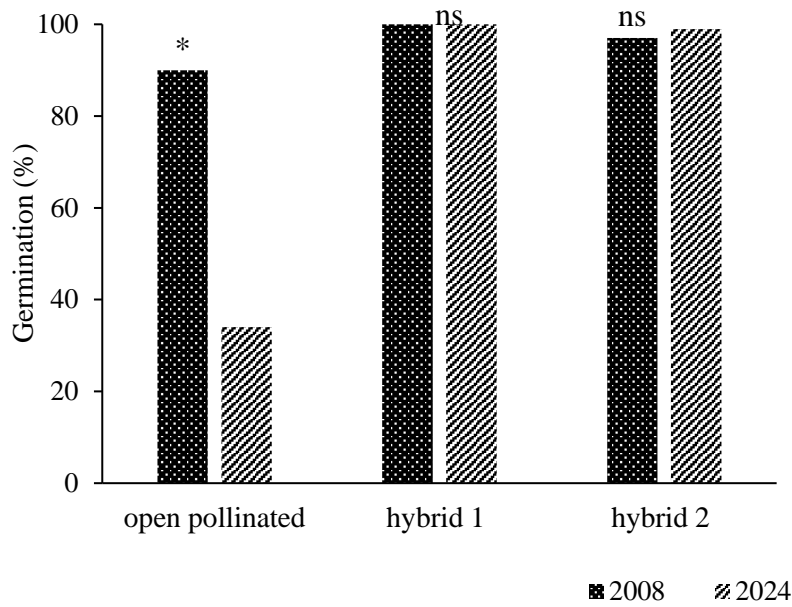
**Figure 1.** Differences in relation to species in germination percentages of flower species stored at 5 °C hermetically for 16 years

Seventh day germination percentages of the species as a vigour index in between 2008 and 2024 storage years showed that 7<sup>th</sup> day germination differences of geranium marigold, zinnia, petunia, gazania and dahlia seeds were smaller (Figure 2). While the differences after storage in antirrhinum, verbena, pansy and impatiens seeds were greater (Figure 2).



**Figure 2.** Germination of flower species on 7<sup>th</sup> days of germination test before (2008) and after (2024) storage. The differences were shown on top of the bars.

Figure 3 shows the difference between initial germination and germination after storage in two hybrids and one open-pollinated cultivars in geranium and pansy seeds. Results indicated that geranium seed lots lost germination less than pansy seeds regardless of origin of the cultivars.



**Figure 3.** The difference in germination percentages after 16 years of storage in Geranium and Pansy seeds at 5°C in relation to open-pollinated and hybrid cultivars. ns:Not significant, \*<0.05

Hybrids of Geranium seeds did not lose germination significantly ( $P > 0.05$ ) while open-pollinated one lost reasonable percentages after 16 years of storage. In pansy seeds seed germination was reduced significantly ( $P < 0.05$ ) with the storage. Both hybrid pansy seed lots germination reduced from 88 to 6% in open-pollinated and from 100% to 23%, in hybrid. Table 2 gives the summary of the resilience level of species to seed storage. Geranium, marigold, zinnia, petunia and gazania seeds appeared to be the most resilient species, dahlia, salvia, antirrhinum and verbena are sensitive and pansy and impatiens are very sensitive to storage conditions.

**Table 2.** Resilience level of flower species after storage

Resilient	*	Sensitive	*	Very Sensitive	*
Geranium	0	Dahlia	23	Pansy	94
Marigold	0	Salvia	30	Impatiens	94
Zinnia	0	Antirrhinum	61		
Petunia	0	Verbena	46		
Gazania	3				

\*: Germination loss after storage (%)

Results of the present work indicated that seeds of some flower species were found to be more resilient during storage than the others. This showed that genetic factors can affect longevity in seeds (Black and Bewley, 1982; Copeland and McDonald, 1995; McDonald, 1999; Demir et al., 2020b). McDonald (2005) classified flower seed species into three categories according to their storability as short (less than 1 year), medium (less than 3 years) and long (more than 3 years) storable groups. In this work we stored seeds much longer time than these periods. According to this classification, impatiens and pansy are considered as short-term, and verbena, antirrhinum dahlia, salvia was considered as medium-term storable species. Geranium, marigold, zinnia petunia and gazania considered as long storable seed species. Our results are in agreement with these findings (Figure 1). We also found similar results in our earlier study on flower seed storage at 5°C and 25°C over 24 months of storage (Demir et al., 2020a,b).

Flower seed structure is an important determinant of susceptibility to storage deterioration. In particular size/surface area ratio of the seed as well as seed coat permeability influence the rate at which water enters the seed (McDonald, 2005). The more potential for water uptake the greater the rate of seed deterioration (Ellis, 2022). Smaller seeds have greater surface area to volume ratio compared with larger seeds. Our results did not support this hypothesis. Zinnia has greater size/surface rate compared to verbena and petunia but zinnia and petunia appeared to be more resilient to storage (Figure 1, Table 2). However, we stored seeds at very similar seed moisture not let seeds uptake water from the air humidity. That could be one reason. In our study seeds remained at the similar moisture content (6.7 and 7.6%) hermetically packed throughout the storage. These seed moisture percentages are very similar levels that are used in seed gene banks for long-term storage (Walters, 2015). McDonald (2005) suggested that 5-6 % is ideal seed moisture contents for flower seeds. Storage temperature of 5°C is also used for active collections in seed gene bank for diverse plant species (Ellis, 2022). These reports

indicate that the storage conditions in our work tallying with the conclusions of the earlier studies.

Seed chemical structure is another factor that related to ageing (Demir and Ozcoban, 2007; De Vitis et al., 2020). In general, seeds with high oil content such as impatiens and pansy exhibit shorter storage life due to the lipid peroxidation. Our work confirmed this assumption that impatiens seeds can be considered in the short storable seed category. Loss of germination in impatiens seeds were 94% after 16 years at 5°C (Figure 1) and seeds lost germination completely.

Differences in pre-storage maturation level among the seeds are effective on seed longevity (De Vitis et al., 2020; Corbineau, 2024). Flower crop seeds produce seeds at various maturation levels due to the inflorescence structures where mature seeds are produced on the bottom and less mature seeds on top of the inflorescence. Therefore, flower seed population represents a heterogonous population of individuals, each seed differing in its ability to store. This is also the case in various continuously flowering vegetable species too (Samit and Demir, 2001; Groot, 2022). So, a seed lot contains immature and mature seeds together after once-over harvesting. Then less mature seeds lose germination ability during storage more rapidly than mature ones. We included seed lots with very high initial germination percentages i.e.>80% before storage in all species. So, we aimed to store seed lots that had very high germination level and uniform germination before storage. So that we would see the species differences in storage.

Flowers are produced through transplants in general. The extent of seed ageing affects transplant quality i.e. size, weight (Guloksuz et al., 2011; Demir et al., 2011). Fast and rapid seedling emergence is important and valuable in high quality transplant production in bedding plants (Demir et al., 2020a). The first sign of seed ageing due to the un-optimum storage conditions is late and irregular germination in a population which delays healthy and uniform transplant production (Mavi et al., 2010; Demir et al., 2020b). Therefore, storage at optimum conditions are utmost important for efficient transplant production (De Vitis et al., 2020). This may be one reason that sensitive seeds can be renew and newly produced seed lots are used in every year rather than previous year's production.

Storing seeds in hermetic, air and waterproof packets is important to get remained seed moisture stable during storage. Storing seeds in non-hermetic conditions, i.e. open foil packets in high relative humidity, can culminate in rapid seed deterioration in a short period. In our work we stored seeds at air proof jars with the stable seed moisture. Even though this

moisture is ideal, seeds should be retested for germination when they are stored for a period of more than 1 year (McDonald, 2005). Our work shows that such retests are particularly important for some species such as antirrhinum, pansy, verbena and impatiens seeds (Figure 1).

Hybrid seed use is widespread in flowers (Carpenter et al. 1995a; McDonald, 2005). We observed that even though seed lots are hybrids seeds are more prone in some species to ageing than those of the others. In our case geranium seeds were more resilient but pansy seeds were more sensitive regardless of origin of the cultivar. This is obviously proved that species differences are very important on seed longevity rather than the origin of seed cultivar. This is in agreement with earlier findings that species differences are important (Carpenter et al., 1995a, b; McDonald, 1999; Demir et al., 2020a,b) in seed storability.

#### **4. Conclusion**

Germination percentages during storage among the flower seeds showed a variation. Pelargonium, gazania, zinnia and tagetes seed lots did not lose germination at all while antirrhinum, petunia, impatiens, viola, salvia and dahlia seeds had lower germination rates at various levels. Hermetic storage at low temperature is important for maintaining high germination in flower seeds but our results indicated that particular attention must be paid to antirrhinum, petunia, impatiens, viola, salvia and dahlia seeds even though storage conditions are very ideal (5°C, 6.7-7.6 % seed moisture).

#### **Acknowledgments**

The technical help of graduate students of Seed Science Laboratory/Ankara University, Agriculture Faculty, Horticulture Department was appreciated. This study was presented as oral presentation in VIII. National Ornamental Congress.

## References

- Baskin, C.C., & Baskin, J.M. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. 2<sup>nd</sup> Edition Elsevier San Diego: Academic Press.
- Bewley, J.D., & Black, M. (1982). *Viability, dormancy, and environmental control, Physiology and Biochemistry of Seeds*. New York: Springer-Verlag,
- Carpenter, W.J., & Boucher, J.F. (1992). Temperature requirements for the storage and germination of *Delphinium x cultorum* seed. *HortScience*, 27(9), 989-992.
- Carpenter, W.J., Ostmark, E.R., & Cornell, J.A. (1995a). Evaluation of temperature and moisture content during storage on the germination of flowering annual seed. *HortScience*, 30 (5), 1003-1006.
- Carpenter, W.J., Ostmark, E.R. & Cornell, J.A. (1995b). Temperature and seed moisture govern germination and storage of gerbera seed. *HortScience*, 30(1), 98-101.
- Carpenter, W.J., & Cornell, J. A. (1990). Temperature and relative humidity recommendations for storing bedding plant seed. University of Florida Bulletin. 893
- Copeland, L.O., & McDonald, M.B. (1995). *Principles of Seed Science and Technology*. New York: Chapman and Hall.
- Doijode, S.D. (2001). *Seed Storage of Horticultural Crops*. Philadelphia: Haworth Press.
- Corbineau, F. (2024). The effects of storage conditions on seed deterioration and ageing: How to improve seed longevity. *Seeds*, 2024, 3.
- Demir, I., Celikkol, T. Sarikamis, G. & Eksi, C. (2011). Vigor tests to estimate seedling emergence potential and longevity in *Viola* seed lots. *HortScience*, 46 (3), 402-405.
- Demir, I., Gökdas Z. & Eken Türer, N. İ. (2020a). Changes in Seed Germination during Storage of Flower Seeds: Species Differences. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6 (3), 416-422
- Demir, I., Erturk, N. & Gokdas, Z. (2020b). Seed vigour evaluation in petunia seed lots to predict seedling emergence and longevity. *Seed Science and Technology*, 48 (3), 391-400.
- Demir, I., & Samit, Y. (2001). Seed quality in relation to fruit maturation and seed dry weight during development in tomato *Seed Science and Technology*, 29, 453-462



- Demir, I., & Ozcoban, M. (2007). Dry and Ultra-dry storage of pepper, aubergine, winter squash, summer squash, bean, cowpea, okra, onion, leek, cabbage, radish, lettuce and melon seeds at– 20 C and 20 C over five years. *Seed Science and Technology*, 35(1), 165-175
- De Vitis, M.; Hay, F.R.; Dickie, J.B.; Trivedi, C.; Choi, J., & Fiegenger, R. (2020). Seed storage: Maintaining seed viability and vigor for restoration use. *Restoration Ecology*. 28, S249–S255.
- Ellis, R.H. (2022). Seed ageing, survival and improved seed viability equation; forty years on. *Seed Science and Technology*, 50 (1), 1-20.
- Guloksuz, T. & Demir, I. (2012). Vigor tests in geranium, salvia, gazania and impatiens seed lots to estimate seedling emergence potential in modules. *Propagation of Ornamental Plants*, 12, 133-138
- Groot, S.P.C., (2022). Seed maturation and its practical implications. *Seed Science and Technology*, 50(1), 141-151
- ISTA. (2020). *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Justice, O. L., & Bass, L. N. (1978). *Principles and Practices of Seed Storage*. United States Department of Agriculture, Washington DC: Agriculture Handbook 506.
- Mavi, K., Demir, I., & Matthews, S. (2010). Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. *Seed Science and Technology*, 38, 14-25.
- McDonalds, M.B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27, 177-237.
- McDonalds, M.B. (2005). *Flower Seed Longevity and Deterioration*. Flower Seeds Biology and Technology, UK: CABI Publishing,
- Nadarajan, J.; Walters, C.; Pritchard, H.W.; Ballesteros, D. & Colville, L. (2023). Seed Longevity—The Evolution of Knowledge and a Conceptual Framework. *Plants*, 12, 471.
- Schmidt, D. (2002). Presentation at International Seed Federation Congress. Chicago, Illinois.

Walters, C. (2015). Orthodoxy, recalcitrance and in-between: describing variation in seed storage characteristics using thresholds responses to water loss. *Planta*, 242, 397-406

## Sardunya Türlerinde (*Pelargonium spp.*) Klasik Melezleme

### Classical Hybridization in Geranium (*Pelargonium spp.*) Species

 Ercan SALLAHOĞLU<sup>1,\*</sup>,  Hülya İLBI<sup>2</sup>

#### Özet

Sardunya yaklaşık üç yüz türü bulunan, çok yıllık, çalı ve sukulent formlarıyla geniş yelpazede çeşitliliğe sahip, evlerin yanı sıra park ve bahçelerde de yaygınca tercih edilen bir süs bitkisidir. Çiçek ve yapraklarıyla yüksek estetik görünümlü sardunyalara olan ilgi ve talep, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de her geçen yıl artmaktadır. Dünyada her yıl milyonlarca adet sardunya üretimi ve ticareti yapılmaktadır. Her yıl dünya çapında çok sayıda çeşit piyasaya sürülmesine karşın henüz Türkiye adına kayıtlı bir sardunya çeşidi bulunmamaktadır. Yüksek miktarda iç pazar talebini karşılamak için üretim materyali yurt dışından ithal edilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada yerli sardunya çeşidi geliştirmek amacıyla klasik melezleme ıslahı programı ile tür içi ve türler arası kombinasyonları içeren melezlemeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda meyve tutma oranları, tohum verimi ve çimlenme oranları belirlenmiştir. *P. alchemilloides*, *P. peltatum*, *P. zonale* türlerinin kullanıldığı çalışmada, meyve başına en fazla tohum 3.67 adet ile *P.alchemilloides* x *P.zonale* (A504 x Z6) melez kombinasyonundan elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Melezleme, Sardunya, Yerli çeşit

#### Abstract

*Pelargonium* is an ornamental plant with approximately three hundred species, a wide range of diversity with perennial, shrub and succulent forms, and widely preferred in homes as well as parks and gardens. The interest and demand for *pelargoniums* by high aesthetic appearance with their flowers and leaves increase each year in Turkey as well as all over the world. Millions of *pelargoniums* are produced and traded in the world each year. Although many cultivars are introduced to the market worldwide each year, there has no *pelargonium* cultivar registered in Turkey, yet. In order to meet the high domestic market demand, production material is imported from abroad. Therefore, in this study, hybridizations including intraspecific and interspecific combinations were carried out with the classical hybridization breeding program so as to develop a local *pelargonium* cultivar. As a result of the study, fruit set rates, seed yield and germination rates were determined. In the study where *P. alchemilloides*, *P. peltatum*, *P. zonale* species were used, the highest number of seeds per fruit was obtained from the hybrid combination of *P.alchemilloides* x *P.zonale* (A504 x Z6), by 3.67 seeds.

**Keywords:** Hybridization, *Pelargonium*, Local cultivar

## 1. Giriş

Son yıllarda evlerin balkonlarında ve bahçe düzenlemelerinde en fazla tercih edilen saksılı süs bitkilerinden birisi de sardunya'dır. *Geraniaceae* (Turnagagasıgiller) familyası içerisindeki en geniş ikinci cins olan *Pelargonium* cinsine ait türlerin büyük çoğunluğu

Geliş Tarihi: 29.08.2024, Düzeltme Tarihi: 09.11.2024, Kabul Tarihi: 13.11.2024

Adres: 'Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Boztepe, 07110 Aksu/Antalya Email: [ercan.sallahoglu@tarimorman.gov.tr](mailto:ercan.sallahoglu@tarimorman.gov.tr)

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, B Blok 1. Kat Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100 Bornova/İzmir  
 E-Mail: [hulya.ilbi@ege.edu.tr](mailto:hulya.ilbi@ege.edu.tr)

Güney Afrika ve Avustralya kökenli olup yaklaşık 300 tür içermektedir (Roeschenbleck, 2014). Sardunyalar (*Pelargonium spp.*) tüm çiçekli saksı bitkilerinin içerisinde popüler olan, yetiştiriciliği ve ticareti en fazla yapılan türlerden biridir. Çiçekli bitkiler olarak ilkbaharda pazarlanırlar, şehirlerde park, bahçe ve yeşil alanlarda yaygınca tercih edilmektedirler. Süs bitkisi olarak kullanımlarının yanı sıra tıbbi aromatik özellikli türlerinin içeriğinde yer alan zengin miktardaki uçucu yağ ve bileşen maddeler sayesinde ilaç ve kozmetik üretiminde de kullanılmaktadırlar (Okla ve ark., 2022).

Sardunya bitkisine olan ilgi ve talep gittikçe artmakta, değişen tüketici istekleri ve sosyo-ekonomik şartlar tüm süs bitkisi sektöründe olduğu gibi sardunya pazarında da yeni çeşitlerin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Özellikle saksılı iç mekân ve dış mekân süs bitkilerinde özel sektör ve tüketiciler bodur, çiçek ve meyveleriyle dikkat çekici, kompakt yapıda ve bol çiçekli ürün talep etmektedir. Bu durum sardunya bitkileri için de geçerlidir ve tüketicilerin isteklerine yanıt verilmesi açısından yeni yerli çeşitlerin geliştirilmesi bitki ıslah çalışmalarıyla mümkün olmaktadır. Islah çalışmaları için etkili yöntemlerden biri olan klasik melezleme sayesinde varyasyon çeşitliliği yaratabilme şansı; ıslah amacı, gen havuzundaki genotip çeşitliliği, sardunya türlerinin genetik özellikleri, pazar talepleri ve ıslahçı tercihleri gibi birçok konu ile yakından ilişkilidir. Zengin genetik çeşitlilik bitki ıslah programları bakımından son derece önemlidir. *Pelargonium* cinsi sahip olduğu çok sayıdaki doğal türle ve geliştirilmiş ticari çeşitle bitki ıslahçılarına geniş çapta genetik kaynak varlığı ve varyasyon yaratabilme imkânı sunmaktadır (Swarup ve ark., 2021).

Sardunyada arzu edilen süs bitkisi özelliklerini elde etme ve hedeflenen niteliklere sahip çeşitler geliştirmek bakımından yeni türlerin ıslah programına dâhil edilmesi ve gen havuzunu genişletilmesi son derece önemlidir (Plaschil ve ark., 2015). Yapılan araştırmalar ticari sardunya çeşitlerinin genetik bakımdan birbirlerine oldukça yakın olduklarını göstermiştir. Bu bakımdan melezleme çalışmaları, oluşturulacak gen havuzunda genetik çeşitliliği artırmanın yanı sıra genetik tabanın darlığından kaynaklanan sorunların üstesinden gelmek ve ıslah çalışmalarının başarıya ulaşması açısından oldukça önemlidir (Karagüzel ve ark., 2024). Sardunya ıslahında varyasyon yaratma ve istenilen özelliklere sahip yeni bireyler elde etme açısından tür/çeşit zenginliğinin kullanılması ve türler arası melezlemenin uygunluğu; türler arası genetik uzaklık ya da yakınlık ve ploidi düzeyi ile yakından ilişkilidir (Plaschil ve ark., 2017). Sardunyalar diploid (2x), tetraploid (4x), hekzaploid (6x) ve oktaploid (8x) olmak üzere farklı ploidi seviyeleri ile temel kromozom sayıları (8, 9, 10, 11,

17 ve 19) bakımından bir hayli değişkenlik gösterirler (Yu ve Horn, 1988; Blerot ve ark., 2016).

Süs bitkilerinde ıslah amaçları incelendiğinde; çeşitli dallanma tipleri, yaprak boyutları ve şekli, çiçek rengi, çiçek renklerindeki yenilik, çiçeklenme periyodu, çiçek büyüklüğü, çevresel strese toleransı, hastalık ve zararlılara dayanıklılık gibi konular yer almaktadır. Özellikle saksılı bitkiler için bitkinin kompakt bir yapıda olması tercih edilmektedir. Süs bitkilerinin tüketiciler tarafından ilgi duyulan kalite kriterleri arasında birçok özellik bulunmaktadır ve başlıca seçim kriterleri; erkencilik, uzun süre çiçekte kalma, renk, kompaktlık ve çiçek yapısı olarak sıralanabilir (Molenaar ve ark., 2017).

Sardunyada ıslah çalışmasının esası genotipik çeşitlilik yaratmaktır ve bunun için ticari, yerel ve doğal türlerden gen havuzu oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan gen havuzu içindeki iki veya daha fazla tür/çesit ile melezleme yaparak, değişik özelliklere sahip rekombinantlar meydana getirmek ıslahta hedefe ulaşmanın sonraki önemli aşamasıdır (Sarı, 2016).

Sardunyanın doğal türü ve ticari çeşitlere ait genotiplerle populasyonun oluşturulduğu ve klasik melezleme yönteminin kullanıldığı bu çalışma, Türkiye’de sardunyada yapılan melezleme çalışmasına dair yayınlanan ilk rapordur. Yerli çeşit geliştirmek amacıyla sardunyanın üç farklı türü kullanılarak tür içi ve türler arası kombinasyonlarda melezlemeler yapılmıştır. Yapılan melez kombinasyonlarda meyve tutumu ve oluşan melez tohum sayıları kaydedilmiş, ayrıca melez tohumların çimlenme oranları belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nde 2022-2023 yılları arasında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak; *P. alchemilloides*, *P. peltatum* ve *P. zonale* türlerine ait 18 adet genotip (Çizelge 1) kullanılmıştır. Fidelerin çoğaltımı için 2022 yılı Eylül ayında çelik alımı yapılmıştır. Tepe çelikleri 7-10 cm uzunluğunda ve uç kısımda 2-3 adet yaprak kalacak şekilde hazırlanarak, köklendirme hormonu 1000 ppm IBA (İndol-3-Bütirik Asit) ile muamele edilmiştir.

Çelikler, serada sisleme ünitesi altında ortam olarak 1:1 (hacimsel) oranda torf:perlit içeren kasalarda köklendirilmiştir. 4-6 haftada köklenen çelikler 3:1 (hacimsel) oranda torf:perlit karışımı içeren 1,8 L’lik saksılara şaşırtılmıştır (Paradić ve ark., 2012).

Kültürel ve bakım işlemleri yapılan bitkiler, 22-24 hafta sonra melezlemeye hazır hale gelmiştir.

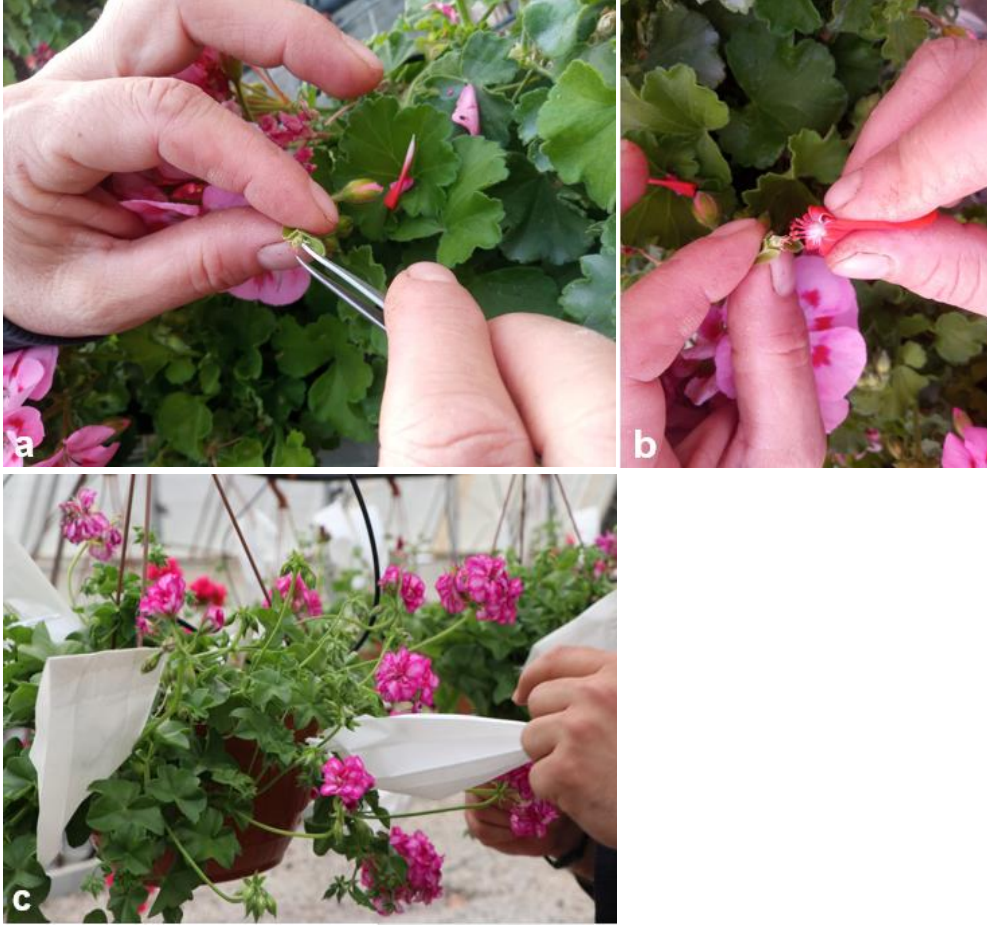
### Çizelge 1. Çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılan genotipler

KOD	TÜR	ÇEŞİT ADI	
A504	<i>Pelargonium alchemilloides</i>	Doğal tür	Pink
P03	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Velvet
P22	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Arctic Rose
P605	<i>Pelargonium peltatum</i>	Yerel genotip	Dark Red
Z6	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Rose
Z8	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Burgundy Splash
Z10	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	White
Z21	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	White Splash
Z24	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Pink
Z26	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Pink Picotee
Z41	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Raspberry
Z45	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Hot Rose
Z46	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Violet
Z53	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Cardinal
Z55	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Salmon
Z57	<i>Pelargonium zonale</i>	Andromeda	Pink Splash
Z61	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Pink with Eye
Z63	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	Lavender Rose

## 2.2. Yöntem

2023 yılı Nisan ve Mayıs aylarında sabahın erken saatlerinde her kombinasyon (Çizelge 2) için en az 3 adet bitkide melezleme yapılmıştır. Melezleme aşamasında ana olarak seçilen genotipte pens yardımıyla emaskülasyon işlemi yapılmış ve baba bitkilerden polenler getirilerek ana bitkilerin stigmalarına elle sürülerek tozlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada yabancı tozlaşmanın önüne geçmek için ana ebeveyndeki çiçeklerin örtülmesi ile izolasyonu sağlanmıştır (Şekil 1).

Temmuz ayının ilk haftasında hasat edilen melez tohumlar kapalı kese kağıtları içinde kuru serin bir ortamda muhafaza edildikten sonra Eylül ayının sonunda viyoller içindeki torf ortamında, seradaki sisleme ünitesi altında 21-24 C° sıcaklıkta çimlendirilmiştir (Şekil 2). Melezleme çalışmasında, tozlanan çiçek sayıları, oluşan meyve sayıları, elde edilen ve ekilen



**Şekil 1.** Anterlerin uzaklaştırılarak emaskülasyon işleminin yapılması (a), polenlerin stigmalara sürülerek tozlama işleminin yapılması (b), yabancı tozlaşmayı önlemek için izolasyon işlemi (c)

melez tohum sayıları belirlenmiş, meyve tutma oranı (%), meyve başına tohum sayısı ve çimlenme oranı (%) hesaplanarak kaydedilmiştir.



**Şekil 2.** Melezleme sonrası hasat edilmiş meyve ve tohumlar (a), viyollerde çimlendirilen melez tohumları (b)

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada tür içi ve türler arası olmak üzere toplam 18 farklı kombinasyonda melezleme yapılmıştır. Meyve tutma oranı % 20 ila 80 arasında, meyve başına elde edilen melez tohum sayısı ise 1 ve 3.67 adet arasında değişiklik göstermiştir. Toplamda elde edilen 51 melez tohumun ise 42 tanesinde çimlenme meydana gelmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Melezleme kombinasyonu ve elde edilen melezleme ile çimlenme sonuçları

Melezleme Kombinasyonu	Tozlanan Çiçek Sayısı (adet)	Oluşan Meyve Sayısı (adet)	Meyve Tutma Oranı (%)	Elde Edilen ve Ekilen Tohum Sayısı (adet)	Meyve Başına Tohum Sayısı (adet)	Çimlenen Bitki Sayısı (adet)	Çimlenme Oranı (%)
<b><i>P.zonale x P.zonale</i> *(2n=18)</b>							
Z8 x Z46	5	1	20	2	2	2	100
Z10 x Z8	5	1	20	2	2	0	0
Z10 x Z21	5	1	20	1	1	1	100
Z26 x Z41	5	1	20	1	1	0	0
Z26 x Z61	5	1	20	1	1	0	0
Z45 x Z46	5	1	20	1	1	0	0
Z53 x Z41	5	1	20	1	1	1	100
Z53 x Z61	5	2	40	4	2	4	100
Z55 x Z21	5	1	20	2	2	2	100
Z55 x Z61	5	1	20	1	1	0	0
Z57 x Z8	5	1	20	1	1	0	0
Z63 x Z21	5	1	20	2	2	2	100
<b><i>P.alchemilloides x P.alchemilloides</i> *(2n=16, 18, 34)</b>							
A504 x A504	5	2	40	4	2	4	100
<b><i>P.zonale x P.peltatum</i> *(2n=18)</b>							
Z21 x P22	5	1	20	1	1	1	100
Z24 x P3	5	1	20	2	2	0	0
<b><i>P.alchemilloides x P.zonale</i></b>							
A504 x Z6	5	3	60	11	3.67	11	100
A504 x Z61	5	1	20	2	2	2	100



<i>P.alchemilloides x P.peltatum</i>							
A504 x P605	5	4	80	12	3	12	100

\*Türlere ait kromozom sayıları

### 3.1. Tür içi melezlemeler

*P.zonale x P.zonale* türlerine ait 12 farklı melezleme kombinasyonunda % 20 ila 40 arasında değişen oranlarda meyve oluşumu kaydedilmiş, sadece Z53 x Z61 melezinden 2 adet meyve, diğer tüm melezlerden 1 adet meyve elde edilmiştir. Meyve başına tohum sayısı bazı kombinasyonlar için 1 adet iken, diğerleri için 2 adet olarak kaydedilmiştir. Tohumların çimlenme oranlarına bakıldığında ise; Z8 x Z46, Z10 x Z21, Z53 x Z41, Z53 x Z61, Z55 x Z21, Z63 x Z21 çaprazlamalarından alınan tohumların tamamı çimlenirken, diğerlerinde çimlenme meydana gelmemiştir (Çizelge 2).

*P.alchemilloides x P.alchemilloides* türüne ait ve yapılan tek kombinasyon melezinde (A504 x A504) meyve oluşumu % 40 oranında gerçekleşmiş, meyve başına tohum sayısı 2 adet olurken, elde edilen ve ekilen melez 4 adet tohumun tamamı da çimlenme göstermiştir (Çizelge 2).

Literatürdeki melezleme çalışmalarında, sardunyanın farklı türlerine ait tür içi melezleme kombinasyonları kullanılmıştır. *P. acetosum* ve *P. peltatum* sardunyalıların kullanıldığı bir melezleme çalışmasında (Kamlah ve ark., 2019), AC1 x AC1 için çimlenme oranı % 100 ve PTF x PTF için % 76 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdaysa bu oran % 0 ila 100 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 2).

### 3.2. Türler arası melezlemeler

*P.alchemilloides x P.zonale* melezlerinde A504 x Z6 ve A504 x Z61 çaprazlamaları için meyve tutumları sırasıyla % 60 ve % 20 olarak gerçekleşmiş, *P.alchemilloides x P.peltatum* (A504 x P605) kombinasyonunda bu değer % 80 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 2). Breman ve ark. (2020) tarafından *P. hortorum* türünün ana ebeveyn olarak kullanıldığı bir çalışmada ise, *P. alchemilloides* ve *P. zonale* melezlerinden tohum oluşumu ve F1 bitkileri elde edilmiş ancak, *P.peltatum*'da melezleme başarısız olmuştur.

*P.alchemilloides x P.zonale* (A504 x Z6) melezinden 3 adet meyve alınırken, *P.zonale x P.peltatum* türlerinin melezlerinde (Z21 x P22, Z24 x P3) 1 adet meyve oluşmuştur (Çizelge 2). Esenalieva ve ark. (2012) *P. tongaense* kromozom sayısını mutageniz (kolşisin) yoluyla  $2n=2x=18$ 'den  $2n=4x=36$ 'ya iki katına çıkardıkları bir çalışmada, *Pelargonium*

*zonale* çapraz kombinasyonu da verimli meyvelerle sonuçlanmıştır. Burada, türler arası melezlemelerde türlerin kromozom sayıları arasındaki farkın melezleme başarısı üzerine etkisinden bahsedilebilir.

Bir başka çalışmada, PTF (*P. peltatum* 'Tornado Fuchsia') × AC2 türler arası kombinasyonunda tozlanan çiçek başına ortalama 0,3 tohum alındığı kaydedilmiştir (Kamlah ve ark., 2019), ancak başka bir çalışmada (Horn, 1994), *P. peltatum* × *P. acetosum* kombinasyonu için bu değer 0,5 tohum olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmamıza bakıldığında, *P.zonale* x *P.peltatum* melezleri (Z21 x P22, Z24 x P3) için bu değer sırasıyla 0,2 ve 0,4 tohum iken, *P.alchemilloides* x *P.peltatum* (A504 x P605) melezi için 2,4 adet tohum olarak ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Buna göre, çiçek başına elde edilen tohum miktarı diğer çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

*P.zonale* x *P.peltatum* (Z24 x P3) melezinin tohumları çimlenme göstermezken, (Z21 x P22) çaprazlamasından elde edilen tohumların çimlenme oranı % 100 olmuştur. *P.alchemilloides* x *P.peltatum* (A504 x P605) çaprazlanan kombinasyonda da melez tohumların tamamı çimlenmiştir (Çizelge 2). *P. acetosum*'un iki farklı genotipinin (AC1 ve AC2) diploid *P. peltatum* 'Tornado Fuchsia' (PTF) ile çaprazlandığı bir çalışmada ise, melez tohumların çimlenme oranı AC1 x PTF için % 44 olurken, AC2 × PTF melezinin tohumları ise çimlenme göstermemiştir (% 0), PTF × AC2 kombinasyonunda ise çimlenme oranı % 67 olarak kaydedilmiştir (Kamlah ve ark., 2019). Dolayısıyla, çalışmamızda literatüre göre daha yüksek oranda çimlenme başarısı yakalanmıştır. Ayrıca, melezleme sırasında ve sonrasında tohum çimlendirirken mevcut sera koşullarının (yüksek sıcaklık, uygunsuz nem oranı vb.) (Gibby ve Westfold, 1986; Gibby ve ark., 1990) melez bitki elde etme açısından son derece etkili olduğu anlaşılmıştır.

#### 4. Sonuçlar

Sardunyada yapılan klasik melezleme çalışmamızda, türler arası melezlemelerde meyve tutma oranı ve meyve başına alınan tohum sayısı bakımından tür içi melezlemelere göre daha fazla meyve ve tohum elde edilirken, melez tohumların çimlenme oranlarındaki durum benzerlik göstermiştir.

Kromozom sayıları arasındaki fark, tozlama işlemi sırasındaki sıcaklık, nem gibi ortam koşulları ile melezleme işlemi süresinde meydana gelebilecek birtakım fiziksel olumsuzlukların da melezleme çalışmasının sonuçlarının etkileyebileceği düşünülmektedir.

Varyasyon yaratma ve tür içi-türler arası melezlemelerden yeni verimli bireyler elde etme adına gen havuzu oluşturulurken ve melezleme kombinasyonları belirlenirken, seçilecek tür ve çeşitlerin kromozom sayıları ve birbirleriyle olan çaprazlama uyumları göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanı sıra, melezleme ve tozlama işlemleri ile çimlendirme çalışmalarında uygun ortam şartlarının (sıcaklık, nem vb.) sağlanması da melezleme başarısı üzerinde önemli etkenler olarak sıralanabilir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma T.C Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü bünyesindeki Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yürütülen TAGEM/BBDA/16/A09/P08/01 numaralı "Sardunya (*Pelargonium sp.*) Çeşitlerinin Geliştirilmesi" adlı proje çalışmalarının bir bölümünü içermektedir. Projeyi destekleyen Bakanlığımıza ve çalışmaya sundukları katkılarından dolayı Dr. M. Uğur KAHRAMAN ve Ayşe Serpil KAYA'ya teşekkürlerimizi sunarız.

Bu çalışma, VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sunulmuştur, kongre düzenleme kuruluna da ayrıca teşekkür ederiz.

## Kaynakça

- Albers, F., & van der Walt, J. J. (1984). Untersuchungen zur Karyologie und Mikrosporogenese von *Pelargonium* sect. *Pelargonium* (Geraniaceae)/Studies in Karyology and Microsporogenesis of *Pelargonium* sect. *Pelargonium* (Geraniaceae). *Plant systematics and evolution*, 177-188.
- Blerot, B., Baudino, S., Prunier, C., Demarne, F., Toulemonde, B., & Caissard, J. C. (2016). Botany, agronomy and biotechnology of *Pelargonium* used for essential oil production. *Phytochemistry Reviews*, 15, 935-960.
- Breman, F. C., Snijder, R. C., Korver, J. W., Pelzer, S., Sancho-Such, M., Schranz, M. E., & Bakker, F. T. (2020). Interspecific hybrids between *Pelargonium* × *hortorum* and species from *P.* section *Ciconium* reveal biparental plastid inheritance and multi-locus cyto-nuclear incompatibility. *Frontiers in Plant Science*, 11, 614871.
- Budahn, H., Olbricht, K., Hofmann, C., Plaschil, S., & Schrader, O. (2012, September). Enhancement of the genetic diversity in *Pelargonium* (section *Pelargonium*) by species introgression. In XXIV International Eucarpia Symposium Section Ornamentals: Ornamental Breeding Worldwide 953 (pp. 155-160).
- Coffin, J. L., & Harney, P. M. (1978). Intersubgeneric crosses within the genus *Pelargonium*. *Euphytica*, 27, 567-576.
- Esenalieva, A., Drewes-Alvarez, R., Arnold, R., Pohlheim, F., Wiedemann, M., Meinl, K., ... & Olbricht, K. (2012, September). Interspecific hybridisation between *Pelargonium* zonale hybrids and *Pelargonium tongaense* Vorster on the tetraploid ploidy level. In XXIV International Eucarpia Symposium Section Ornamentals: Ornamental Breeding Worldwide 953 (pp. 149-153).
- Gibby, M., & Westfold, J. (1986). A cytological study of *Pelargonium* sect. *Eumorpha* (Geraniaceae). *Plant systematics and evolution*, 153, 205-222.
- Gibby, M., Albers, F., & Prinsloo, B. (1990). Karyological studies in *Pelargonium* sectt. *Ciconium*, *Dibrachya*, and *Jenkinsonia* (Geraniaceae). *Plant systematics and evolution*, 151-159.
- Hanes, M. E. (2011). U.S. Patent No. 8,084,674. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Horn, W. (1994). Interspecific crossability and inheritance in *Pelargonium*. *Plant Breeding*, 113(1), 3-17.

- Kakihara, F., Hondo, K., & Kato, M. (2010, August). Production of interspecific hybrids between *Pelargonium crispum* and *P. rapaceum* through ovule culture and their characteristics. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 937 (pp. 697-702).
- Kamlah, R., Pinker, I., Plaschil, S., & Olbricht, K. (2019). Hybridization between *Pelargonium acetosum* L'Hér. and *Pelargonium* × *peltatum*. *Journal of Applied Botany & Food Quality*, 92.
- Karagüzel, Ö., Kahraman, M. U., & Alp, Ş. (2024). Enhancing genetic diversity in *Pelargonium*: insights from crossbreeding in the gene pool. *PeerJ*, 12, e17993.
- Kato, M., & Tokumasu, S. (1982). Characteristics of F1 hybrids produced by ovule-culture in ornamental pelargonium. In *Vitro Culture*, XXI IHC 131, 247-252.
- Molenaar, H., Glawe, M., Boehm, R., & Piepho, H. P. (2017). Selection for production-related traits in *Pelargonium zonale*: improved design and analysis make all the difference. *Horticulture research*, 4.
- Okla, M. K., Rubnawaz, S., Dawoud, T. M., Al-Amri, S., El-Tayeb, M. A., Abdel-Maksoud, M. A., ... & AbdElgawad, H. (2022). Laser light treatment improves the mineral composition, essential oil production and antimicrobial activity of mycorrhizal treated *Pelargonium graveolens*. *Molecules*, 27(6), 1752.
- Plaschil, S., Budahn, H., Schrader, O., Olbricht, K., Wiedemann, M., & Hofmann, C. (2015, June). Tetraploid male fertile *Pelargonium crispum* hybrids and their use in interspecific hybridization. In XXV International EUCARPIA Symposium Section Ornamentals: Crossing Borders 1087 (pp. 345-350).
- Plaschil, S., Budahn, H., Wiedemann, M., & Olbricht, K. (2017). Genetic characterization of *Pelargonium* L'Hér. germplasm. *Genetic resources and crop evolution*, 64, 1051-1059.
- Parađiković, N., Tkalec, M., Mustapić-Karlič, J., Križan, I., & Vinković, T. (2012). Growing *Pelargonium peltatum* and *Pelargonium* × *hortum* from Cuttings. *AGRO-KNOWLEDGE JOURNAL*, 13(4), 573-581.
- Roeschenbleck, J., Albers, F., Mueller, K., Weinl, S., & Kudla, J. (2014). Phylogenetics, character evolution and a subgeneric revision of the genus *Pelargonium* (Geraniaceae). *Phytotaxa*, 159(2), 31-76.
- Sarı, N. (2016). Bitki Islahının Temelleri, Süs Bitkileri Islahı Kurs Notları, ÇÜ. Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, 22-24 Aralık 2016.

- Swarup, S., Cargill, E. J., Crosby, K., Flagel, L., Kniskern, J., & Glenn, K. C. (2021). Genetic diversity is indispensable for plant breeding to improve crops. *Crop Science*, 61(2), 839-852.
- Yu, S. N., & Horn, W. A. H. (1988). Additional chromosome numbers in *Pelargonium* (Geraniaceae). *Plant systematics and evolution*, 159, 165-171.

## Bursa Florasında Yer Alan Doğal Odunsu Peyzaj Bitkilerinin Toksik Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi

### Evaluation of Native Woody Landscape Plants in Bursa Flora in Terms of Toxic Properties

 Betül Hümeysra ÇELİK<sup>1,\*</sup>,  Murat ZENCİRKIRAN<sup>2</sup>

#### Özet

Yaşadıkları ekosistemlerin ayrılmaz bir parçası, biyolojik çeşitliliğin temel taşı ve yeşil alanların vazgeçilmez unsuru olan bitkiler, sürdürülebilir bir çevre oluşturabilmenin anahtarıdır. Yeşil alanların tasarımında kullanılan doğal ve egzotik odunsu peyzaj bitkileri en fazla tercih edilen grubu oluşturur. Peyzaj bitkileri estetik ve işlevsel özellikleri göz önünde bulundurularak tercih edilir. Bununla birlikte ekolojik tolerans, abiyotik stres faktörlerine dayanım, toksik ve alerjik özellikler gibi hususlar da tercihlerde dikkate alınır. Bu grup içerisinde yer alan doğal bitkiler, buldukları ekosistemi karakterize eden iklim, ışık ve toprak koşullarına oldukça iyi uyum sağlamış, sürdürülebilir yaşam alanları için en elverişli bitkilerdir. Doğal bitkilerin kullanımı, ekolojik temelli ve sürdürülebilir peyzaj tasarımları oluşturmak ve iklim değişikliği etkilerini hafifletmek için atılacak önemli adımlardan birisidir. Bununla birlikte, doğal bitkilerin özelliklerinin çok yönlü olarak değerlendirilmesi ve bilinmesi de gereklidir. Bu kapsamda gerçekleştirilen bu çalışma ile Bursa florasında yer alan 72 adet doğal odunsu peyzaj bitkileri taksonu toksik ve alerjik özellikler bakımından değerlendirmeye alınmış, insanlar ve hayvanlar üzerinde meydana getirebileceği etkiler irdelenmiş ve bitkilerin peyzaj tasarımında kullanımı ile ilgili bir altlık geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal bitkiler, Odunsu peyzaj ve süs bitkileri, Toksisite

#### Abstract

Plants, which are an integral part of the ecosystems in which they live, the cornerstone of biodiversity and an indispensable element of green spaces, are the key to creating a sustainable environment. Natural and exotic woody landscape plants used in the design of green areas constitute the most preferred group. Landscape plants are preferred considering their aesthetic and functional features. However, ecological tolerance, resistance to abiotic stress factors, toxic and allergic properties are also taken into consideration in preferences. Natural plants in this group are the most suitable plants for sustainable habitats, which are well adapted to the climate, light and soil conditions that characterise the ecosystem in which they are located. The use of native plants is one of the important steps to be taken to create ecologically based and sustainable landscape designs and to mitigate the effects of climate change. However, it is also necessary to evaluate and know the properties of native plants in a multidimensional way. In this study, 72 natural woody landscape plant taxa in Bursa flora were evaluated in terms of toxic and allergic properties, the effects they may have on humans and animals were examined and a basis for the use of plants in landscape design was developed.

**Keywords:** Native plants, Woody landscape and ornamental plants, Toxicity

Geliş Tarihi: 05.09.2024, Düzeltme Tarihi: 21.10.2024, Kabul Tarihi: 20.11.2024

Adres:<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Doktora Programı, Bursa, Türkiye. E-mail: bhumeysra34@gmail.com

<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bursa, Türkiye. E-mail: mzenscirkiran@uludag.edu.tr

## 1. Giriş

Ekosistemin devamlılığını sağlayan en önemli unsurlardan biri olarak hayatımızda etkin rol oynayan, 'Bitkiler Evreni' içinde kendilerine özgü özellikleriyle tanınan, pek çok olumlu işlevlere sahip olan bitkilerin bazıları içerdikleri bileşenler sebebiyle toksik ve alerjen etkiler göstermekte, farklı familyalar içerisinde yer alan, pek çok cins ve türde toksik bileşenlere rastlanmaktadır.

Bitkilerin yüksek ve düşük toksisiteye sebep olanlar, oksalat kristalleri içerenler, dermatit oluşturanlar, hayvan toksisitesine sebep olanlar ve alerjenler olmak üzere etki dereceleri birbirinden farklıdır. Bitki türlerine ve farklı bitki kısımlarına (kök, tohum, yaprak vb.) göre toksik madde oranı ve etki dereceleri de değişiklik göstermektedir (Yılmaz ve ark., 2006). Bitkilerin yenilmesi, yutulması veya bitkiye dokunulması durumunda toksik bileşikler etki derecelerine göre farklı şekillerde olumsuz etkiler yaratmakta, özellikle yüksek toksisiteye sahip bitkiler ölüme kadar götüren durumlara yol açabilmektedir (King, 1997; Çelik ve Zencirkıran, 2021; Benzeid ve ark., 2018; Serrano, 2018; Nithaniyal ve ark., 2021).

Bununla birlikte, düşük toksisiteye sahip olan bitkiler kusma ve ishal gibi rahatsızlıklara sebep olabilirken, özsularında oksalat kristalleri barındıran bitkiler ise ağız, dil ve boğazda tahriş, şişme, yanma ve mide rahatsızlıkları vb. yol açarlar. Dermatit oluşturan bitkiler ise özsuları veya dikenleri, tüyleri vasıtasıyla ciltte kaşıntı, kızarıklık veya tahrişe sebebiyet verirken hayvan toksisitesine neden olan bitkiler, özellikle evcil hayvanlar için zehirleyici etkiler meydana getirebilir (Nelson ve ark., 2007; Knight, 2007; Poppenga, 2010; Filmer, 2012; Zencirkıran ve ark., 2018).

Diğer yandan, bitkilerin farklı dönemlerinde ürettikleri polenler bazı insanlarda rinit, astım, konjonktivit gibi alerji türlerinin görülmesine de sebep olmaktadır (Steinman, 2008).

Kentsel açık-yeşil alanların ana iskeletini odunsu bitkiler oluşturmaktadır. Değişen çevre koşulları, iklimsel faktörler, yağış düzensizlikleri gibi durumlar kentsel açık-yeşil alanlarda kullanılacak bitkisel materyalin çevreye uyumlu, doğal türlerden oluşması gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır (Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2023).

Bitkilerin seçimi genellikle estetik ve işlevsel özelliklerine göre yapılmakla birlikte, kentsel açık-yeşil alanların sürdürülebilirliği açısından doğal bitki türlerinin tercih edilmesi önemlidir. Ayrıca, bu alanlarda kullanılacak bitkilerin insan ile hayvan sağlığına zarar



vermemesi açısından toksik özellikleri göz önüne alınarak seçilmesi de dikkate alınması gereken önemli unsurlardandır.

Bu çalışmada Bursa ilinde doğal yayılım gösteren odunsu bitkilerin toksik özellikler bakımından irdelenmesi ve toksik gruplara göre dağılımının yapılması, tasarımlarda kullanılacak olan bazı doğal bitkilerin tasarım özelliklerine göre seçimi yanında toksik ve alerjen özelliklerinin de kapsamlı ve daha kolay bir şekilde değerlendirileceği bir rehber oluşturulması amaçlanmıştır.

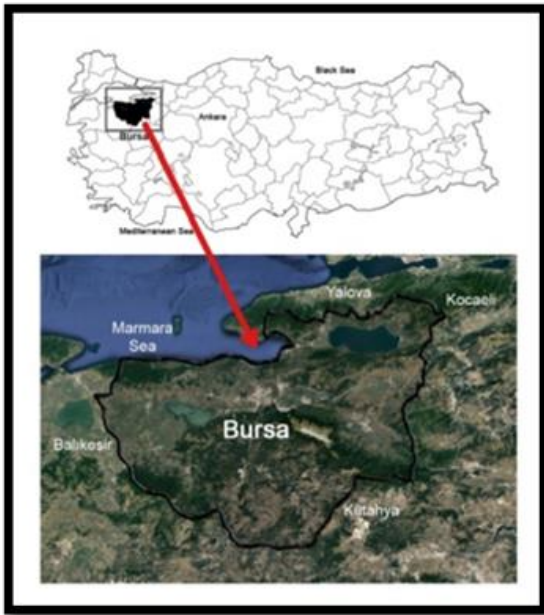
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini toksik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla, Bursa ilinde doğal yayılım gösteren odunsu peyzaj bitkileri oluşturmaktadır.

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Florada bulunan doğal bitkiler açısından oldukça zengin bir il olan Bursa, Anadolu'nun kuzeybatısında ve Marmara Bölgesi'nin güneybatısında, 40° Kuzey enlemi ile 28-30° Doğu boylamı arasında yer almaktadır (Şekil 1). Son derece zengin, yerel bitki örtüsü barındıran Bursa - Uludağ farklı yüksekliklerde görülen (1. Laetum 150-400 m; 2. Castaneum 400-850 m; 3. Fagetum 850-1100 m; 4. Pinetum 1100-1300 m; 5. Abietum 2100-2493 m; 6. Alpinetum 2100-2493 m) 6 farklı bitki zonuna sahiptir. (Anonim, 2019, Zencirkıran, 2009).



Şekil 1. Bursa ili konumu (Zencirkıran ve ark., 2019)

## 2.2.2. Toksik Özellikleri Bakımından Değerlendirilen Bitkiler

Bursa ilinde doğal yayılım gösteren, Zencirkıran (2009) tarafından tespit edilen odunsu peyzaj bitkilerinin familyalarına göre dağılımları Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Bursa ilinde doğal yayılım gösteren odunsu peyzaj bitkileri

Familya	Takson	Familya	Takson
Aceraceae	<i>Acer campestre</i> L.	Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i> L.
	<i>Acer platanoides</i> L.	Liliaceae	<i>Ruscus aculeatus</i> L.
Anacardiaceae	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Oleaceae	<i>Fraxinus ornus</i> L.
Araliaceae	<i>Hedera helix</i> L.		<i>Olea europa</i> L.
	<i>Rhus coriaria</i> L.		<i>Jasminum fruticans</i> L.
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i> Gartn.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	
	<i>Carpinus betulus</i> L.	Pinaceae	<i>Abies nordmanniana</i> (Stev.)Spach ssp. <i>bornmülleriana</i> Mattf.
	<i>Coryllus avellana</i> L.		<i>Pinus brutia</i> Henry.
Caprifoliaceae	<i>Viburnum tinus</i> L.		<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe
			<i>Pinus pinea</i> L.
Celastraceae	<i>Euonymous europaeus</i> L.		
Cistaceae	<i>Cistus laurifolius</i> L.	Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i> L.
	<i>Cistus salviiflorus</i> L.	Ranunculaceae	<i>Clematis viticella</i> L.
<i>Cistus creticus</i> L.			<i>Clematis cirrhosa</i> L.
Cornaceae	<i>Cornus mas</i> L.	Rosaceae	<i>Pyracantha coccinea</i> Roem.
	<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i>		<i>Rosa gallica</i> L.
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>nana</i>		<i>Rosa canina</i> L.
	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Salicaceae	<i>Salix caprea</i> L.
<i>Juniperus excelsa</i> L.	<i>Salix cinerea</i> L.		
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i> L.		<i>Salix amplexicaulis</i> L.
	<i>Arbutus andrachne</i> L.		<i>Populus alba</i> L.
	<i>Erica arborea</i> L.		<i>Populus tremula</i> L.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Styracaceae	<i>Styrax officinalis</i> L.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Tamariaceae	<i>Tamarix parviflora</i> DC.
	<i>Vaccinium arctostaphylos</i> .	Taxaceae	<i>Taxus baccata</i> L.
Fabaceae	<i>Cercis siliquastrum</i> L. subsp. <i>siliquastrum</i>	Tiliaceae	<i>Tilia argentea</i> Desf.ex.DC.
	<i>Spartium junceum</i> L.		<i>Daphne oleides</i> Schreb.
	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link.	Tymelaeaceae	<i>Daphne pontica</i> L.
	<i>Chamaecytisus austriacus</i> (L.) Link.		<i>Daphne sericea</i> L.
	<i>Chamaecytisus pygmaeus</i> (Willd) Rothm		
Fagaceae	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.	Ulmaceae	<i>Ulmus glabra</i> L.
	<i>Castanea sativa</i> Mill.		<i>Celtis australis</i> L.
	<i>Quercus robur</i> L. ssp. <i>robur</i>	Verbenaceae	<i>Vitex agnus castus</i> L.
	<i>Quercus frainetto</i> Ten.		
	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.ssp. <i>iberica</i> (Steven ex Bieb.)		
	<i>Quercus infectoria</i> Olivier ssp. <i>infectoria</i> (Reut) Schwarz.		
	<i>Quercus pubescens</i> Wild.		

	<i>Quercus ithaburensis</i> Decne ssp. <i>Macrolepis</i> Hedge.Yalt.		
	<i>Quercus trojana</i> P.B. Webb.		
	<i>Quercus coccifera</i> L.		
	<i>Quercus hartwissiana</i> Stev.		

## 2.2.Yöntem

Zencirkıran (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile tespiti yapılan, Bursa ilinde doğal yayılım gösteren odunsu taksonların toksik özellikler bakımından incelenmesi amacıyla Atasoy, 2012, Filmer, 2012, Çelik, 2020, Zencirkıran ve ark., 2018, Çelik ve Zencirkıran, 2021 kaynaklarından faydalanılarak aşağıda özellikleri verilen (Çizelge 2) yedi toksik grup oluşturulmuştur. Tespiti yapılan tüm taksonlar için detaylı bir literatür taraması yapılarak her taksonun aşağıda verilen toksik gruplara göre dağılımı yapılmıştır.

### Çizelge 2. Toksik gruplar ve etkileri

<b>Grup 1.</b> Yüksek toksisiteye sebep olanlar	Bu grupta yer alan bitkiler ciddi hastalıklara ve ölüme neden olabilirler.
<b>Grup 2.</b> Düşük toksisiteye sebep olanlar	Bu grupta yer alan bitkilerin yutulması kusma ve ishal gibi küçük rahatsızlıklara neden olabilirler.
<b>Grup 3.</b> Oksalat kristalleri barındıranlar	Bu grupta yer alan bitkilerin öz suları oksalat kristalleri içerir ve bu iğne şeklindeki kristaller ağzı, dili ve boğazı tahriş ederek boğazda şişme, yanma ağrısı ve mide rahatsızlıklarına neden olabilirler.
<b>Grup 4.</b> Dermatit oluşturanlar	Bu grupta yer alan bitkilerin öz suları veya dikenleri ciltte kızarıklık veya tahrişe neden olabilir.
<b>Grup 5.</b> Hayvan toksisitesine sebep olanlar	Bu grupta yer alan bitkiler kedi ve köpek gibi hayvanlar için toksiktir.
<b>Grup 6.</b> Toksisiteye sebep olmayanlar	Bu grupta yer alan bitkilerin insanlara ve hayvanlara herhangi bir zararı söz konusu değildir.
<b>Grup 7.</b> Alerjen özellik gösterenler	Bu grupta yer alan bitkiler ürettikleri polen sebebiyle insanlarda rinit, astım, konjonktivit gibi alerjik rahatsızlıklara sebep olabilirler.

### 3.Bulgular ve Tartışma

Zencirkıran (2009) tarafından Bursa ve Uludağ'ın yerel odunsu bitkilerinin tespitinin yapıldığı çalışmada Gymnospermae alt bölümünde 3 familyaya ait 9 takson ve Angiospermae alt bölümünde 24 familyaya ait 63 takson olmak üzere toplam 72 takson tespit edilmiştir.

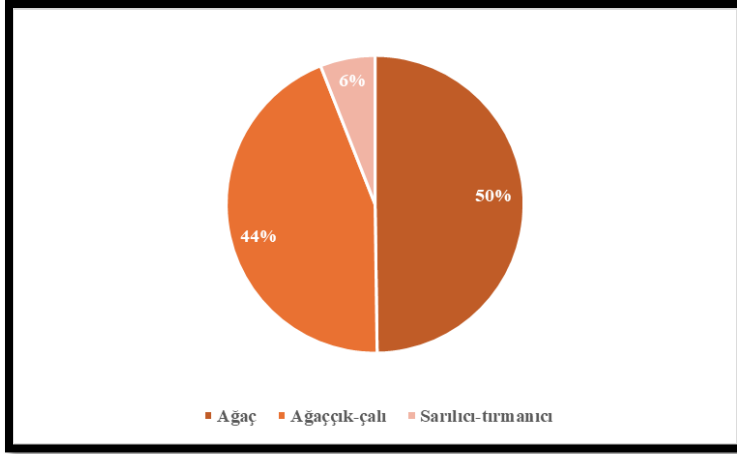
Tespit edilen taksonların toksisite ve alerjenite durumları Baytop, 1984; Yılmaz ve ark., 2006; Knight, 2007; Nelson ve ark., 2007; Steinman, 2008; Wagstaff, 2008; Filmer, 2012; Atasoy, 2012; Zencirkıran ve ark., 2018; DiTomaso, 2019; Çelik, 2020; Giannetti ve ark., 2020; Carinanos ve Marinangeli, 2021; Çelik ve Zencirkıran, 2021; Kuşen ve ark., 2022; Anonim, 2024a; Anonim, 2024b; Anonim, 2024c; Anonim, 2024d kaynaklarından yararlanılarak belirlenmiştir. Taksonların yaşam formları ve toksik gruplarına göre dağılımları Çizelge 3'te verilmiştir.

#### Çizelge 3. Bursa ili doğal odunsu taksonların yaşam formu ve toksik gruplarına göre sınıflandırılması

Yaşam Formu	Takson	Toksik Grubu
Ağaç	<i>Abies nordmanniana</i> (Stev.)Spach ssp. <i>bornmülleriana</i> Mattf.	6
	<i>Acer campestre</i> L.	6,7
	<i>Acer platanoides</i> L.	6,7
	<i>Alnus glutinosa</i> Gartn.	4,7
	<i>Carpinus betulus</i> L.	6,7
	<i>Castanea sativa</i> Mill.	6,7
	<i>Celtis australis</i> L.	6,7
	<i>Cercis siliquastrum</i> L. subsp. <i>siliquastrum</i>	6
	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.	6
	<i>Fraxinus ornus</i> L.	4,7
	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	4,7
	<i>Juniperus excelsa</i> L.	6,7
	<i>Laurus nobilis</i> L.	4
	<i>Olea europa</i> L.	6,7
	<i>Pinus brutia</i> Henry.	6,7
	<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	6,7
	<i>Pinus pinea</i> L.	6,7
	<i>Pinus silvestris</i> L.	6,7
	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	6,7
	<i>Platanus orientalis</i> L.	6,7
	<i>Populus alba</i> L.	6,7
	<i>Populus tremula</i> L.	6,7
	<i>Quercus robur</i> L. ssp. <i>robur</i>	2,5,7
	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	2,5
	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.ssp. <i>iberica</i> (Steven ex Bieb.)	2,5
	<i>Quercus infectoria</i> Olivier ssp. <i>infectoria</i> (Reut) Schwarz.	2,5
	<i>Quercus pubescens</i> Wild.	6,7
<i>Quercus ithaburensis</i> Decne ssp. <i>Macrolepis</i> Hedge.Yalt.	6,7	
<i>Quercus trojana</i> P.B. Webb.	6,7	

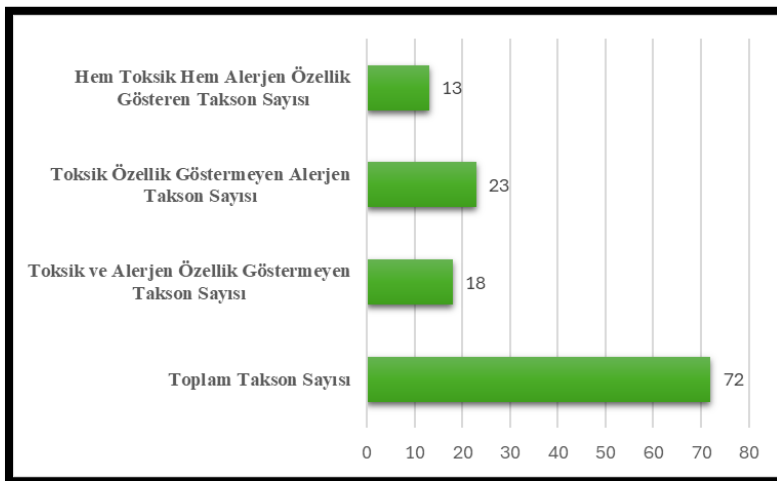
	<i>Quercus hartwissiana</i> Stev.	6,7
	<i>Salix caprea</i> L.	6
	<i>Salix cinerea</i> L.	6
	<i>Salix amplexicaulis</i> L.	6
	<i>Taxus baccata</i> L.	1,5,7
	<i>Tilia argentea</i> Desf.ex.DC.	6
	<i>Ulmus glabra</i> L.	4,7
<b>Ağaççık-Çalı</b>	<i>Arbutus unedo</i> L.	6
	<i>Arbutus andrachne</i> L.	6
	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link.	6
	<i>Chamaecytisus austriacus</i> (L.) Link.	6
	<i>Chamaecytisus pygmaeus</i> (Willd) Rothm	6
	<i>Cistus laurifolius</i> L.	5
	<i>Cistus salviiflorus</i> L.	5
	<i>Cistus creticus</i> L.	5
	<i>Cornus mas</i> L.	4,7
	<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i>	4,7
	<i>Coryllus avellana</i> L.	2,4
	<i>Daphne oleides</i> Schreb.	4,7
	<i>Daphne pontica</i> L.	2,4,5,7
	<i>Daphne sericea</i> L.	2,4,5,7
	<i>Erica arborea</i> L.	6,7
	<i>Euonymus europaeus</i> L.	2
	<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>nana</i>	2,7
	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	6
	<i>Pyracantha coccinea</i> Roem.	2,4,5,7
	<i>Quercus coccifera</i> L.	6,7
	<i>Rhus coriaria</i> L.	4
	<i>Rosa gallica</i> L.	2
	<i>Rosa canina</i> L.	2
	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	2,4
	<i>Spartium junceum</i> L.	2
	<i>Styrax officinalis</i> L.	6,7
	<i>Tamarix parviflora</i> DC.	6
	<i>Viburnum tinus</i> L.	2
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	6
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	6
<i>Vaccinium arctostaphylos</i> L.	6	
<i>Vitex agnus castus</i> L.	6	
<b>Sarılıcı-tırmanıcı</b>	<i>Clematis viticella</i> L.	2,4,5
	<i>Clematis cirrhosa</i> L.	2,4,5
	<i>Hedera helix</i> L.	1,2,4,5
	<i>Jasminum fruticans</i> L.	6,7

Yapılan değerlendirmeler sonucunda tespit edilen 72 taksondan 36'sının ağaç formunda,32'sinin ağaççık-çalı formunda ve 4'ünün sarılıcı-tırmanıcı formda olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Ağaç formunda olan taksonların %28'inin toksik ve alerjen özellik gösterdiği, %19'unun toksik ve alerjen özellik göstermediği, %53'ünün ise toksik özellik göstermediği halde alerjen özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Ağaççık-çalı formunda olan taksonların %56'sının toksik ve alerjen özellik gösterdiği, %34'ünün toksik ve alerjen özellik göstermediği,%10'unun ise toksik özellik göstermediği halde alerjen özellik gösterdiği tespit edilmiştir.



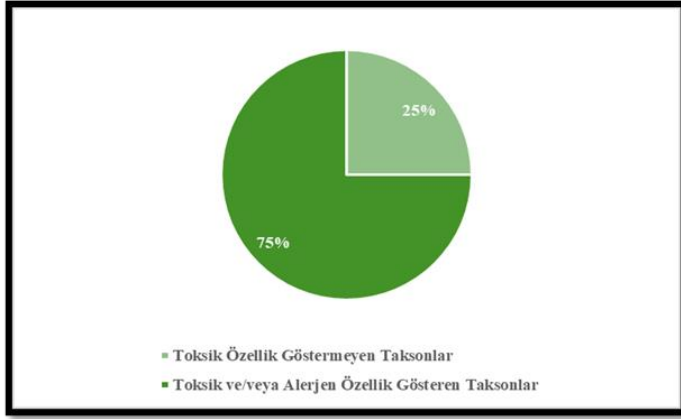
**Şekil 2.** Taksonların yaşam formlarına göre dağılımları

Taksonların hem toksik özellik gösterme durumlarının hem de alerjen olma durumlarının belirtilen kaynakların taranması ve iki farklı sonucun karşılaştırılması neticesinde, toksik özellik göstermeyen taksonların alerjen özellik gösterebildiği (Knight, 2007; Nelson ve ark., 2007; Steinman, 2008), bir taksonun hem toksik hem alerjen özellik gösterebileceği tespit edilmiştir. 72 takson arasından 18 taksonun toksik ve alerjen özellik göstermediği, 13 taksonun hem toksik hem alerjen özellik gösterdiği, 23 taksonun toksik özellik göstermediği halde alerjen özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Taksonların toksik ve alerjen özellik gösterme oranları

Tüm taksonların %25'inin (18 takson ile) toksik özellik göstermediği, %75'inin (54 takson ile) toksik ve/veya alerjen özellik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4).



**Şekil 4.** Toksik ve/veya alerjen özellik gösteren ve toksik özellik göstermeyen taksonların dağılımı

#### 4.Sonuçlar

Bir bitki içerdiği toksik bileşenler, etkilenen canlının vücuduna giren toksik madde miktarı, toksik maddenin vücuda alınış şekli gibi farklı parametrelere bağlı olarak birden fazla toksisite grubuna dahil olabilmektedir. Örneğin bir bitki hem insan hem hayvan toksisitesine sebep olabilmekte, vücuda alınan miktara bağlı olarak yüksek ya da düşük toksisite sınıfında değerlendirilebilmekte, toksik olmayan bir bitki alerjen özellik gösterebilmektedir. Bu gibi durumlar bir bitkinin birden çok toksisite grubuna dahil edilmesini gerektirmektedir.

Bursa ilinde bulunan doğal odunsu taksonların toksik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada 72 takson incelenmiş ve birçok taksonun birden fazla toksik grup içerisinde yer aldığı görülürken, *Cistus laurifolius* L., *Cistus salviiflorus* L., *Cistus creticus* L. gibi taksonların sadece hayvan toksisitesine sebep olduğu (Grup 2), *Rhus coriaria* L. ve *Laurus nobilis* L. taksonlarının sadece dermatite sebep olduğu (Grup 4), *Viburnum tinus* L., *Euonymus europaeus* L., *Spartium junceum* L., *Rosa gallica* L. ve *Rosa canina* L. taksonlarının ise sadece düşük toksisiteye sebep olduğu (Grup 2) belirlenmiştir.

*Hedera helix* L. ve *Taxus baccata* L.'nin yüksek toksisiteye sebep olduğu (Grup 1), alerjen özellik gösteren (Grup 7) taksonların ise ağırlıklı olarak Aceraceae, Cupressaceae, Fagaceae, Oleaceae, Pinaceae, Salicaceae, Taxaceae, Tymelaceae ve Ulmaceae familyalarına dahil oldukları tespit edilmiştir.

## 5.Öneriler

Hayatımızın önemli bir parçası olan bitkilerin ihtiva ettikleri toksik bileşenler sebebiyle insanlar ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebilme potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, bu etkilerden kaçınılması veya etkilerin en aza indirilmesi için geliştirilen öneriler aşağıda verilmiştir.

### a. Bitki Seçimi ve Tasarım Planlaması

Peyzaj tasarımlarında toksik özellik göstermeyen türlerin öncelikli olarak tercih edilmesi, çocuk oyun alanları, okullar, parklar ve evcil hayvanların bulunduğu bölgelerde toksik özellik gösteren bitki kullanımından kaçınılması.

### b. Bilgilendirme ve Etiketleme

Toksik özellik gösteren bitkiler üzerine bilgilendirici etiketler yerleştirilmesi ve bitkilerin toksik özellikleri hakkında bilgi vererek risklerin farkındalığının artırılması.

### c. Düzenli Bakım ve Kontrol

Özellikle toksik özellik gösteren bitkilerden düşen yapraklar, tohumlar veya meyvelerin düzenli olarak temizlenmesi, bu bitkilerin yayılmasını önlemek için düzenli budama yapılması.

### d. Erişim Kontrolü

Toksik özellik gösteren bitkilere erişimi sınırlamak için bitki çevresine çitler veya bariyerler yerleştirilmesi, çocuklar ve evcil hayvanlar için bitkilere erişim sırasında gözetim sağlanması.

### e. Eğitim ve Farkındalık

Park ve bahçe kullanıcılarına bitkilerin toksik etkileri hakkında bilgi sağlayan programlar düzenlenmesi, çocuklara hangi bitkilere dokunmamaları veya yememeleri gerektiğinin öğretilmesi.

### f. Acil Durum Planı

Toksik bitki zehirlenmelerinde kullanılacak bir zehir danışma merkezi veya sağlık kuruluşunun bilgilerinin edinilmesi, zehirlenme durumunda yapılması gereken ilk yardım önlemlerinin öğrenilmesi.

## Teşekkür

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.



## Kaynaklar

- Anonim, (2019). *Bursa'nın iklim özellikleri*  
[http://www.bursadakultur.org/bursanin\\_cografyasi2.htm](http://www.bursadakultur.org/bursanin_cografyasi2.htm) -(Erişim Tarihi: 29.11.2019).
- Dinçer (2024a). <https://www.vdberk.co.uk/>. Erişim Tarihi: 15.08.2024.
- Anonim (2024b). <https://www.ces.ncsu.edu/>. Erişim Tarihi: 15.08.2024.
- Anonim (2024c). [https://pfaf.org/User/Default.aspx#google\\_vignette](https://pfaf.org/User/Default.aspx#google_vignette). Erişim Tarihi: 15.08.2024.
- Anonim (2024d). <https://www.rhs.org.uk/>. Erişim Tarihi: 15.08.2024.
- Atasoy, N. (2012). 'Bina içi mekânlarda kullanılan zehirli süs bitkileri üzerinde araştırmalar.'  
 Doktora Tezi. MÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Baytop, T. (1984). *Türkiye'de bitkiler ile tedavi*. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 3255, İstanbul.
- Benzeid, H., Gouaz, F., Touré, A.H., Bouatia, M., Idrissi, M.O.B., Draoui, M. (2018). Inventory of toxic plants in Morocco: An Overview of the botanical, biogeography, and phytochemistry studies. *J Toxicol*. doi: 10.1155/2018/4563735.
- Carinanos P., Marinangeli F. 2021. An updated proposal of the Potential Allergenicity of 150 ornamental Trees and shrubs in Mediterranean Cities, *Urban Forestry & Urban Greening* 63 (2021) 127218.
- Çelik, B.H. (2020). 'Bursa kent parkları tasarım bitkilerinin toksikolojik özellikleri üzerine bir araştırma', Yüksek Lisans Tezi, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Bursa.
- Çelik, B.H., Zencirkıran, M. (2021). A research on toxicological properties of Bursa city parks's design plants, *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23(2): 446-464.
- Dinçer D., Bekçi B., Bekiryazıcı F. (2016). Türkiye'deki Doğal Bitki Türlerinin Üretiminde Doku Kültürü Tekniklerinin Kullanımı, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı* 295-302.
- DiTomaso, J. M. (2019). *List of plants reported to be poisonous to animals in the United States*.  
 Davis - Weed Research and Information Center, United States, Ithaca.
- Filmer, A. K. (2012). *Safe and poisonous garden plants*. University of California, Davis. USA. 31p.
- Giannetti A, Gessaroli M, Cipriani F, Gallucci M, Bertelli L, Ricci G. (2020). How to select appropriate plants for allergic children. *Biomed J Sci & Tech Res* 26(2). BJSTR. MS.ID.004315.

- King, I. A. (1997). *Know your plants. safe or poisonous?* California Poison Control System, California.
- Knight, A.P. (2007). *A Guide to poisonous house and garden plants*, Teton Newmedia, Jackson, Wyoming, USA, 421p.
- Kušen, M., Stura, L., Purgar, D.D., Poje, M. & Židovec, V. (2022). Toxic and allergenic plant species in primary school yards of Zagreb's lower town district. *Acta Hort Regiotec*, 25 (1): 99–106.
- Nelson, L.S., Shih, R.D., Balick, M.L. (2007). *Handbook of poisonous and injurious plants*. Second Edition. Springer. 340 p.
- Nithaniyal, S., Majumder, S., Umapathy, S., Parani, M. (2021). Forensic application of dna barcoding in the identification of commonly occurring poisonous plants, *Journal of Forensic and Legal Medicine*, <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2021.102126>.
- Poppenga, R.H. (2010). *Poisonous plants, molecular, clinical and environmental toxicology*. volume 2: clinical toxicology Edited by A. Luch, Birkhäuser Verlag/ Switzerland.
- Serrano, R. (2018). Toxic Plants: Knowledge, medicinal uses and potential human health risks, *Environment and Ecology Research* 6(5): 487-492, doi: 10.13189/eer.2018.060509.
- Steinman, H. (2008). *Tree pollens allergy – Which allergens?*, Phaida AB, Sweden. 182p.
- Tırnakçı A., Aklıbaşında M. 2023. Doğal bitki türlerinin kentsel alanlardaki bitkisel tasarımlarda kullanımı”, *AÇÜOFD*, 24(1):167–177. doi: 10.17474/artvinofd.1150603.
- Wagstaff, D.J. (2008). *International poisonous plants checklist an evidence-based reference*. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, United States, 462p.
- Yılmaz, H., Akpınar, E., Yılmaz, H. (2006). Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanılan Bazı Süs Bitkilerinin Toksikolojik Özellikleri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A (1) : 82-95.
- Zencirkıran, M. (2009). Determination of native woody landscape plants ın Bursa and Uludag. *African Journal of Biotechnology*, 8(21): 5737-5746.
- Zencirkıran, M., Çelik, B.H., Müdük, B., Görür, A., Çetiner, S., Eraslan, E., Tanrıverdi, D. (2018). İç mekân tasarım bitkilerinin kullanıcılar için toksik özellikler bakımından değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1): 26-31.
- Zencirkıran, M, Altay Ender, E., Altun, G.2019. *A research on attractive flowered exotic woody landscape plant species used in urban green spaces in Bursa*. Chapter 1: 9-26. Researches in Landscape and Ornamental Plants (Edt.Prof.Dr. Murat Zencirkıran). GeceKitaplığı/Gece Publishing, ISBN:978-625-7958-27-1, Ankara.

## Sağlık Mekânları ile Doğa Arasında Köprü Olarak Biyofilik Tasarım: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesinin İrdelenmesi\*

### Biophilic Design as a Bridge Between Healthcare Facilities and Nature: An Examination of Niğde Ömer Halisdemir University Education and Research Hospital

 Gülbin Çetinkale DEMİRKAN<sup>1</sup>,  Gökçen ÇETİN<sup>2</sup>

#### Özet

Biyofilik tasarımın temelleri, insanoğlunun doğayla iç içe yaşadığı ve doğal çevresine uyum sağladığı antik dönemlere kadar uzanmaktadır. Antik Yunan ve Roma mimarisi, bahçeler, su yolları ve doğal ışık kullanımını içeren mekanlarıyla biyofilik unsurlar taşımaktadır. Çin ve Japon bahçecilik sanatları, doğanın estetik ve ruhsal değerlerini mimariye entegre etmiştir. Ancak zaman içerisinde tek düze mimarinin etkisiyle insanların doğa ile bağları zayıflamıştır. Biyofilik tasarım da bu bağların yeniden kurularak güçlendirilmesi amacıyla kullanılan tasarım yaklaşımlarından birisidir. Organik mimari yaklaşımlar, şelale evleri gibi projeler, yeşil çatılar, yaşayan duvarlar, doğal ışık ve havalandırma sistemleri gibi uygulamalar da biyofilik tasarım prensiplerini teşvik etmektedir. Biyofilik tasarımın temeli insanların doğayla iç güdüsel bir bağa sahip olduğu ve bu bağın sağlık ve mutluluk üzerinde etkisi olduğu fikrine dayanmaktadır. Bu çalışmada, sağlık mekânı olan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde doğa ile mekân arasında bağ kurulması noktasında aracı olarak kullanılan biyofilik tasarımın 14 ilkesi esas alınarak hastanede bahçesinde kriterleri sağlama açısından değerlendirmelerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Biyofilik Tasarım, Doğa ile Etkileşim, Doğa Esaslı Tasarım, Sağlık Mekânı

#### Abstract

The foundations of biophilic design date back to ancient times when humans lived in harmony with nature and adapted to their natural surroundings. Ancient Greek and Roman architecture included biophilic elements with spaces featuring gardens, waterways, and the use of natural light. Chinese and Japanese gardening arts integrated the aesthetic and spiritual values of nature into architecture. However, over time, with the influence of monotonous architecture, people's connections with nature have weakened. Biophilic design is one of the design approaches used to reestablish and strengthen these connections. Organic architectural approaches, projects like waterfall houses, green roofs, living walls, and applications such as natural lighting and ventilation systems also promote biophilic design principles. The basis of biophilic design lies in the idea that humans have an instinctive connection with nature and that this connection affects health and happiness. In this study, evaluations were made regarding the fulfillment of criteria in the garden of Niğde Ömer Halisdemir University Training and Research Hospital, a healthcare facility, based on the 14 principles of biophilic design, which serves as a mediator in establishing a connection between nature and space.

**Keywords:** Biophilic Design, Interaction with Nature, Nature-Based Design, Healthcare Facility

## 1. Giriş

Doğa kendini sürekli yenileyen, değiştiren, canlı ve cansız varlıkların barındığı bir ortamdır. İnsanlık tarihinin temelinde yer alan doğa ekosistemler üzerine kurulu bir sistemi içermektedir. Doğal ortam ise bu ekosisteme bağlı olarak iklim ve yeraltı kaynakları üzerinden şekillenmektedir. Bu noktada da insan, doğa ve ekosistem arasında bir ilişki bulunmaktadır. İnsan-doğa-ekosistem arasındaki bu ilişki insanoğlunun biyolojik varoluşuyla ortaya çıkan ve karşılıklı etkileşimleri ile gelişen ve değişen bir bağ ile bağlıdır. Zaman içerisinde bu bağ ile dengeler bozulmuş, doğanın bir parçası olan insan, etkileşimde bulunduğu ekosistemi ve doğal ortamı kendine özgü hale dönüştürmeye başlamıştır (Çetinkale Demirkan ve Akat, 2018). Bu süreçte insan, doğal ortama elverişli olan çevre düzenlemeleri yapmasına rağmen gelişen teknoloji artan tüketim ve talepler doğrultusunda zamanla doğa ile ilişkisinin evrimleştiğini görmüştür. Bu evrim, bireylerin ve toplumların duygu, düşünce, kültürel ve sağlık açısından farklılaşmasına yol açmıştır. Farklılaşma ile başlayan süreç zamanla doğa ve insan arasındaki dinamik ilişkiyi, insanların yaşam biçimlerini ve çevresel yaklaşımlarını değiştirmekle kalmayıp doğadan da uzaklaşmasına sebep olmuştur. Günümüzde ise modern yaşamın getirisi olarak inşa edilen yapılar doğaya yalnızca marjinal bir rol veren ve en önemlisi bireylerin sağlığını ve mutluluğunu ikinci plana atan tasarımlara dönüşmüştür (Kellert, 2014). Ancak kentsel tasarımın doğayla, fiziksel veya duygusal olarak yeniden bağlantı kurmaya yönelik bir tasarım kalitesinin olması gerekmektedir. Sadece ihtiyaca yönelik tasarlanan yapılar ile ekolojik değerler geri planda bırakılarak doğa tahribatının ilerlemesine de sebep olunmaktadır. Bu doğrultuda da insanoğlunun çevreyi değiştirme ve ekileme şekli de doğrudan tahribata katkı sunmaktadır. Doğrudan etki eden tahribat, zamanla orman varlığı, madencilik ve tarım faaliyetleri gibi birçok alanı etkileyebilmektedir. Aynı zamanda bitki ve hayvan türlerinin yok olmasına, su, hava ve toprak gibi kaynakların kirlenmesine sebep olabilmektedir (Çakar ve ark., 2018). Böylece insanoğlu doğal ortamdan uzaklaşmakla kalmamakta, yaşam için vazgeçilmez olan doğal kaynakların kalitesinin bozulması ve tükenmesi ile de yüzleşmektedir. Yaşamı içinde bu bozulmayı deneyimledikçe insanlar doğa ile tekrar iletişim kurma ve uyum içinde yaşama yollarını yeniden aramaya başlamıştır. Yaşadıkları ekosistemi koruma bilincine sahip olmaları ve doğayı koruyarak hareket etmeleri gerektiğinin farkına varmıştır. Bu doğrultu da kentsel alanlar içerisinde doğayı koruyucu, insanla doğa etkileşimini artırıcı, koruma kullanım dengesi içerisinde yaşamın devamlılığını sağlayıcı birtakım yaklaşımlar doğmuştur.

Bu yaklaşımlardan biri olan biyofilik tasarım “inşa edilmiş çevrenin tasarımı için biyofili fikrinin değerlendirilmesi” ile gündeme gelmiştir (Kellert, 2014). Biyolog Edward O. Wilson (1984)’un Biophilia kitabında biyofiliği “insanların doğal sistemlere ve süreçlere duydukları iç güdüsel eğilim” olarak tanımlamıştır. Biyofili, çevredeki koşullara uyum sağlamanın tüm insanlara ortak bir dilde aktarılması ifade etmektedir.

Biyofilik tasarımın temelleri antik dönemlere kadar uzanmaktadır. Antik Yunan ve Roma mimarisi incelendiğinde bahçelerin, su yollarının ve doğal ışık kullanımını içeren mekanlarda biyofilik unsurların bulunduğu, Çin ve Japon mimarisinde de bahçecilik sanatlarında, doğanın estetik ve ruhsal değerlerinin mimariye entegre edildiği görülmektedir (Şekil 1) (URL-1, URL-2).



**Şekil 1.** Çin ve Japon Mimarisi Örnekleri

21. yüzyılda insanların gündelik yaşantılarında karşılaştıkları olumsuzlukların fazlaşması sebebiyle stres seviyesinin düşürülmesi ve iyi olma halinin arttırılması için biyofilik tasarımın mekanlarda destekleyici bir niteliği olduğu bilinmektedir (Kaplan ve Kaplan, 1989; Ulrich, 1991; Bratman ve ark., 2015). Günümüz formları genellikle tahmin edilebilir ve tek düze olma yolunda ilerlerken insanların da doğal formlardan uzaklaşmasına neden olmaktadır. Bu noktada da biyofilik tasarım ilkeleri doğru uygulandığında mekanlarda doğal çağrışımlara yer verilebilmektedir.


Biyofilik tasarım, mekân içerisinde yeşil çatılar, canlı duvarlar, doğal aydınlatma ve havalandırma sistemleri gibi uygulamalar ile peyzajın karakteristik özelliklerini temsil eden unsurları içeren, doğanın en küçük parçasından en büyük birimine kadar bütün varlıkların dahil olduğu, insanların doğa ile kaynaşmalarını kolaylaştıran ve sağlık açısından da iyileştirici etkileri bulunan tasarım örneklerini içeren bir konudur (Çetinkale Demirkan, 2022).

Biyofilik tasarım anlayışı içerisinde yeşil çatılar sadece estetik bir öge olmakla kalmaz, aynı zamanda enerji tasarrufu sağlar, yağmur suyunu yönetir ve biyolojik çeşitliliği desteklemektedir. Canlı duvarlar, iç mekanlarda hava kalitesini iyileştirir ve stresi azaltır. Doğal aydınlatma ve havalandırma sistemleri, enerji verimliliğini artırır ve kullanıcıların konforunu sağlamaktadır. Kentsel alanlarda parklar ve bahçeler gibi alanlar yaratmak, rekreasyonel faaliyetlere imkân vermekte, kentsel yaşamın getirdiği stresle başa çıkmalarına yardımcı olarak yaşam kalitesini yükseltmekte, insanların doğayla etkileşimini arttırmaktadır (Atıl ve ark., 2006; Çetin, 2018; Yalçınkaya, 2021; Yalçınkaya, 2022; İlhan ve ark., 2024). İç mekanlarda ise doğal materyallerin kullanımı, organik formlar ve biyofilik sanat eserleri, mekânın estetiğini ve kullanıcıların duygusal sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Joye, 2007; Ryan ve Browning, 2020; Gray ve Birrell, 2014).

Biyofilik tasarımın sağlık üzerindeki etkileri de oldukça geniş kapsam sağlamaktadır. Doğayla temasın stres seviyelerini düşürdüğünü, odaklanmayı artırdığını ve genel yaşam kalitesini iyileştirdiğini göstermektedir (Browning ve Ryan, 2020; Yalçınkaya, 2024). Ayrıca, biyofilik unsurların yer aldığı mekanlar, hastaların daha hızlı iyileşmesine ve çalışanların daha verimli olmasına katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, biyofilik tasarım, sadece estetik bir tercih olmanın ötesinde, sağlıklı ve sürdürülebilir yaşam alanları yaratmanın önemli bir unsurudur (Zhong ve ark., 2022).

Biyofilik tasarım yaklaşımı kapsamında biyofilik tasarımın doğru ve etkili bir şekilde uygulanabilmesi için şu temel koşulları içermesi gerekmektedir (Kellert ve Calabrese, 2015) (Çizelge 1).

### Çizelge 1. Biyofilik Tasarımın Temel Koşulları

Doğa ile tekrarlı ve sürekli etkileşim halinde olunması	 <p>(URL-3)</p>
---	--



İnsanın doğal dünyaya adaptasyonunun ön planda tutulması



(URL-4)

Aidiyet duygusunu geliştirici ve duygusal bağlılığı oluşturan mekanlar yaratılması



(URL-5)

Doğaya karşı sorumluluk duygusunun artırılması



(URL-6)

Bütünleşik mimari çözümlerin geliştirilmesi



(URL-7)

Yapı ve fiziki çevresinde yaşam kalitesini arttırmak, insanlar için doğuştan gelen doğa bağlarını yeniden canlandırmak ve biyofilik tasarım modelini oluşturabilmek için insan-doğa-mekân-tasarım kavramlarını bütün olarak ele almak gerekmektedir (İrfanoğlu ve Suri, 2022). Bu kapsamda biyofilik tasarım yaklaşımı ile bir mekân oluşturmak istenirse bitkiler, ateş gibi doğal elementler ve temiz hava gibi varlıklar doğrudan; insanlara doğal olanı hatırlatan şeylerin varlığı ile dolaylı ve mevsimlere uyum, doğal ışığın varlığından memnuniyet, manzaralara erişim gibi dış mekanla da bağlantı sağlanmalıdır (Coulthard, 2020; Akt., İrfanoğlu ve Suri, 2022). Doğa ile dolaylı ve doğrudan temas ile mekânsal deneyimleme sonucunda insanlar buldukları ortamlarda doğa ile bağ kurabilmekte, zihinsel, fiziksel ve ruhsal olarak kendilerini iyi hissedebilmekte ve yaşam kaliteleri artabilmektedir.

Bu çalışmada, bir sağlık kurumu olan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesine ait alanlarda Browning ve ark., (2014) tarafından geliştirilen biyofilik tasarım parametreleri esas alınarak biyofilik tasarım açısından değerlendirmelerde bulunulmuştur. İnsanların özellikle sağlık bulma amacıyla gittiği sağlık kuruluşlarında biyofilik tasarım aracılığı ile psikolojik refahı yükseltici uygulamalar için çeşitli öneriler getirilmiştir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Materyal**

Niğde İlinde bulunan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, birçok sağlık hizmeti sunması, ilçelerden gelen ziyaretçileriyle de yoğun bir kullanıma sahip olması ve büyük bir bahçesinin olması sebebiyle çalışma alanı olarak seçilmiştir. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Niğde'nin en büyük hastanesidir. Hastane 42.000 m<sup>2</sup> inşaat alanına sahiptir. Bu çalışma, büyük bir yeşil alana sahip bir sağlık yapısı üzerinden biyofilik tasarımının uygulanabilirliğini araştırmaktadır (Şekil 2).

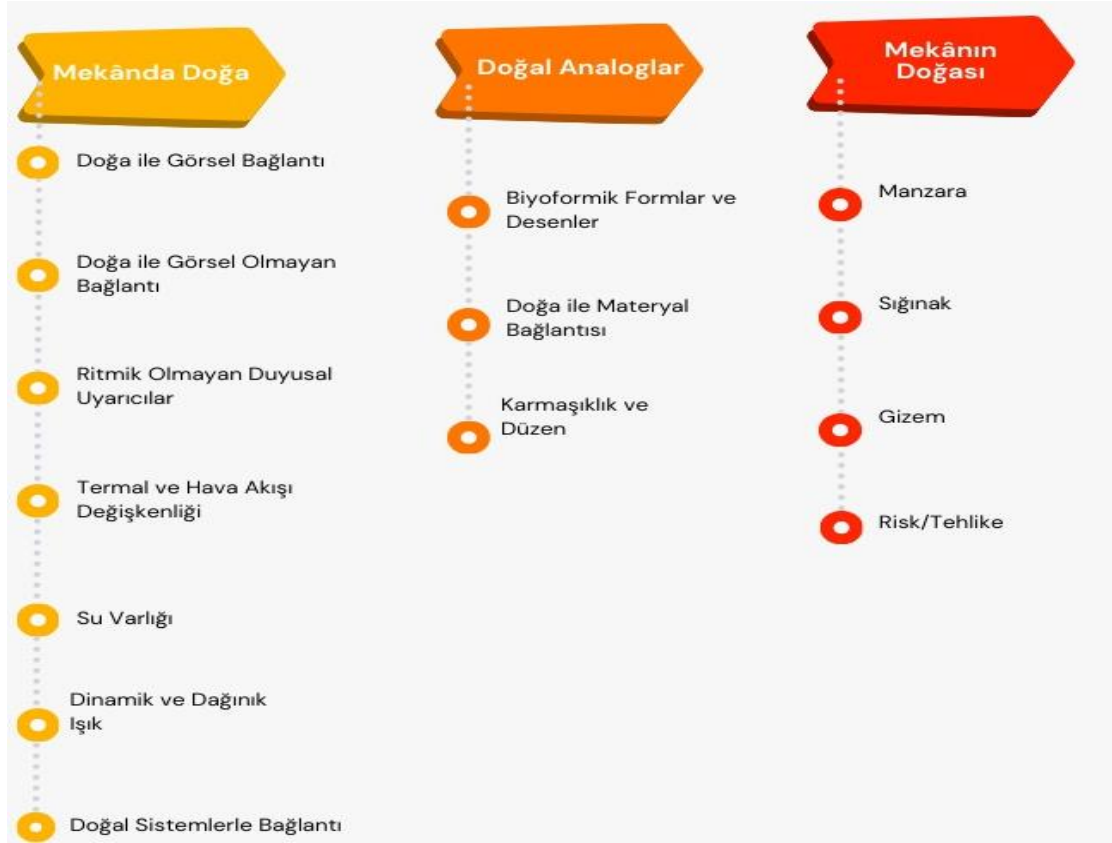




**Şekil 2.** Niğde Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Görünümü

## 2.2. Yöntem

Çalışmanın yöntemini; literatür taraması, alan analizi, saha çalışması, fotoğraf çekimleri ve elde edilen verilerin biyofilik tasarım parametreleri doğrultusunda değerlendirilmesi oluşturmaktadır. Browning ve ark., (2014)'nın belirlediği 14 parametreden oluşan biyofilik tasarım kriterleri insanların doğayla daha sağlıklı etkileşimler kurabilmesi temellinde üç ana kategoride oluşturulmuştur. ‘mekânda doğa’, ‘doğal analoglar’ ve ‘mekânın doğası’ ana kategorileri altında ‘doğa ile görsel bağlantı, doğa ile görsel olmayan bağlantı, ritmik olmayan duyuşal uyarıcılar, termal ve hava akışı değişkenliği, su varlığı, dinamik ve dağınık ışık, doğal sistemlerle bağlantı; biyofornik formlar ve desenler, doğa ile materyal bağlantısı, karmaşıklık ve düzen; manzara, sığınak, gizem ve risk/tehlike bulunmaktadır (Şekil 3). Uygulanabilirliğin sağlaması amacıyla geliştirilen parametrelere ait yeşil alan tasarımları içerisinde biyofilik alanların özelliklerini içeren bazı ölçütler oluşturulmuştur (Aktaş, 2022; Shong ve ark, 2022; Zhong ve ark., 2023; Bayındır, 2024) (Çizelge 2).



Şekil 3. Biyofilik Tasarım Kriterleri (Browning ve ark., 2014'den değiştirilerek)

Çizelge 2. Biyofilik Alanların Özelliklerini İçeren Bazı Ölçütler

#### Biyofilik Tasarım Ölçütleri

Doğa ile Görsel Bağlantı	Peyzaj alanlarının görsel olarak deneyimlenmesi
Doğa ile Görsel Olmayan Bağlantı	Yeşil alanlar içerisinde kokulu bitki kullanımı, su sesini işitme, havayı hissetme, yeşile ve toprağa dokunma gibi ortamı duyuşsal olarak deneyimleme
Ritmik Olmayan Duyuşsal Uyarıcılar	
Termal ve Hava Akımı Değişkenliği	Yeşil alanlardaki bitki, hayvan, rüzgâr, güneş gibi gözlemlenebilen ve hissedilebilen doğal değişkenler ile kullanıcılara duyuşsal uyarma etkileri yaratma
Su Varlığı	Yeşil alan içerisinde suya dair inşa edilmiş alan deneyimi

Dinamik ve Dağınık Işık	Yarı açık mekân deneyimleri, doğal ışığın içeri süzüldüğü alanlar
Doğal Sistemlerle Bağlantı	Mevsimsel değişikliklere dair farklılıkların deneyimlenmesi
Biyomorfik Form ve Desenler	Mekân ve yapısal elemanlarda form olarak doğanın taklit edilmesi doğanın parçası olan desenlerin gözlemlenmesi
Doğa ile Materyal Bağlantısı	Sürdürülebilir, organik materyallerin kullanılması
Karmaşıklık ve Düzen	Doğadaki fraktal geometrik yapının kullanılması, simetri ve doğadaki karmaşanın deneyimlenmesi
Manzara	Yarı açık alanlar, peyzajın izlenebilirliği
Sığınak	Yoğun bir bitkilendirme ile sakinliği deneyimleme, yalnız kalma ihtiyacını giderme
Gizem	Alanda merak hissi uyandıran, beklenmedik yürüyüş yolları ya da kullanım alanları sunmak
Risk/Tehlike	Tehlike hissi yaratılması, yükseklikten dolayı oluşan tehlike hissi ya da korkulukların bulunmamasının yarattığı risk

Biyofilik tasarım kriterlerine göre değerlendirilen hastane bahçesinden elde edilen veriler ölçütler ile kıyaslanarak kriterlerin sağlanması durumuna göre değerlendirmeye alınmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Biyofilik tasarım kriterleri, doğa ile tasarım arasındaki bağlantıyı sürdürülebilirlik ve iyileştirici güç açısından ele almaktadır. Bu kriterler, doğaya uyumlu ve sürdürülebilir mekanlar oluşturmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda bir sağlık kuruluşunun açık ve yeşil alanında Browning ve ark., 2014'ün biyofilik tasarım kriterlerine göre ana ve alt parametreler içerisinde değerlendirmeler yapılmıştır.

#### 3.1. Mekânda Doğa

##### 3.1.1. Doğa ile Görsel Bağlantı:

Mekânda doğa ana parametresi altında bulunan doğa ile görsel bağlantı kriteri mekânlarda bitkiler, hayvanlar, su yüzeyleri gibi doğal unsurların görünürlüğünün sağlanmasını ifade etmektedir. Hastane yapı olarak incelendiğinde; yapının sahip olduğu geniş pencereler aracılığıyla iç mekândan dış mekâna görsel temas kurulması ve bu temas içerisinde fazlaca yeşil alanın varlığı mekân kullanıcılarının doğa ile görsel bağlantı kurmasına olanak tanımaktadır. Yeşil alanlar ile ana ve ara akslar üstünde ağaç ve çalı kullanımına yer verilmesiyle sağlanan doğal görünümle temas kapsamında doğa ile görsel bağlantının sağlandığı belirlenmiştir (Şekil 4). Arslan Selçuk ve ark. (2022)'nin çocuk hastanelerini incelediği çalışmalarında Chicago Ann & Robert H. Lurie Çocuk Hastanesinde yapı cephesindeki geniş pencereler ile şehir, park ve göl manzarasının izlenebildiğini dolayısıyla doğa ile görsel bağlantının sağlandığını belirtmiştir.



**Şekil 4.** Doğa ile Görsel Bağlantı Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

### 3.1.2. Doğa ile Görsel Olmayan Bağlantı:

Doğal unsurların işitsel, kokusal, tatsal ve dokunsal uyarıcılarla etkileşime girilmesi ile doğayı hatırlatan doğa ile görsel olmayan bağlantı kriteri, çiçekli ve kokulu bitkilerin kullanılması, rüzgârla yaprak seslerinin işitilmesi ve hayvan seslerinin varlığı ile sağlanabilmektedir. Hastanenin açık alanlarında kokulu bitkilerin kullanımı, bu alanlarda oturma birimlerinin varlığı, yeşil alanın yarattığı biyoçeşitlilik ile hastane bahçesinde kuşların bulunması bu şartın sağlandığını göstermektedir (Şekil 5). İrfanoğlu ve Suri (2022) yaptıkları çalışmalarında seslerin biyofoni ve jeofoni olarak ikiye ayrıldığını biyofonik

seslerin kuş, cırcır böceği gibi hayvan sesleri olduğunu, jeofonik seslerin ise yağmur, gök gürültüsü gibi hayvan sesleri haricindeki doğal sesler olduğunu bildirmiştir. Pergola altında otururken yağmur sesini dinlemek ya da kuş seslerini dinlemenin rahatlatıcı etkisi olduğunu aynı zamanda doğa ile görsel olmayan bağlantı kurulduğunu da belirtmiştir.



**Şekil 5.** Doğa ile Görsel Olmayan Bağlantı Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

### 3.1.3. Ritmik Olmayan Duyusal Uyarıcılar:

Doğanın rastlantısal, geçici ve değişken özellikleriyle kurulan bağlantılardır. Ritmik olmayan duysal uyarıcılar, doğayı anımsatan renklerin kullanımı, giriş çıkışlarda doğada olan kokuların hissedilmesi gibi özellikler ile sağlanabilmektedir. Bu kriter beklenmeyen anlarda doğanın hatırlanmasını ifade etmektedir. Hastane bahçesinde rastgele yerleştirilen bitkiler, kimi yerde bitki yoğunluğunun fazla olması kimi yerde daha az olması, poliklinik girişinde bitki kasası içerisinde kokulu bitkilere yer verilmesi giriş ve çıkışlarda bu kokunun hissedilmesi ile hastane bahçesinde ritmik olmayan duysal uyarıcılar kriterinin varlığından bahsedilebilmektedir (Şekil 6). Erbay (2021), yapmış olduğu çalışmasında hastane girişinde özel kokuların insanları karşılamasının hastane algısını değiştirdiğini bildirmiştir.





**Şekil 6.** Ritmik Olmayan Duyusal Uyarıcılar Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

#### 3.1.4. Termal ve Hava Akımı Değişkenliği:

Hava koşullarındaki değişikliklerin insan üzerindeki etkisini ifade eden bir kriterdir. Doğal havalandırma, gölgelik alanlar ve rüzgâr kesici bitkilendirme gibi uygulamalarla sağlanmaktadır. Hastane ana binası ile ek hizmet binası arasında çapraz havalandırma amacıyla rüzgâr koridoru tasarımı mevcuttur. Açık alanda ise bitkilerle oluşturulmuş gölge alanlar termal ve hava akımı parametresini sağlayabilmektedir (Şekil 7). Kaya (2019), yaptığı çalışmada Royal Çocuk Hastanesinde avlular ve bahçelerin doğal hava değişimlerine doğrudan imkân verdiğini belirtmiştir. Ayrıca Arslan Selçuk ve ark., (2022), Hong Kong Çocuk Hastanesinde poliklinik binaları arasında çapraz havalandırmanın biyofilik tasarım açısından termal ve hava akımı kriterini sağladığını bildirmiştir.



**Şekil 7.** Termal ve Hava Akımı Değişkenliği Kriterine Ait Örnek (Orjinal,2024)

#### 3.1.5. Su Varlığı:

Mekânda suyun görsel, işitsel veya dokunsal olarak hissedilmesini temsil etmektedir. Su duvarları, gösteri havuzları veya yapay göller bu parametre içerisinde değerlendirilmektedir. Hastaneye ait açık alanda suyun varlığı parametresine dair bir bulgu saptanmamıştır. İncelenen birçok çalışmada da hastane bahçelerinde su varlığına yönelik bir veri elde edilememiştir (Kaya, 2019; Arslan Selçuk ve ark., 2022; Susam ve Özdemir, 2024).

#### 3.1.6. Dinamik ve Dağınık Işık:

Doğadaki aydınlatma koşullarının deneyimlenmesi ve ışık-gölge değişimlerinin tecrübe edilmesini içermektedir. Hastane açık alanı içerisinde ışık gölge oyunlarının varlığı, ağaçların arasından ışıkların süzülmesi ve bu alanlarda oturma birimlerinin varlığı dinamik ve dağınık ışık parametresinin deneyimlenmesini sağlamaktadır (Şekil 8). Boz Demir ve Cengiz (2023) yaptıkları çalışmada alandaki ağaçların sağladığı ışık gölge etkisi ile kullanıcıların dinamik ve dağınık ışık parametresini tecrübe ettiğini bildirmiştir.



**Şekil 8.** Dinamik ve Dağınık Işık Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

### 3.1.7. Doğal Sistemlerle Bağlantı:

Ekosistem içerisindeki zamansal değişim döngülerinin gözlemlenmesi ve ekosistem farkındalığının artırılmasını içermektedir. Yeşil alan içerisinde mevsim geçişlerinin gözlemlenmesi doğal sistemlerle bağlantı kurulmasını sağlamaktadır. Hastane bahçesinde de hem açık alan kullanıcıları açısından hem de hastane içerisindeki geniş pencerelerden yeşil alanların izlenebilmesi ekosistemdeki zamansal değişimin gözlemlenebilmesini sağlamaktadır. Ancak hastane bahçesinde çoğunlukla her dem yeşil bitki türlerinin tercih edildiği, kullanılan yaprak döken türlerin az sayıda olması sebebiyle mevsim geçişlerinin gözlemlenmesinde yeterli olamayacağı düşünülmektedir. Bu açıdan hastane bahçesinde doğal sistemlerle bağlantı yeterli bulunmamıştır (Şekil 9). Özyurt Ökten (2022), yaptığı çalışmada her dem yeşil tür kullanımının fazla olması sebebiyle doğal sistemlerle bağlantının sağlanamadığını bildirmiştir.





**Şekil 9.** Doğal Sistemlerle Bağlantı Kriterine Ait Örnek (Orjinal,2024)

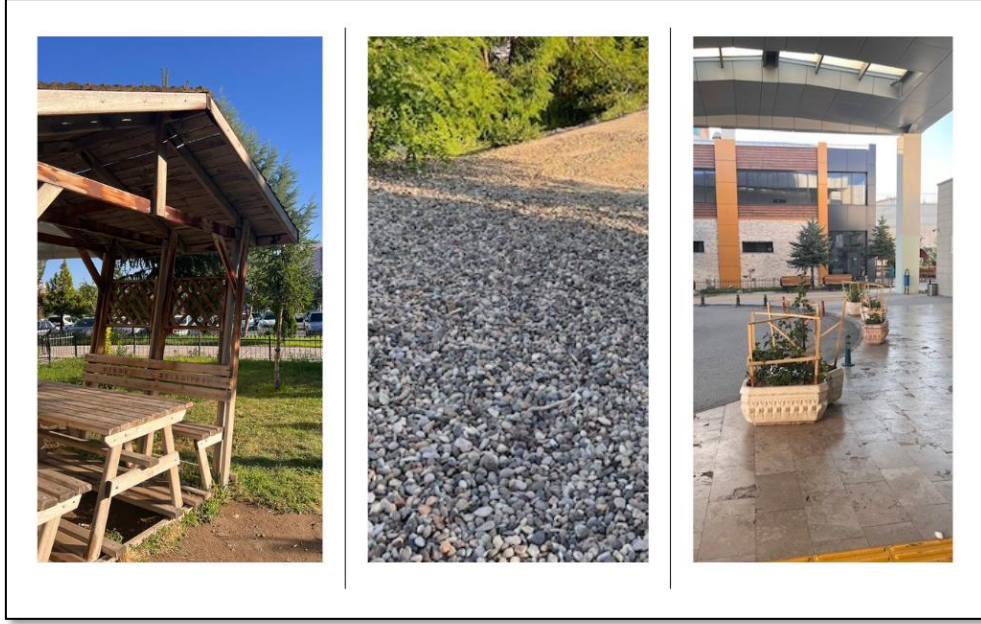
### 3.2. Doğal Analoglar

#### 3.2.1. Biyomorfik Formlar ve Desenler:

Yapılı çevrede doğada bulunan şekil, desen ve dokuları içeren bu kriter, bitki ve hayvanların doğal desenlerinden ve doğal formlardan esinlenen tasarımları yansıtmaktadır. Hastane açık alanında bu kriteri sağlayan herhangi bir veriye ulaşılamamıştır. Omaga ve Lateef (2023), Abuja Devlet Hastanesinde yaptıkları çalışmalarında, biyomorfik form ve desenlerin iç mekânda yetersiz kullanıldığını, açık alanda ise kullanılmadığını belirtmiştir. Benzer şekilde Özyurt Ökten (2022)'de açık alanlarda sadece donatı elemanlarında biyomorfik form ve desenlere yer verildiğini ancak bunun doğa ile bağlantı kurmada yetersiz olacağını bildirmiştir.

#### 3.2.2. Doğal Malzemeler:

Doğa ile materyal bağlantısını içeren bu kriter yerel ekoloji ve jeolojiyi yansıtan doğal malzemelerin ham haline yakın şekilde kullanılmasını ifade etmektedir. Hastane bahçesinde donatı elemanları arasında bazı bank ve pergolalarda materyal olarak ahşap tercih edilmiştir. Sert zemin döşeme elemanı olarak da bazı noktalarda traverten ve dere çakılı kullanıldığı belirlenmiştir. Açık alandaki kafeteryanın dış cephesinde ahşap kaplama ve doğal taş tercih edildiği de saptanmıştır. Hastane açık alanında doğal malzemeler kriterinin sağlandığı söylenebilmektedir (Şekil 10). Susam ve Özdemir (2024), Şehir Hastanesinde yaptıkları çalışmalarında oturma elemanlarında, zeminlerde ve duvarlarda doğal malzeme kullanımı ile doğal malzemeler kriterini sağladığını bildirmiştir.



**Şekil 10.** Doğal Malzemeler Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

### 3.3.3. Karmaşıklık ve Düzen:

Doğada bulunan simetri ve hiyerarşiyi içeren duysal bilgilerin algılanmasını sağlayan mekân tasarımlarını içeren kriterdir. Hastanenin yeşil alanı içerisinde yer örtücü, ağaç ve çalıların bir arada ancak karmaşık bir şekilde kullanılması, hastane girişinde ise simetrik bir şekilde bitki gruplarına yer verilmesi ile karmaşa ve düzenin farklı düzenlemelerde sağlanabildiği belirlenmiştir (Şekil 11). Boz Demir ve Cengiz (2023) çalışmalarında, topografya ile uyum, birimler arası geçişler ve bağlantılar ile karmaşıklık içerisinde düzen hissinin yaratıldığını bildirmiştir.

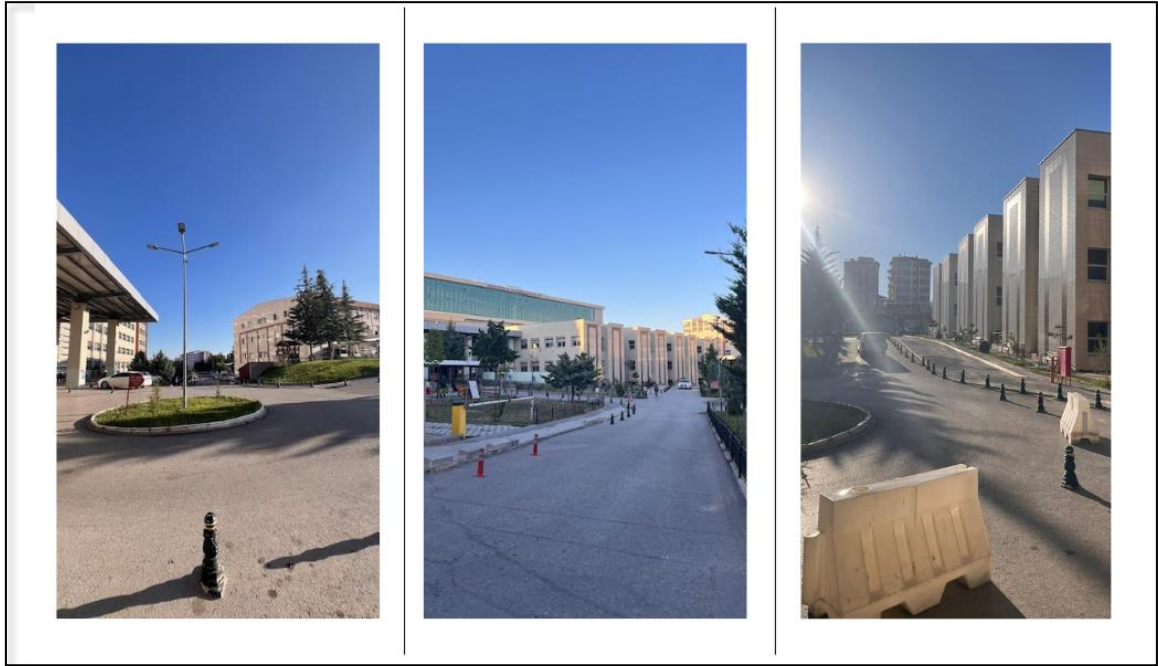


**Şekil 11.** Karmaşıklık ve Düzen Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

### 3.3. Mekânın Doğası

#### 3.3.1. Manzara:

Mekânlarda engelsiz ve açık görüş alanlarının oluşturulmasını ifade etmektedir. Eğimli bir alana sahip hastane inşaat sahasında ana bina topografik olarak en üst kotta bulunmaktadır. Açık alana girişte ve poliklinik çıkışında hastanenin akslarının hangi yönlere gittiği ve yönlendirmelerin nasıl olduğu açık bir şekilde görülebilmektedir. Bu görüş noktaları aynı zamanda manzaraya da hâkim noktalardır. Hastane yüksek bir yeşil alan potansiyeline sahiptir. Bu nedenle hastane açık alanının manzara kriteri koşullarını sağladığı söylenebilmektedir (Şekil 12). Karaşah (2021) botanik bahçesinde yaptığı çalışma alanı geniş açıklıklar ve yeşil alan yoğunluğu açısından benzer şekilde manzara kriterini sağladığını belirtmiştir. Daşkiran ve Minsolmaz Yeler (2021) de yaptıkları çalışmada, ana binanın eğim açısından manzaraya hâkim bir noktada olması nedeniyle açık görüş sağladığı ve alana hakimiyet kurulabildiğini söyleyerek manzara kriterinin sağlandığını bildirmiştir.



Şekil 12. Manzara Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

#### 3.3.2. Sığınak:

İnsanların çevresel koşullardan ve kalabalıktan uzaklaşarak güvenli hissedebilecekleri korunma alanlarını ifade etmektedir. Hastane açık alanında iç avlu benzeri alanların bulunması, daha geri planda yer alan pergolaların varlığı insanların kalabalıktan uzak ve

güvende hissedeceği alanları temsil etmektedir (Şekil 13). Boz Demir ve Cengiz (2023) yaptıkları çalışmada alanda yarı açık oturma birimlerinin kullanılması ve mesafeli bir şekilde konumlandırılmaları sebebiyle gizlilik ilkesinin sağlandığını belirtmiştir. Mekanlarda yarı açık koridorlar, teraslar, avlular, oturma birimleri, sakin alanlar sığınma imkânı sağlamaktadır (Kaya ve Arslan Selçuk, 2018; Susam ve Özdemir, 2024).

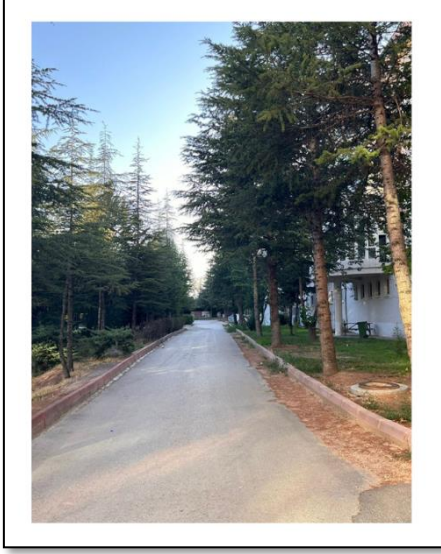


**Şekil 13.** Sığınak Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

### 3.3.3. Gizem:

Merak uyandıran ve kısmen gizlenmiş görüş alanlarını temsil etmektedir. Hastane açık alanında hastane girişine yönlendiren otopark ile bağlantı sağlayan ancak doğal kıvrımlar nedeniyle yolun nereye gittiği hususunda merak uyandıran bir aks bulunmaktadır (Şekil 14). Boz Demir ve Cengiz (2023), çalışmasında kıvrımlı yolların gizem ilkesi kapsamında değerlendirilebileceğini bildirmiştir. Susam ve Özdemir (2024) yaptıkları çalışmada, hastane içerisinde kıvrımlar aracılığıyla dönüşlerin bulunmasının alan kullanıcılarında merak uyandıracakını belirtmiştir.

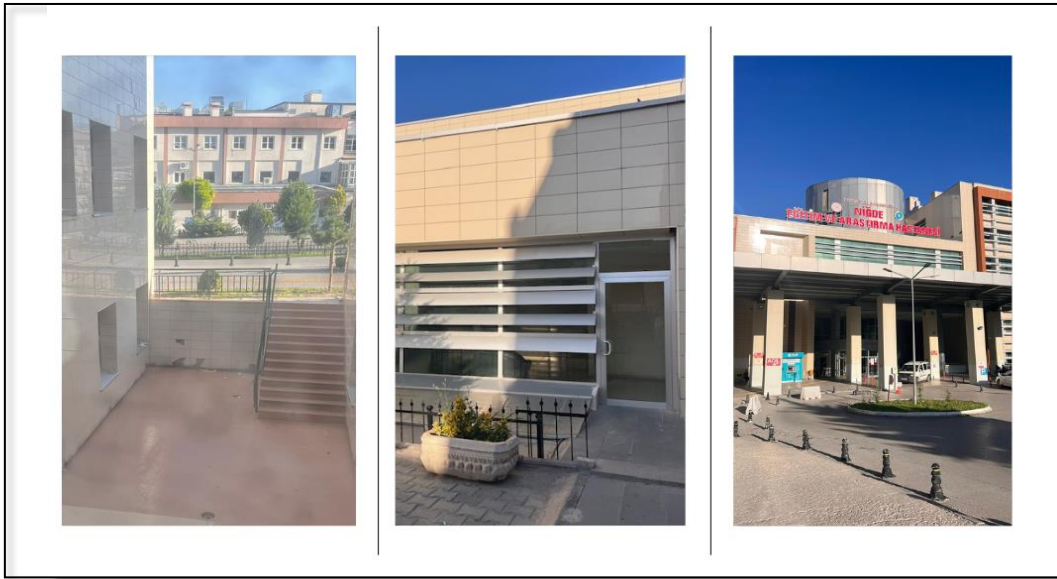




**Şekil 14.** Gizem Kriterine Ait Örnek (Orjinal, 2024)

#### 3.3.4. Risk/Tehlike:

Mevcut tehditlerin güvenli bir şekilde sunulmasını ifade etmektedir. Hastane açık alanında arazi kot farkının basamakla geçildiği noktalarda korkulukların yapılması ve taşıt yolu ile yaya yolu arasında babaların yapılması risk/tehlike durumlarının güvenli bir şekilde aşılmasını sağlamaktadır (Şekil 15). Birçok çalışmada da belirtildiği gibi kot farklılıklarından kaynaklanan yüksekliklerin çözümünde korkuluklara yer verilmesi, uyarı levhalarının bulunması, cam trabzanların ya da cam döşemelerin tercih edilmesi de mekanlarda risk ve tehlikelerin çözümünde değerlendirilmektedir (Erbay, 2021; Karaşah, 2021; Boz Demir ve Cengiz, 2023; Susam ve Özdemir, 2024).



**Şekil 15.** Risk/Tehlike Kriterine Ait Örnekler (Orjinal,2024)

#### 4. Sonuçlar

Doğayı temel alan tasarım yaklaşımlarına göre düzenlenen mekanlar, insanların duyuşsal, bilişsel, gelişimsel, davranışsal ve sosyal durumlarına pozitif katkı sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar, biyofilik tasarımın stresi azalttığını, zihinsel rahatlama sağladığını, zihinsel aktiviteleri arttırarak çocuklarda gelişimi desteklediğini, özgüveni arttırdığını ve iletişimi güçlendirdiğini göstermektedir (Beatley, 2017; Aye ve ark., 2019; Kaya, 2019; Gökten ve Kelkit, 2021; Şahin ve Satıcı, 2022; Zhong ve ark., 2022). Kent yaşamı içerisinde insanlar sürekli günlük streslerle baş etme çabası içerisinde. Bu noktada hem ziyaretçi hem de çalışanlar açısından farklı bir stres barındıran sağlık yapıları tasarım açısından temelde işlevselliğin ön plana çıktığı, estetiğin değerlendirilmeye alınmadığı mekanlardır. Sağlık yapılarının tasarımında insanları doğa ile bütünleştiren ve iyileşme sürecine katkı sağlayabilen biyofilik tasarım ilkelerinin benimsenmesi ile kullanıcılara farklı deneyimler de sunulabilmektedir. Biyofilik tasarım ile insanlar için doğanın iyileştirici etkisinden faydalanarak doğa ile tasarımın birleştirilmesiyle sağlık yapıları yalnızca tedavi amaçlı kullanılan alanlar olmaktan çıkartılmaktadır. Böylece insan-doğa-ekosistem arasında pozitif yönlü bir ilişki kurularak doğanın bütün canlılar için iyileştirici etkisinden yararlanılabilmektedir. Bu kapsamda biyofilik tasarımın 14 kriterlerine göre incelemesi yapılan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi açık alanının mekânda doğa ana kriteri kapsamında su varlığı ile doğal analoglar ana kriteri kapsamında da biyomorfik formlar ve desenler kriterlerinin sağlanamadığı aynı zamanda doğal sistemlerle bağlantının yetersiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3. Biyofilik Tasarım Kriterlerine Göre İncelenen Hastanenin Değerlendirmesi**

MEKANDA DOĞA	NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ	DOĞAL ANALOGLAR	NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ	MEKANIN DOĞASI	NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
DOĞA İLE GÖRSEL BAĞLANTI	●	BIYOMORFİK FORMLAR VE DESENLER	×	MANZARA	●
DOĞA İLE GÖRSEL OLMAYAN BAĞLANTI	●	DOĞAL MALZEMELER	●	SİĞİNAK	●
RİTMİK OLMAYAN DUYUSAL UYARICILAR	●	KARMAŞIKLIK VE DÜZEN	●	GİZEM	●
TERMAL VE HAVA AKIMI DEĞİŞKENLİĞİ	●			RİSK-TEHLİKE	●
SU VARLIĞI	×				
DİNAMİK VE DAĞINIK IŞIK	●				
DOĞAL SİSTEMLERLE BAĞLANTI	○				

● Sağlıyor ○ Kısmen Sağlıyor × Sağlamıyor

Çalışma alanı olan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi yoğun bir yeşil alana sahiptir. Ancak sadece yeşilin varlığının sağlanması yerine iyileştirici etkinin artırılabilmesi için alanın fiziksel ve duyuşal olarak da deneyimlenmesine olanak verilmelidir. Böylece doğa ile insan arasındaki etkileşimin daha doğru ve güçlü bir şekilde gerçekleşmesi sağlanabilecektir. Bu noktada da biyofilik tasarım malzeme seçiminden alan kullanımına varan mikro birimden makro birime kadar bir araç olarak kullanılmalıdır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Aktaş, M. (2022). Peyzaj Mimarlığında Biyofilik Tasarımın Etkileri: Erzurum Hastane Bahçeleri Örneği. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Erzurum, 109 sf.
- Arslan Selçuk, S., Coşkun, A., Avinç, G.M. (2022). *Çocuk Hastanelerinde Biyofilik Tasarım Parametrelerinin Önemi ve Örnekler Üzerinden Değerlendirilmesi*. Tekstilden İnşaata Malzeme Uygulamaları, İksad, 125-151.
- Atıl Güneş., A., Yörük, İ., Gülgün, B. (2006). Bayındır İlçesi Kamusal Yeşil Alanlarının Yeterliliği ve Geliştirilebilme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1):169-180.
- Aye, E. Hackett, D. ve Pozzuoli, C. (2019). The Intersection of Biophilia and Engineering in Creating Sustainable, Healthy and Structurally Sound Built Environments. *WIT Trans. Ecol. Environ.* 217: 663-673.
- Bayındır, N. (2024). Doğayı Öğrenme Ortamlarına Dahil Etmek: Eğitim Yapılarında Biyofilik Tasarım Yaklaşımı Üzerine Bir İnceleme. Eskişehir Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı, Eskişehir, 133 sf.
- Beatley, T. (2017). Biophilic Cities and Healthy Societies. *Social Ecology of Sustainability*, 2(4): 1-4
- Boz Demir A.Ö, Cengiz C. (2023). Biyofilik Tasarım Açısından Bartın Kenti Örneğinde Bir Değerlendirme. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*. 19(2):253-268.
- Bratman, G.N., Hamilton, J.P., Hahn, K.S., Daily, G C., Gross, J.J. (2015). Nature Experience Reduces Rumination and Subgenual Prefrontal Cortex Activation. *Proceedings of the national academy of sciences*, 112(28): 8567–8572.
- Browning W., Ryan C. (2020). What is Biophilia and What Does It Mean for Buildings and Spaces? Nature Inside: A Biophilic Design Guide. *RIBA Publishing*,1-5.
- Browning W., Ryan C., Clancy J. (2014) *Patterns Of Biophilic Design Improving Health & Well-Being In The Built Environment*, Terrapin Bright Green.
- Coulthard, S. (2020). Biophilia: you, nature, home. Kyle Books. London
- Çakar H., Akat Saraçoğlu Ö., Akat H. (2018). Xeriscape Yaklaşımı ile Kurak Ortamda Sürdürülebilir Peyzaj: Ege Üniversitesi Bayındır MYO Bahçesi Örneği. *ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu*, 214-221, Eskişehir.



- Çetin, N., Mansuroğlu, S. (2018). Akdeniz Koşullarında Kurakçıl Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanılabilecek Bitki Türlerinin Belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(1):11-18
- Çetinkale Demirkan G., Akat H. (2017). *Kurak Bölgelerde Su etkin Peyzaj Düzenlemeleri Yaklaşımıyla 'Xeriscape'*. 3<sup>Rd</sup> ASM International Congress of Agriculture and Environment, 9-18, Antalya.
- Çetinkale Demirkan, G. (2022). İnsan Doğa Etkileşimi İçerisinde Biyofilik Tasarım. *Mimarlık Planlama ve Tasarımda Araştırma Değerlendirmeler I*, Aralık, Gece Yayınevi, 225-247.
- Daşkıran, B.N, Yeler Minsolmaz, G. (2021). Evaluation of Osmaniye Kadırlı Municipality Building in The Context of Biophilic Design. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 3(2):119-136.
- Erbay, M. (2021). İç Mekânda Biyofilik Tasarım ve Uygulama Alanı Olarak Bir Sağlık Yapısı: Memorial Bahçelievler Hastanesi. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 6(2): 529-551.
- Gökten, İ., Kelkit, A. (2021). Ankara İmrahor Vadisi ve İncesu Dersinin Biyofilik Tasarım Yaklaşımı İçinde Değerlendirilmesi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.*, 9(1): 71-78.
- Gray, T., Birrell, C. (2014). Are Biophilic-Designed Site Office Buildings Linked to Health Benefits and High Performing Occupants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(12): 12204-12222.
- Hui, F.K.P., Aye, L. (2018). Occupational stress and workplace design. *Buildings*, 8(10):133.
- İlhan Ö., Akat H., Akat Saraçoğlu Ö. (2024). Kurakçıl Peyzaja Dönüşüm Projesi Kapsamında Gerçekleştirilen Bitkisel Uygulamalar: Muğla-Ortaca İlçesi Örneği. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 11(104): 570-582.
- İrfanoğlu, H.İ., Suri, L. (2022). Biyofilik Tasarım Kriterlerinin Mekanlar Üzerinden Değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(41): 95-116.
- Joye, Y. (2007). Architectural Lessons from Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture. *Rev. Gen. Psychol.* 11:305-328.
- Kaplan, R., Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature*. New York: Cambridge University Press.
- Karaşah, B. (2021). Botanik Bahçelerinin Biyofilik Tasarım Kriterleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Örneği. *Kent Akademisi*, 14(3):545-559.
- Kaya, H. (2019). *Biyofilik Tasarım ve İyileştiren Mimarlık: Çocuk Hastaneleri Üzerine Bir Değerlendirme*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Mimarlık Ana Bilim Dalı, Ankara, 113 sf.

- Kaya, H., Arslan Selçuk, S. (2018). Biyofilik Tasarım ve İyileştiren Mimarlık: Sağlık Yapıları Üzerine Bir Değerlendirme. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Science*, 2(3): 1-13.
- Kellert, S. R. (2014). Biophilia and Biomimicry: Evolutionary Adaptation of Human Versus Nonhuman Nature. *Intelligent Buildings International*, 8(2), 51-56.
- Kellert, S., Calabrese, E. (2015). *The practice of biophilic design*. www.biophilic-design.com adresinden 05.08.2024 tarihinde alınmıştır.
- Omaga, A.E., Lateef, A.L. (2023). Biophilic Design strategies in Healthcare Buildings. *International Journal of Environmental Research & Earth Science Published by Cambridge Research and Publications*, 27(4): 69-84.
- Ökten, S.S.Ö. (2022). Kent Parklarının Biyofilik Tasarım Kriterlerine Göre Yenilenmesi: İskenderun Millet Parkı Örneği. *Kent Akademisi Dergisi*, 15(1): 1-18.
- Ryan, C. O., Browning, W. D. (2020). *Biophilic Design*. In V. Loftness (Ed.), *Sustainable Built Environments, A Volume in the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (pp. 43-85). Springer.
- Saylam G. (2019) Biyofilik İç Mekân Tasarım Unsurlarının Ev Ortamında Bireyin İyi Olma Haline Onarıcı (Restoratif) Etkileri Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi)
- Susam, K., Özdemir, Ş. (2024). *Sağlık Yapılarının Biyofilik Tasarım Kriterlerine Göre İncelenmesi: İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Örneği*, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1): 36:52.
- Şahin, F., Satıcı, B. (2022). Biyofilik Tasarım ve Modern Mimarlık Kesişiminde Bir Değerlendirme: Carlo Scarpa Mimarlığı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 4(2): 21-45.
- Ulrich, R.S. (1991). Effects of Health Facility Interior Design on Wellness: Theory and Recent Scientific Research. *Journal of Health Care Design*. 3:97-109.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.
- Yalçınkaya, N.M. (2021). COVID-19 Küresel Salgını Sürecinde Sağlık Personellerini Hedef Alan İyileştirici Bahçelerin Önem ve Önceliği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(3): 733-741.
- Yalçınkaya, N.M. (2022). Kentsel Alan Kullanım Kararlarında ve Nitelikli Kentsel Peyzajların Sürdürülebilirliğinde Sağlıklı Kent Kavramının Rolü. *Güney Mimarlık Dergisi*, pp. 0–0, Oct. 2022.

Yalçinkaya, N.M. (2024). 6 Şubat Depremleri Ardından: Kentlerde İyileştirici Bahçe Tasarımlarının Gerekliliği Üzerine. 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar ve Yenilikçi Çalışmalar Sempozyumu, 153-161, Bandırma.

Zhong, W., Schröder, T., Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11: 114-141.

Zhong, W., Schröder, T., Bekkering, J. (2023). Designing with nature: Advancing three-dimensional green spaces in architecture through frameworks for biophilic design and sustainability. *Frontiers of Architectural Research*, 12(4):732-753.

#### İnternet Kaynakları

URL1-3 <https://tr.pinterest.com/pin/1548181168283021/>

URL-4 <https://tr.pinterest.com/pin/97742254406256858/>

URL-5 <https://i.pinimg.com/originals/e6/cb/32/e6cb32beca4d2f9f96d0be6ba4afd273.jpg>

URL-6 <https://tr.pinterest.com/pin/3096293477472137/>

URL-7 <https://i.pinimg.com/originals/c1/6c/03/c16c0364f97b6943ac36ac45fa1a6b09.jpg>

## Responses of Different Turfgrass Mixtures to Drought

### Farklı Çim Karışımlarının Kuraklığa Tepkileri

 Kürşad DEMİREL<sup>1,\*</sup>,  Selin CENGİZ<sup>2</sup>,  Gökhan ÇAMOĞLU<sup>3</sup>,  
 Gülizar Rumeysa DOĞAN<sup>2</sup>,  Hakan NAR<sup>2</sup>

#### Abstract

In this study, the responses of the most frequently used grass plants in landscape areas to drought were determined. To ensure the continuity of grass areas and to keep them green in all seasons, mixtures are widely used instead of a single species. Therefore, eight different grass mixtures were used as experimental material. The experiment was carried out under laboratory conditions at two different temperatures, 20°C±1 and 30°C±1. The plant was put into water stress by applying four different irrigation treatments at both temperatures. The four different irrigation treatments were determined as completing the lost moisture to the pot capacity when 40±5% of the usable water holding capacity was consumed (control) and 75%, 50% and 25% of the water applied to the control subject. Plant water consumption of grass mixtures was determined under different temperatures and irrigation treatments and changes in their visual quality were examined. Plant water consumption values varied between 3.5 and 2 mm for 20°C±1 and 4.4 and 2.0 mm for 30°C±1. No significant difference was observed between the varieties in terms of plant water consumption values at both temperatures. Since the I75 treatments of the 4M-JG, 4M-J, 4M-S, 4M-D and 7M varieties were above the visual quality limit at 30°C±1 temperature, it was determined that 25% water restriction could be applied to these varieties. At 20°C±1 temperature, it was observed that the I100, I75 and I50 subjects of all varieties were above the acceptable visual quality limit.

**Keywords:** Turfgrass, Landscape, Irrigation, Drought, Visual quality

#### Özet

Bu çalışmada, peyzaj alanlarında en sık kullanılan ve çok su tükettiği bilinen çim bitkilerinin kurak koşullara verdiği tepkiler belirlenmiştir. Çim alanların devamlılığı ve her mevsim yeşil kalabilmesi için tek tür yerine karışımlar yaygınca kullanılmaktadır. Bu nedenle, deneme materyali olarak sekiz farklı çim karışımı kullanılmıştır. Deneme, 20°C±1'i ve 30°C±1'i olmak üzere iki farklı sıcaklıkta laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Her iki sıcaklıkta da dört farklı sulama seviyesi uygulanarak bitki su stresine sokulmuştur. Dört farklı sulama seviyesi olarak kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40±5'i tüketildiğinde eksilen nemin saksı kapasitesine tamamlanması (kontrol) ve kontrol konusuna uygulanan suyun %75'i, %50'si ve %25'i belirlenmiştir. Farklı sıcaklık ve sulama seviyeleri altında çim karışımlarının bitki su tüketimi saptanmış ve görsel kalitelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bitki su tüketimi değerleri 20°C±1 için 3,5 ve 2,0 mm; 30°C±1 için 4,4 ve 2,0 mm arasında değişmiştir. İki ortam sıcaklığında da çeşitler arasında bitki su tüketim değerleri açısından önemli bir fark gözlenmemiştir. 30°C±1 ortam sıcaklığında 4M-JG, 4M-J, 4M-S, 4M-D ve 7M çeşitlerinin I75 konuları görsel kalite sınırının üzerinde bulunduğu için bu çeşitlerde %25 oranında su kısıtı yapılabileceği saptanmıştır. 20°C±1 ortam sıcaklığında ise bütün çeşitlerin I100, I75 ve I50 konularının kabul edilebilir görsel kalite sınırının üzerinde olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Çim, Peyzaj, Sulama, Kuraklık, Görsel kalite

Received: 12.09.2024, Revised: 21.10.2024, Accepted: 13.11.2024

Address: <sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation E-mail: [kdemirel@comu.edu.tr](mailto:kdemirel@comu.edu.tr)

## 1. Introduction

Excessive consumption of water resources due to drought and population growth caused by global warming adversely affects the availability of water (Arnell, 1999). The distorted city formation that develops with unbalanced construction triggers global warming and damages plants. Although the plant varieties in the cities differ according to the climatic conditions of the region, it can be said that the most important factor affecting plant density and vitality is water (Imadi et al., 2016). Plants cannot survive and develop in the absence of water. Since the lack of water sources threatens the future of plants, the importance of studies on this subject is increasing day by day. Due to the large water consumption in open green areas, water management in landscape areas should be well provided. Although there is a lot of data on the amount of irrigation water used in agricultural areas, the limited data on water consumption in landscape areas worsens the situation (Demirel, 2022). A more balanced and efficient irrigation application should be made in order not to jeopardize the future of these areas. To achieve this, it should be known how much water each plant used in the landscape consumes.

While the density of plants in cities is decreasing day by day, the importance of green areas that increase the quality of life, and especially grass areas that create a surface effect, is increasing (Cengiz et al., 2023). Looking at the open green areas in the city, it is seen that most of them are covered by turfgrass and they form a wide living space (Demirel and Camoglu, 2014). Grass varieties are used in many areas, including landscapes, sports fields and public squares (Cengiz and Demirel, 2022).

Grass, which is one of the most common plants in the world, has a wide range of uses and requires regular watering and maintenance (Demirel, 2022). Grass species are distinguished from each other by features such as length, color, texture, shade resistance, and compression resistance. It is not possible to consider it as an ecological approach, as the maintenance costs of grass areas are quite high (Öztürk-Tel and Erdoğan, 2021). For the areas where grass is applied to maintain its vitality in all seasons and adapt to changing conditions, grass mixtures created from different species are mostly preferred instead of a single species. A successful grass plant selection is related to knowing how to use the grass, where to grow it, and what the acceptable level of continuity and appearance is (Arslan and Çakmakçı, 2004). Because each type of grass has good and bad characteristics, strengths and weaknesses. Mixtures are formed by mixing a certain amount of grass species selected according to the desired properties. Thus, separate mixtures are prepared for different areas and different conditions, ensuring that the healthiest application is made. As the effects of global climate change are increasingly felt, the

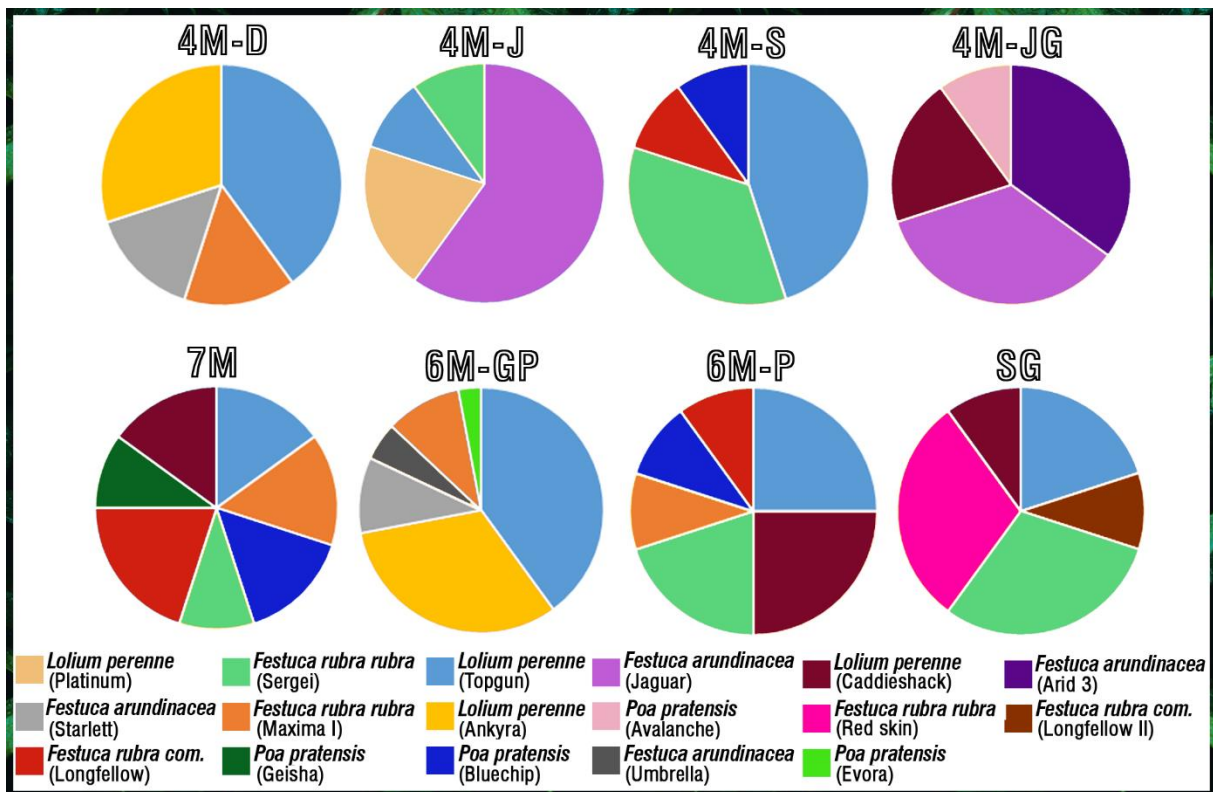
water consumption required to ensure the survival and sustainability of plants used in landscape areas has reached significant levels, bringing with it the need for more effective and strategic water management (Çöp and Akat, 2021; İlhan et al., 2024). To minimize the water used in landscape areas, grass mixtures that consume less water and are resistant to drought should be preferred.

It is seen that studies on how grass varieties, which consume more water than most plants, will be affected by water and heat stress are insufficient. In this research, plant water consumption and visual quality values of eight different grass mixtures at different water and temperature levels were determined. The visual quality of turfgrass is directly related to soil water content (Demirel, 2014). Therefore, it should be known how much water restriction can be made without compromising the visual quality.

## 2. Material and Method

### 2.1. Material

In this study, eight different grass mixtures were used as study material (Figure 1). In order to reach more people, the mixtures were selected from the best-selling products of an existing company.



**Figure 1.** Grass mixtures and proportions used in the experiment

Characteristics of eight grass mixtures (Figure 1) selected as plant material (Anonim, 2019);

4M Dynamic:

- It is structured quickly.
- It has a medium-fine texture.
- Shows fast germination.
- It has a high tolerance to harsh winter conditions.

4M Joker:

- It works very well under harsh conditions such as drought, high heat, and salinity.
- Provides high performance with low maintenance.
- It has a dense texture and strong root structure.
- It has a very high resistance to treading.
- It is resistant to diseases.

4M Star:

- It allows you to have a green area appearance in a short time.
- It grows slowly, forms lately.
- It is finely textured.
- Ideal for heavily treaded areas.
- Resistant to short mowing.
- High tolerance to harsh winter conditions.

4M Joker Gold:

- It is very resistant to high heat, drought, and salinity.
- Ideal for areas with full sun or partial shade.
- Thanks to its deep root structure, it benefits from moist areas in the lower parts of the soil. Thus, while many other grass seed mixtures turn yellow with drought, 4M Joker Gold retains its green parts for a long time even in arid conditions.

6M Greenpower:

- It is structured quickly.
- Ideal for heavily treaded areas.
- Resistant to short mowing.
- It has a high tolerance to harsh winter conditions.
- Creates areas that can renew themselves.

6M Prestige:

- It provides a perfect image with its fine texture and dark green color.
- Its short mow increases the tolerance to treading and lack of light.
- Since the growth rate is slow, it forms slowly.

Shadow Grass:

- It is a mixture prepared for dark-shaded areas.
- It is dark green and finely textured.
- Resistant to treading.
- Performs well in all climatic conditions.

7M Sultan:

- It is very dark green, very fine and densely textured.
- It is very resistant to treading.
- It grows slowly.
- It has high resistance to diseases.
- Thanks to its high-quality *Poa pratensis* content, it has a very high self-renewal ability.

2 grams of grass seeds are planted in each pot with a diameter of 20 cm. 1500 grams of loamy garden soil per pot was used and 100 grams of grass covering soil was added to the seeds (Figure 2).



**Figure 2.** Soil and seed preparation

## 2.2. Study Area

The research was carried out in the COSMOTLAB (Crop Stress Monitoring and Thermography Laboratory) of Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture (Figure 3). The experiment was conducted under controlled conditions with temperatures of  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ , and relative humidity of  $40\pm 5\%$ . The lighting of the plants was in the form of a photoperiod of 16/8 hours under a special lighting system with a spectrum created by the combination of 450 nm - 660 nm - 730 nm.



**Figure 3.** Experiment area



### 2.3. Method

Before the experiment, the pot capacity (field capacity) of each pot was determined. Before this process, the weights of all pots to be used in the experiment were equalized, taking into account the tare of all pots, and plant and soil weights.

All pots were filled with water several times, after which they were covered with an anti-evaporation cover. As soon as the water flow from under the pots ended, the weight of the pots was weighed and the pot capacities were determined (Çamoğlu, 2013).

In the study, 4 different irrigation treatments were created in which 100% (I100/control), 75% (I75), 50% (I50) and 25% (I25) of the lost moisture were applied to eight different grass mixtures grown under laboratory conditions (Table 1). Each irrigation treatment consists of 3 repetitions. After the grass seeds were planted in the pot and the grass germination was completed, the application of irrigation treatments began. Before moving on to the treatments, all pots are watered evenly. In the study, irrigation was carried out twice a week if the ambient temperature was 20°C, and 3 times a week if it was 30°C. Before watering, all pots were weighed and the amount of irrigation water was calculated according to the decreased moisture. The irrigation water is provided from the tap water. The amount of water was measured with the help of measuring cylinders and slowly given to the pots.

**Table 1.** Irrigation treatment in the experiment

Treatment	Information
I100	If 40±5% of the moisture in the pots is consumed, all of the reduced moisture is added to the pot capacity (control)
I75	75% of the water consumed in the I100
I50	50% of the water consumed in the I100
I25	25% of the water consumed in the I100

Eq. 1 was used in the calculation of plant water use (James, 1988).

$$ET=I+P-D\pm R\pm\Delta S \quad (1)$$

Inequality; ET = Evapotranspiration (mm), I = Amount of irrigation water (mm), P = Precipitation (mm), D = Drenage (mm), R = Surface runoff (mm),  $\Delta s$  = Moisture change between two samples (mm).

Since the experiment was carried out under controlled conditions under laboratory conditions, precipitation and surface runoff were neglected. In addition, the water that seeped under the pots at the end of irrigation was added back to the pot. Therefore, drainage has also been neglected. Considering these Equation 1 changed to  $ET=I \pm \Delta S$ .

In the experiment, visual quality and general appearance were monitored weekly. The Munsell color scale was used to evaluate the color changes of plants (Wilde and Voigt, 1977). The scoring was made between these two values: 9 for dark/vivid green and 1 for yellow/faded color. In the study, 6 was taken as the minimum acceptable value in the visual quality evaluation of the grass (Emekli and Baştuğ, 2007; Demirel and Çamoğlu, 2014). While determining the visual quality differences between the treatments, the color condition, density and general appearance of the plants in the pot were taken into consideration. Ratings were done weekly by 4 people, so 4 values were averaged for each pot. The average visual quality was determined by taking all the weekly values into account.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Evapotranspiration (ET)

As a result of the data obtained from the experiment, the ET values calculated for 20°C and 30°C are given in Table 2 and Table 3, respectively.

**Table 2.** ET values of grass mix at 20°C±1 (mm day<sup>-1</sup>)

Treatment	4M-JG	4M-J	4M-S	4M-D	6M-GP	6M-P	7M	SG
I100	3,3	3,3	3,2	3,3	3,5	3,2	3,3	3,3
I75	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0	3,0	3,0
I50	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5
I25	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0

Plant water use values ranged from 3.2-3.5 mm at 20°C±1 for 100%, 2.9-3.1 mm for 75%, 2.5-2.6 mm for 50%, and 2.0-2.1 mm for 25%.

**Table 3.** ET values of grass mix at 30°C±1 (mm day<sup>-1</sup>)

Treatment	4M-JG	4M-J	4M-S	4M-D	6M-GP	6M-P	7M	SG
I100	4,2	4,4	4,0	4,2	4,3	4,3	4,2	4,1
I75	3,7	3,8	3,6	3,7	3,8	3,8	3,7	3,7
I50	3,1	3,2	3,0	3,1	3,2	3,2	3,1	3,1
I25	2,5	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6	2,5	2,5

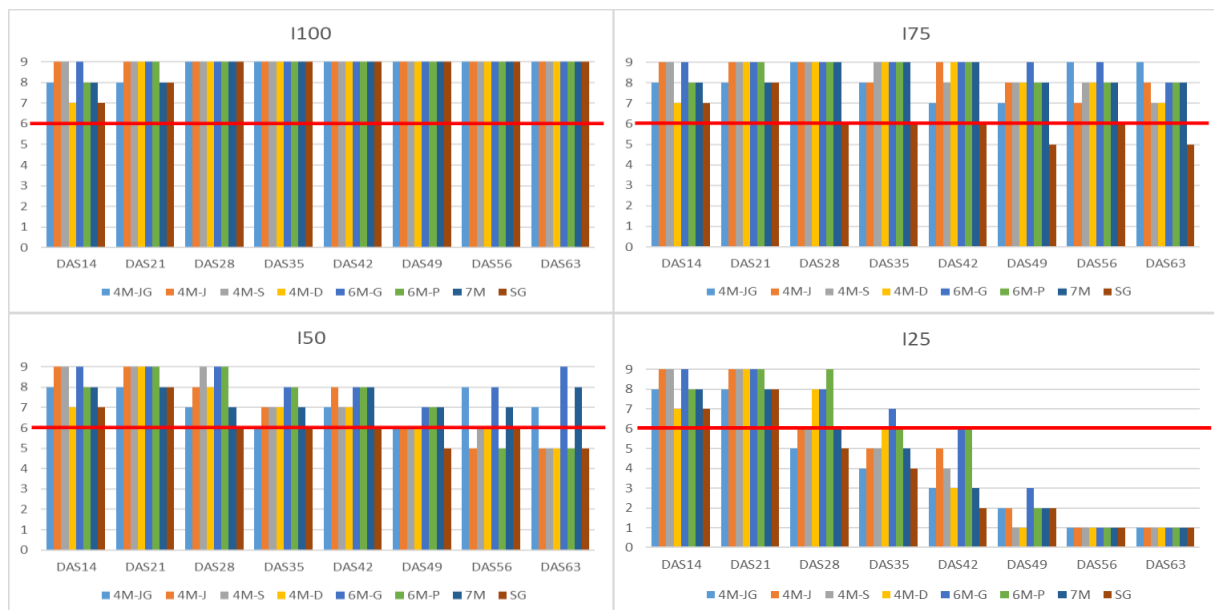
Plant water use values for 30°C±1 varied from 4.4-4.0 mm for 100%, 3.6-3.8 mm for 75%, 3.0-3.2 mm for 50%, 2.5-2.6 mm for 25%. As expected, plant water use increased at 30°C±1.

When the studies on ET in grass varieties were examined, it was found that Beard and Kim (1989) found that the daily water consumption of the plant for perennial grass was 8.5-10 mm/day; Aydınşakir et al. (2003) found that the daily water consumption of Bermudagrass grass plant was 8.3 mm/day for the field and 11.8 mm for the lysimeter. In the experiment

conducted by Emekli and Baştuğ (2007) in open field conditions, variety, Bermudagrass grass water consumption was found to be 9.80-7.43-5.10-2.82 mm/day in different irrigation applications, respectively. When the studies on different grass species and the values obtained from this experiment were compared, a difference can be seen. The reason for this difference is that the grass varieties used in those studies and the plant materials in this experiment are different, mixtures were used instead of a single variety. In addition, there were differences in the growing environment such as temperature, wind and humidity.

### 3.2. Visual Quality

The visual quality assessment results obtained as a result of the observations made in the plants every week are given in Table 4 and Table 5 for 20°C and 30°C, respectively. Weekly visual quality values were rated starting the 14th day after seeding (DAS14). In the tables, values above 6, which is the lowest acceptable limit, are shown in bold in the average visual quality value section.



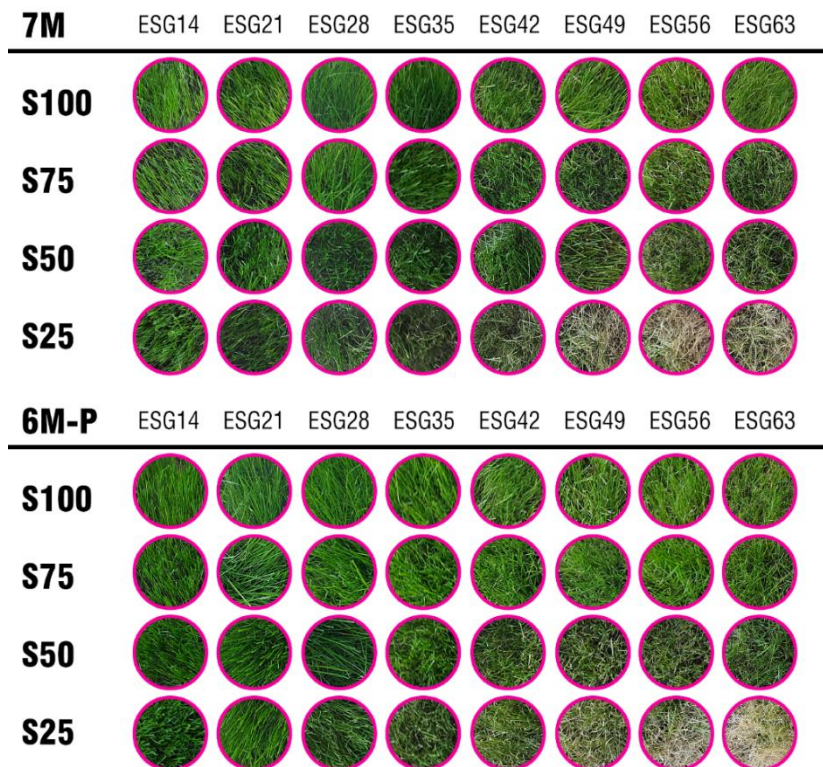
**Figure 4.** Visual quality assessments of grass mixes by weeks at 20°C±1 temperature

According to the visual quality assessment carried out weekly at a temperature of 20°C±1 from the 14th day after seeding (DAS14), on average: I100 treatments ranged from 8.6-9.0; I75 ranged from 8.1-8.5; I50 ranged from 6.1-8.4; I25 ranged from 3.8 to 5.5.



**Figure 5.** Visual quality assessments of grass mixes by weeks at 30°C±1 temperature

According to the visual quality assessment made at a temperature of 30°C±1: I100 treatments ranged from 8.3 to 6.7; I75 ranged from 7.3 to 5.6; I50 ranged from 5.3 to 3.7; I25 ranged from 2.6 to 1.7. Weekly changes in the visual quality of the eight grass mixes are given in Figure 4 and Figure 5.





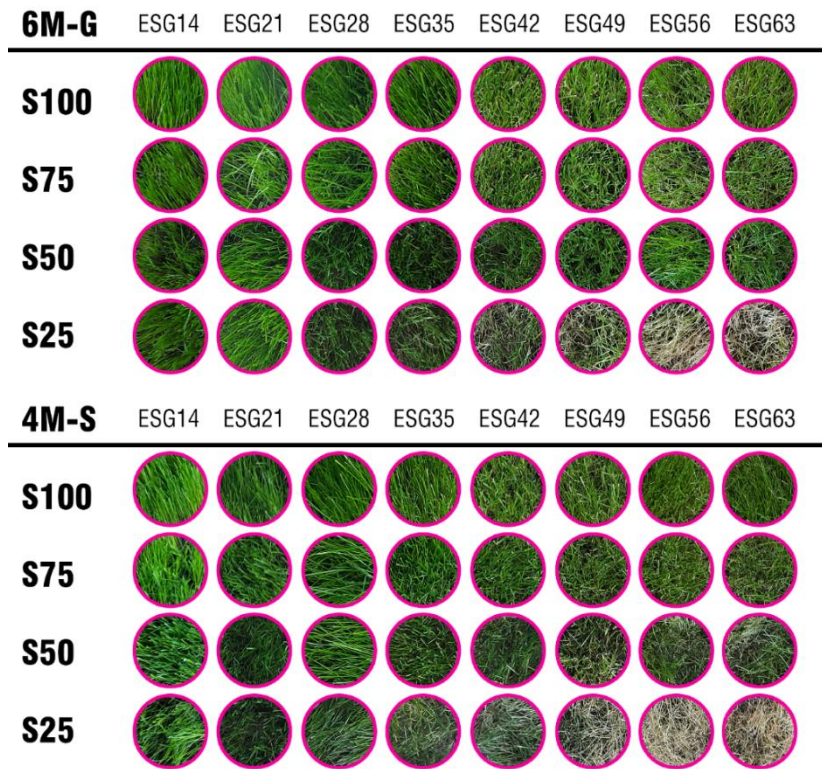
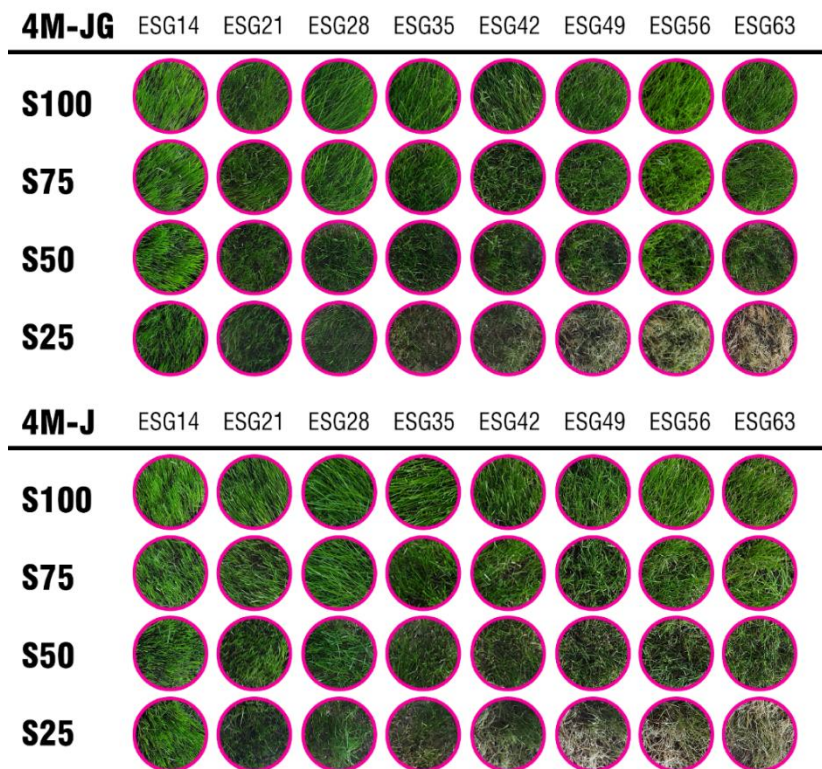


Figure 6. Weekly visual changes of grass mixtures at 20°C±1 temperature



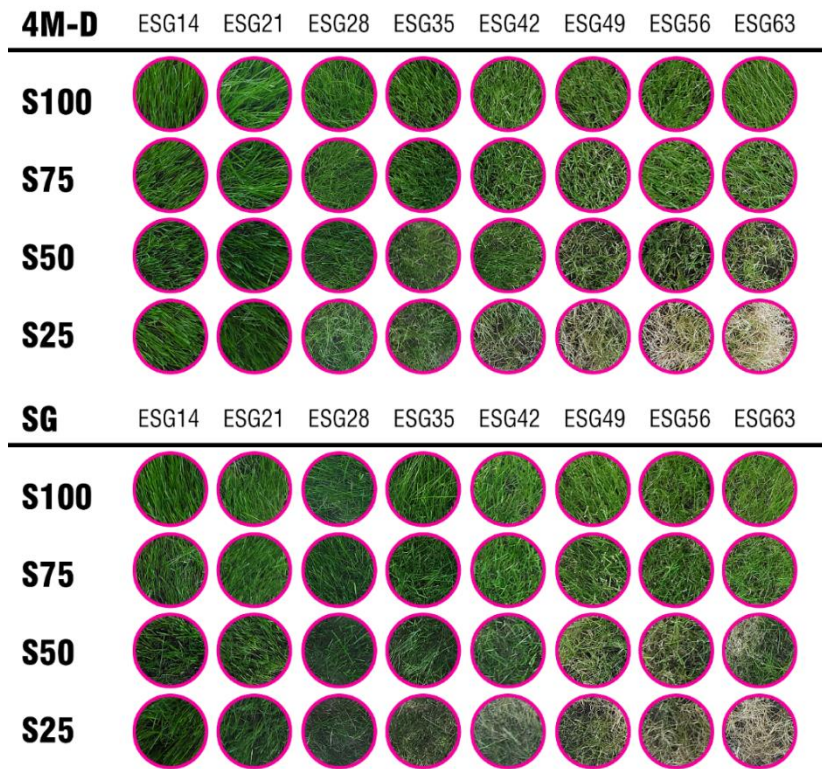


Figure 6. (Cont.)







Figure 7. Weekly visual changes of grass mixtures at 30°C±1 temperature





**Figure 7.** (Cont.)

At a temperature of  $20^{\circ}\text{C}\pm 1$ , it was observed that the I100, I75 and I50 treatments of all mixes were above the acceptable visual quality limit. At the temperature of  $30^{\circ}\text{C}\pm 1$ , I100 treatments of all mixes and I75 treatments of 4M-JG, 4M-J, 4M-S, 4M-D and 7M mixes were found to be above the visual quality limit.

In some visual quality studies with a scale of 1-9 on grass varieties: Ahmad et al. (2003) found values between 1.0 and 9.0 for the two grass varieties. Zorer et al. (2004), in their study in Van province, found values between 3.6-8.7; Karcher et al. (2008) stated that they found a value between 3.7-6.5 in the grass varieties they used in their experiment in the USA under arid conditions. Cereti et al. (2010) in their study of different varieties of *Lolium perenne* in Italy found values between 7.6-8.3 in four periods; Varoğlu (2010) found values between 6.1-6.2 in different varieties of *Lolium perenne* in his experiment in Izmir. The values observed in this experiment were compared with the visual quality evaluations in the aforementioned studies. The reason for the difference between the studies and this experiment can be shown as the fact that most of the existing studies were carried out with a single species, unlike the grass mixtures in this experiment. The differences in water treatments, the differences in the growing environment such as temperature, wind and humidity, and the fact that this experiment was carried out under controlled laboratory conditions can be seen as the reasons.



#### **4. Results**

In the study, one control and three different restricted irrigation levels were applied to eight different grass mixtures and their responses to drought under water stress were examined. I25 and I50 treatments of all varieties at the temperature of  $30^{\circ}\text{C}\pm 1$  eventually fell below the visual quality limit. Since the I75 treatments of 4M-JG, 4M-J, 4M-S, 4M-D and 7M mixes are above the visual quality limit, it has been determined that 25% water restriction can be made in these mixes. At the temperature of  $20^{\circ}\text{C}\pm 1$ , it was observed that all mixes were above the acceptable visual quality limit of I100, I75 and I50 treatments. Although some I50 treatments have fallen below the limit in recent weeks, it has been predicted that they will not dry out completely and will be able to renew themselves. No significant difference was observed between the mixes in terms of plant water consumption values at both temperatures.

Since the landscape is seen as discardable for human life, possible water scarcity will have an impact on landscape areas before agricultural areas. It is not known what and how the effects of the limited water conditions caused by decreasing water resources will be on the grass plants that are frequently used especially in landscape areas. Due to the lack of literature, many people irrigate their lawns incorrectly or wastewater by choosing the wrong species. For this reason, it is of great importance to determine the grass varieties that require less water without deteriorating the visual quality.

#### **Acknowledgements**

This study was supported by Canakkale Onsekiz Mart University Scientific Research Projects (Project no: FBA-2022-4095) and The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (Project no: 122O820). This study was presented at the 8th National Ornamental Plants Congress.

## References

- Ahmad, I., Khan, M.A., & Qasım, M. (2003). Growth and Development of Different Turfgrasses as Influenced by Nitrogen Application and Leaf Nitrogen Contents. *Int. J. Agric. Biol.*, 5, 175–178.
- Anonim, (2019). <https://www.ulusoysed.com.tr/urunlerimiz/cim-tohumu-karisimlari>. Erisim tarihi: 30.08.2024.
- Arnell, N.W. (1999). Climate change and global water resources. *Global Environmental Change*, 9, 31-49.
- Arslan, M., & Çakmakçı, S. (2004). Farklı Çim Tür ve Çeşitlerinin Antalya İli Sahil Koşullarında Adaptasyon Yeteneklerinin ve Performanslarının Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 31-42.
- Aydınsakir, K., Baştuğ, R., & Büyüktaş, D. (2003). Antalya Yöresinde Çim Kıyas Bitki Su Tüketimini Veren Bazı Eşitliklerin Tarla ve Lizimetre Koşullarında Kalibrasyonu. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 107-119.
- Beard, J.B., & Kim, K.S. (1989). Low Water-Use Turfgrasses. *Green Section Record*, 27 (1), 12-13.
- Cengiz, S., & Demirel, K. (2022). *Turfgrass: To Be or Not To Be*. 3rd International Mountain and Ecology Congress Within the Framework of Sustainable Development (MEDESU 2022), 552-558, Trabzon.
- Cengiz, S., Demirel, K., & Çamoğlu, G. (2023). Bazı Çim Karışımlarının Bitki Su Tüketimi Ve Görsel Kalitesi Üzerine Su Stresinin Etkisi. *Mimarlık Planlama ve Tasarım Alanında Uluslararası Araştırma ve Derlemeler*, Serüven Yayınevi, 103-114.
- Cereti, C.F., Ruggeri, R., & Rossini, F. (2010). Cool-Season Turfgrass Species and Cultivars: Response to Simulated Traffic in Central Italy. *Ital. J. Agron.*, 5, 53-59.
- Çamoğlu, G. (2013). The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Zemdirbyste-Agriculture*, 100 (1), 91–98.
- Çöp, S., Akat, H. (2021). Kurakçıl Peyzaj Çalışmalarında Bitkisel Uygulamalar: Muğla-Sarıgerme Halk Plajı Örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(2): 263-277.
- Demirel, K. (2014). Effect of Irrigation and Nitrogen Levels on Plant Characteristics in Perennial Ryegrass. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(8).

- Demirel, K., & Çamoğlu, G. (2014). *Çim Bitkisinde Farklı Sulama ve Gübre Düzeylerinin Görsel Kaliteye ve Toprak Su İçeriğine Etkisi*. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, 116, Tekirdağ.
- Demirel, K. (2022). *Peyzaj Alanlarında Sulama Sistemi Tasarımı*. Duvar Kitapevi.
- Emekli, Y., & Baştuğ, R. (2007). Antalya’da Tarla Koşullarında Bermuda Çiminin Su Tüketimi ve Bazı Kıyas Bitki Su Tüketimi Eşitliklerinin Geçerliliğinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 20(1), 45-57.
- İlhan, Ö., Akat, H., Saraçoğlu, Ö. A. (2024). Kurakçıl Peyzaja Dönüşüm Projesi Kapsamında Gerçekleştirilen Bitkisel Uygulamalar: Muğla-Ortaca İlçesi Örneği. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(104): 570-582.
- Imadi, S.R., Gull, A., Dikilitas, M., Karakas, S., Sharma, I., & Ahmad, P. (2016). Water stress: Types, causes, and impact on plant growth and development. *Water Stress and Crop Plants*, 343-355.
- James, L.G. (1988). *Principles of Farm Irrigation Systems Design*, John Wiley and Sons, New York.
- Karcher, D.E., Richardson, M.D., Hignight K., & Rush, D. (2008). Drought Tolerance of Tall Fescue Populations Selected for High Root/Shoot Ratios and Summer Survival. *Crop Sci.*, 48, 771-777.
- Öztürk-Tel, H., & Erdoğan, E. (2021). Şanlıurfa, Balıklıgöl Kent Platosu’nun Ekolojik Tasarım Kapsamında Değerlendirilmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 6(2), 564-585.
- Wilde, S.A., & Voigt, G.K. (1977). *Munsell Color Chart for Plant Tissues*. Soils Department, University of Wisconsin.
- Varoğlu, H. (2010). ‘Bazı Yeni Kamışsı Yumak (*Festuca arundinaceae*), Çayır Salkım Otu (*Poa pratensis*), Kırmızı Yumak (*Festuca rubra*), İngiliz Çimi (*Lolium perenne*) Çeşitlerinin Çim Alan Özellikleri’. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Zorer, Ş., Hosafloğlu, I., & Yılmaz, I.H. (2004). Çim Alanlarında Uygun Azotlu Gübre Uygulama Zamanlarının Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Uni. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (1), 27-34.

## Hasat Sonrası Sistein, Arjinin ve Salisilik Asit Uygulamalarının Glayölün Vazo Ömrüne Etkileri

### Effects of Postharvest Cysteine, Arginine and Salicylic Acid Applications on Vase Life of Gladiolus

 Melek DEMİREL<sup>1,\*</sup>,  Rezzan KASIM<sup>2</sup>,  Mehmet Ufuk KASIM<sup>3</sup>

#### Özet

Glâyöl etilene karşı duyarısız türlerden birisi olup, yaşlanmasında oksidatif strese bağlı alternatif bir sistemin çalıştığı varsayılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma oksidatif stres şartlarında kesme çiçeklerde yaşlanmayı azaltan, sistein, arjinin ve salisilik asit uygulamalarının 'Essential' glâyöl çeşidinin vazo ömrü ve çiçek kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla glâyöl çiçekleri cam serada kontrollü şartlarda yetiştirilmiştir. Glâyöl çiçekleri başaktaki ilk kandil renk gösterdikten sonra hasat edilerek laboratuvara taşınarak, 200 ppm sitrik asit + 50 ppm NaOCl + %2 sakkaroz içeren koruyucu çözelti üzerine 0.5 mM, 1 mM ve 2 mM sistein (Sis); 0.5 mM, 1mM ve 2 mM arjinin (Arj) ve 0.5 mM, 1 mM ve 2 mM salisilik asit (SaAs) eklenmek suretiyle oluşturulan vazo çözeltilerine yerleştirilerek, 12:12 ışık/karanlık şartlarında bekletilmiştir. Kontrol grubu olarak ise 200 ppm sitrik asit, 50 ppm NaOCl ve %2 sakkaroz içeren çözelti kullanılmıştır. Çiçeklerde, oransal taze ağırlık değişimi (%), çözelti alımı (mL), açan kandil sayısı (adet), kandil boyu (cm), kandil çapı (mm), renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , hue açısı, beyazlık indeksi), nispi klorofil (SPAD) miktarı, vazo ömrü (gün) parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda 1 mM Sis ve A ile 2 mM SaAs uygulamaları çiçeklerin yaş ağırlığını arttırmıştır. 1 mM Sis ve Arj uygulamaları çiçeklerin çözelti alımını da arttırarak kandil boyutunu arttırmıştır. Tüm SaAs uygulamaları çiçeklerin beyazlık indeksi değerlerini yükseltmiştir. Çiçeklerin maksimum vazo ömrü ise 2 mM Arj uygulamasında 18 gün olarak gerçekleşirken 2 mM Sis ve 1 ve 2 mM SaAs uygulamalarında 17 güne ulaşmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Glâyöl, Sistein, Arjinin, Salisilik asit, Vazo ömrü, Kalite

#### Abstract

Gladiolus is relatively insensitive to ethylene, suggesting that an alternative oxidative stress-related mechanism may influence its aging. This study aimed to assess the effects of cysteine, arginine, and salicylic acid on the vase life and quality of 'Essential' gladiolus flowers under oxidative stress conditions. Gladiolus flowers were cultivated in a glass greenhouse until the first spike exhibited color, then transported to the lab and placed in vase solutions containing 200 ppm citric acid, 50 ppm NaOCl, and 2% sucrose, supplemented with 0.5 mM, 1 mM, and 2 mM of cysteine, arginine, and salicylic acid. They were maintained under a 12:12 light/dark cycle, with a control group using the standard solution. Parameters measured included relative fresh weight change, solution uptake, number of opened spikes, spike length, spike diameter, color parameters, relative chlorophyll content, and vase life. Results showed that 1 mM cysteine and arginine applications increased flower fresh weight and solution uptake, enhancing spike size. All salicylic acid treatments improved whiteness index values. The longest vase life was 18 days with the 2 mM arginine treatment, while both 2 mM cysteine and 1 and 2 mM salicylic acid treatments extended vase life to 17 days. Therefore, 1 mM and 2 mM arginine applications are recommended for prolonging vase life.

**Keywords:** Gladiolus, Cysteine, Arginine, Salicylic acid, Vase life, Quality

## 1. Giriş

Glâyöl (*Gladiolus grandiflorus* L) çiçeklerinin renk yelpazesi oldukça geniş ve başak başına düşen kandil sayısının çok olması nedeniyle popüler olup, ulusal ve uluslararası pazarlarda kesme çiçek olarak değerlidir. Dünyadaki dört ünlü çiçekten birisi olan glâyöl (Khattab, 2017), ülkemizde üretilen 18 farklı kesme çiçek türü arasında 3 043 800 adet çiçek ile 13. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2024). Glâyöl başak şeklinde çiçek yapısına sahip olup, başaktaki en alttaki kandil renklendiğinde hasat edilmektedir. Kesme çiçek sektöründe önemli kalite kriterlerinden biri olan vazo ömrü, glâyöllerde; başaktaki kandil sayısına ve bu kandillerin açılma süresine bağlı olarak değişmektedir. Başaktaki tek bir kandilin vazo ömrü 4-6 gün arasındadır (Mirdehghan ve Aghamolayı, 2016).

Vazo ömrü; tüketici tercihini arttırmak, çiçek kalitesini ve çiçeklerin ticari değerini uzatmak için en önemli özelliktir. Çiçeklerin vazo ömrü çiçeğin yaşlanma sürecini hızlandıran etilen üretimi veya etilene maruz kalma ile azalmaktadır. Bunun yanı sıra çiçek kesimi sırasında oluşan hava ile tıkanma veya vazo çözeltisindeki mikroorganizma gelişimi sonucu ksilem iletim demetlerinin tıkanması da çiçeklerin su çekimini engelleyerek yaşlanmasına ve vazo ömrünün kısalmasına neden olmaktadır (Mohiba ve ark., 2020). Ancak glâyöl etine karşı duyarsız çiçekler arasında sınıflandırılmakta olup yapılan çalışmalarda dışsal etilenin glâyöl kandillerinin yaşlanması üzerinde etkisinin olmadığı gösterilmiştir. Dolayısıyla glâyöl çiçeklerinin yaşlanmasını düzenleyen oksidatif stres gibi alternatif bir sistemlerin bulunduğu belirtilmiştir (Saeed ve ark., 2014). Son yıllarda glâyöllerde yaşlanmayı düzenleyen genlerle ilgili çalışmalarda yapılmaya başlanmış ancak anahtar genler henüz ortaya çıkarılamamıştır (Yamazaki ve ark., 2024).

Sistein bitki hücre süreçlerinde glutasyon oluşumu için gerekli olan, kükürt içeren önemli bir aminoasittir ve bitkilerin birincil ve ikincil metabolizmasında önemli bir rol oynamaktadır (Wang ve ark., 2022). L-sistein genel güvenli bir aminoasit olarak kabul edilmiştir ve tarımsal ürünlerde, gıda katkı maddesi olarak ve taze kesilmiş meyve ve sebzelerin korunmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca dışsal L-sistein uygulamalarının bitkilerin abiyotik streslere karşı direncini arttırabileceği gösterilmiştir (Wang ve ark., 2023). Yeşil sebzelerde L-sistein uygulamasının renk kaybını azalttığı, solunum hızı ve etilen üretimini yavaşlatarak yaşlanmayı geciktirdiği de bulunmuştur (Al Ubeed vd., 2019). L-sistein hidrojen sülfür içeriği nedeniyle kesme çiçeklerin vazo ömrünü artırma potansiyeline sahiptir (Wei ve ark., 2021). Zhang ve ark. (2011), H<sub>2</sub>S donörü olan bileşiklerden NaHS'nin vazo çözeltisine ilavesinin kesme çiçekler ve yeşilliklerde çiçeklerin açılmasını ve yaşlanmayı

geciktirdiğini dolayısıyla çiçeklerin vazoda kalma süresini uzattığını göstermişlerdir. Kesme güllerde 50  $\mu\text{M}$ , krizantemlerde ise 30  $\mu\text{M}$  NaHS uygulaması vazo ömrünü sırasıyla 9.3 ve 8.87 güne uzatmış ve bu süreler kontrole göre sırasıyla %35,4 ve %33,3 oranında yüksek olmuştur. Çiçek çapları ise güllerde 4. Günde %22.7, krizantemlerde ise 6. günde %13.21 oranında artmıştır (Wei ve ark., 2021).  $\text{H}_2\text{S}$ 'nin ıspanak yaprakları (Hu ve ark., 2015), taze kesilmiş kivi (Gao ve ark., 2013), taze kesilmiş tatlı patates (Tang ve ark., 2014), taze kesilmiş elmalarda (Zheng ve ark., 2016) oksidatif toksisiteyi hafifleterek ve antioksidan kapasiteyi arttırarak hasat sonrası yaşlanmayı önlediği gösterilmiştir. Yine  $\text{H}_2\text{S}$ 'nin öncüleri olan D- ve L- sisteinin dışsal uygulaması yeşil yapraklı sebzelerin hasat sonrası yaşlanmasını önlemiştir (Al Ubeed ve ark., 2019). Yine  $\text{H}_2\text{S}$  kesme çiçeklerde de antioksidan sistemini uyararak kesme çiçeklerin yaşlanmasını geciktirebileceği ve vazo ömrünü uzatabileceği belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2011). Nasibi ve ark. (2014) arjinin, sistein ve 5-sulfosalisilik asit uygulamalarının elektrolit sızıntısını, lipid peroksidasyonunu azaltarak ve antioksidan enzim aktivitesini arttırarak *Polianthes tuberosa* kesme çiçeklerinin vazo ömrünü arttırdığını tespit etmişlerdir.

Arjinin, proteinin önemli bileşenlerinden biridir ve canlı hücrelerde yaygın olarak kullanılan aminoasitlerden birisidir. Arjinin, poliaminler, prolin, nitrik oksit ve glutamin öncüsüdür ve bitki büyümesinin düzenlenmesinde ve strese karşı dayanıklı infüzyonda önemli rol oynamaktadır. Kesme *Polianthes tuberosa* çiçeklerine 5  $\mu\text{M}$ , 10  $\mu\text{M}$  ve 20  $\mu\text{M}$  arjinin uygulaması açılmış çiçek oranını önemli ölçüde arttırmıştır (Nasibi ve ark., 2014). Kiaseh ve ark. (2020), *Alstroemeria x hybrid* 'Mars' çiçeklerine 5 mM arjinin uygulamasının kesme *Alstroemeria* çiçeklerinin kalitatif ve kantitatif özelliklerinin iyileştirilmesinde oldukça başarılı bir uygulama olduğunu ve 100  $\mu\text{M}$  sikloheksimit + 5 mM arjinin uygulamasının ise su alımı, yaş ağırlık, kuru madde ve toplam proteinin korunmasında etkili olarak vazo ömrünü 9.08 gün kadar uzattığını bulmuşlardır.

Salisilik asit (SaAs), fenolik yapıda içsel bir büyüme düzenleyicisidir ve bitki büyümesini ve gelişimini düzenleyerek bitkide biyotik ve abiyotik streslere karşı koruma sağlayan ve değişik bitkilerde etilen biyosentezi, stoma iletkenliği, solunum ve savunma gibi çok sayıda fizyolojik süreci düzenlemede önemli rol oynayan hormon benzeri bir madde olarak kabul edilmektedir. SaAs, bitki savunmasında hayati bir role sahiptir ve farklı patojenlere karşı savunma sistemlerinin aktivasyonunda rol oynamaktadır (Kwon ve ark., 2024). *Gladiolus grandiflorus* 'White Prosperity' kesme çiçeklerine, vazo çözeltisi olarak 100, 200 ve 300 ppm 5-sulfosalisilik asit uygulamalarının etkisi incelendiğinde, tüm dozların başakların kalitesini korumada olumlu etkili olduğu görülmüştür. 100 ve 200 ppm 5-sulfosalisilik asit uygulamaları

ise çiçeklerin hızla açılmasını, açılan kandil sayısını arttırırken, başak başına açılmayan kandil sayısını azaltmış ve su alım miktarını arttırmıştır (Khattab, 2017). Vazo çözeltilisine %5 sakkaroz + 150 ppm SaAs eklenmesi ile, glayöl çiçeklerinde yaşlanma aşamasındaki başak taze ağırlığı ve uzunluğu, kandil çapı, kandil ömrü, başak başına açılmış kandil sayısı ve vazo ömrü bakımından kontrole karşılaştırıldığında en iyi sonuçlar elde edilmiştir (Mohiba ve ark., 2020). Sharma ve ark., (2024), 150 mg/L SaAs uygulanmasının ‘Pusa Shanti’ glayöl çiçeklerinin vazo ömrü üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yapılan uygulamanın çiçeklerin vazo ömrünü, ilk kandil açıldıktan sonraki gün sayısını, maksimum çiçek boyutunu, su alımını, kandillerin açılma süresi ve vazo ömrü üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar uygulamanın glayöl başaklarının değişik morfolojik ve fizyolojik özelliklerini de olumlu etkilediğini bulmuşlardır.

Bu çalışmada ‘Essential’ glayöl çiçeklerine 200 ppm sitrik asit + 50 ppm NaOCl + % 2 sakkaroz içeren vazo çözeltilisine 0.5 mM, 1 mM ve 2 mM dozlarında sistein, arjinin ve salisilik asit ilavesinin çiçeklerin kalitesi ve vazo ömrü üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak Kocaeli ilinde bir üreticiden temin edilen ‘Essential’ glayöl çeşidine ait 8-10 kalibre kormlar kullanılmıştır. Glayöl kormları satın alındıktan sonra 1 ay süreyle  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta ve karanlık şartlarda depolanmıştır. Bu sürenin sonunda depodan alınan kormlar, üst çapı 17 cm olan ve torf içeren saksılara her bir saksıya bir korm olacak şekilde dikilmiştir. Saksılar cam sera içerisine yerleştirilmiştir. Cam serada saksıların konulduğu alandaki toprak, siyah jüt materyal ile kaplanmış, böylece herhangi bir yabancı ot gelişiminin önlenmesi sağlanmıştır. Gelişme süresince haftalık aralıklarla saksılara her bir saksıya 300 mL olacak şekilde Hoagland besin çözeltilisi uygulanmıştır. Bitkilerde çiçek sapı oluşmaya başladığı dönemde gübreleme kesilerek yalnızca sulama yapılmıştır.

### 2.2. 2.2. Hasat Dönemi

Çiçek sapında başak oluşumunun ardından başağın bazal kısmından itibaren ilk kandilde renk görüldüğü ve ticari olarak 2. aşama olarak adlandırılan aşamada (Anonim 2024), çiçek sapı toprağın hemen üstünden kesilmiş ve laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvarda çiçek sapları 85 cm uzunluğundan (Anonim, 2024) tekrar kesilerek vazo çözeltilisi içerisine yerleştirilmiştir.



### 2.3. 2.3. Vazo Çözeltisi

Çiçeklerin yerleştirildiği vazolar cam materyalden yapılmış olup 60 x 9.5 x 14 cm boyutlarındadır. Çiçekler vazoya konulmadan önce her bir vazoya 200 mL vazo çözeltisi konulmuştur. Çiçekler vazo **çözeltisine** sapın 1.5 cm'lik dip kısmı çözelti içerisinde kalacak şekilde ve her bir vazoya 1 çiçek olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu uzunluk daha önce yapılan çalışmalardaki gözlemler ile belirlenmiştir. Çiçeğin çözelti içerisinde kalan kısmında oluşan deformasyonlar hem mikroorganizma gelişimini hızlandıracak hem de çiçeğin su alımını azaltacağı için, böyle bir durum gözlemlendiğinde çiçeklerde 1-1.5 cm'den sap kesimleri yapılmıştır (Che-Husin ve ark., 2018). Vazo çözeltileri her bir uygulama için 4'er litre olacak şekilde hazırlanmıştır. Çözeltinin hazırlanmasında musluk suyu kullanılmıştır. Her analiz döneminde, vazo çözeltisinden çiçeğin aldığı su miktarı ölçülmüş, ardından çözelti tekrar 200 mL'ye tamamlanmıştır. Kontrol grubu olarak 200 ppm sitrik asit + 50 ppm NaOCl + %2 sakkaroz'dan oluşan koruyucu çözelti hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan uygulamalar Çizelge 1'de verilmiştir.

#### Çizelge 1. Denemede kullanılan uygulamalar

K	:	200 ppm sitrik asit (SitA) +50 ppm NaOCl+%2 sakkaroz (Sak.)
Sis1	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 0.5 mM sistein
Sis2	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 1 mM sistein
Sis3	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 2 mM sistein
Arj1	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 0.5 mM arjinin
Arj2	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 1 mM arjinin
Arj3	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 2 mM arjinin
SaAs1	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 0.5 mM salisilik asit
SaAs2	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 1 mM salisilik asit
SaAs3	:	200 ppm SitA +50 ppm NaOCl+%2 Sak. + 2 mM salisilik asit

Çiçeklerde giriş analizleri yapıldıktan sonra çiçekler, 12 saat karanlık/12 saat aydınlık şartlara yerleştirilmiştir. Çiçeklerin içinde bulunduğu odanın sıcaklığı 25-27°C, oransal nemi ise %65-70 arasında değişmiştir. Vazodaki çiçeklerde 3'er gün aralıklarla aşağıdaki ölçüm ve analizler yapılmıştır.

### 2.4. 2.4. Çalışmada yapılan gözlem ve ölçümler

*Oransal taze ağırlık değişimi (%)*: Her bir uygulamada her vazoya yerleştirilen bir çiçeğin (1 adet çiçekli sap) vazoya yerleştirilmeden önce ve vazoda kaldığı süre boyunca 3 günde bir ağırlığı tartılmış ve vazo çözeltisi süresince ağırlık kaybı  $AK (\%) = ((A_B - A_S) \times 100) / A_B$  formülüne göre hesaplanmıştır. Ancak çiçekler vazoya konulduğunda su çektiği için ağırlıkları

arttığından bulunan sonuç (-1) ile çarpılarak, oransal değişimi ağırlık artışları (+), ağırlık kayıpları (-) olarak gösterilmiştir. Formülde  $A_B$ = vazo ömrü başlangıcında,  $A_S$  her analiz döneminde tartılan ağırlığı göstermektedir. *Çözelti alımı (mL)*: Vazoya yerleştirilen çiçeklerin vazodan çektiği çözelti miktarı, ölçü silindiri ile mL olarak ölçülmüştür. *Açan kandil sayısı (adet)*: Vazodaki çiçeklerde 3 günlük aralıklarla açan kandil sayıları kaydedilmiştir. *Kandil boyu (cm)*: Açan kandillerin boyları bir cetvel yardımıyla ölçülmüştür. *Kandil çapı (mm)*: Açan kandillerin çapları dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür. *Nispi klorofil miktarı (SPAD)*: Vazodaki çiçek sapları üzerinde bulunan yapraklardaki oransal klorofil miktarı 3 günde bir her bir bitkinin 3'er yaprağının birer noktasından SPAD-502 Plus (Konica Minolta, Inc. Osaka, Japan) klorofil ölçer kullanılarak belirlenmiştir. *Renk ölçümleri*: Çiçek sapı üzerindeki yaprakların ve kandillerin rengi Minolta CR 400 Chroma renk ölçer (Minolta Co., Osaka, Japan) ile C aydınlatması kullanılarak ölçülmüştür. Yaprak ve çiçek renkleri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk alanları olarak ölçülmüş, çiçeklerde L (parlaklık) değeri ve  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinden  $WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$  formülüne göre hesaplanan beyazlık indeksi değerleri kullanılırken, yapraklarda yine bu ölçümlerden  $hue^* = 180 + \tan^{-1}(a^*/b^*)$  formülüne göre hesaplanan hue açısı değeri kullanılmıştır. *Vazo Ömrü*: Glayöl çiçeklerinin vazoya yerleştirilmesinden başlayarak, vazodaki çiçek başaklarındaki son açan kandilin solmasına kadar geçen süre (Saeed ve ark., 2014) vazo ömrü olarak değerlendirilmiştir.

## 2.5. 2.5. Deneme Deseni

Deneme Tesadüf Parselleri deneme desenine göre her bir bitki bir tekerrür olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak faktöriyel düzende varyans analizi yapılmış ve uygulamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile %5 hata sınırları içerisinde karşılaştırılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

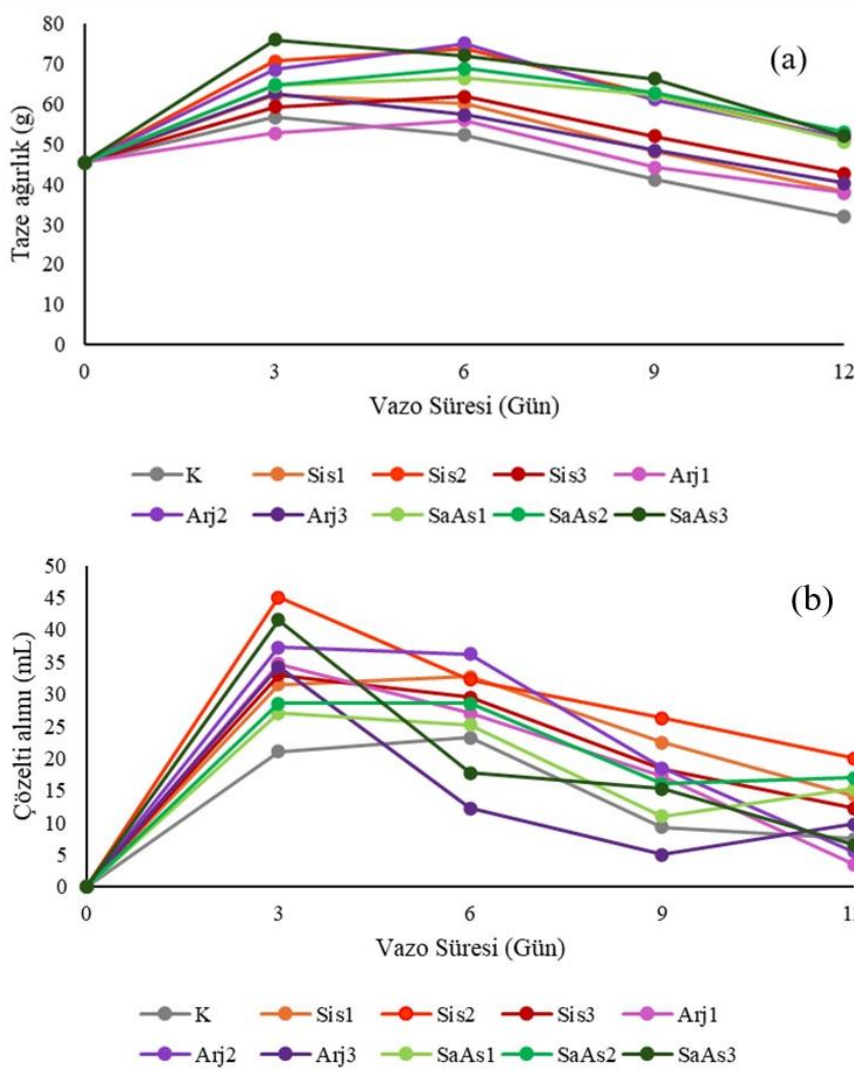
Varyans analizine göre, çözelti alımı, kandil boyu, kandil çapı, açan kandil oranı, çiçeğin beyazlık indeksi değerlerinde uygulama x zaman interaksyonu önemli bulunmuş olup, kombinasyonlardaki karşılaştırma testleri ( $p < 0.05$ ) ayrı ayrı yapılmıştır. Yaprakların nispi klorofil oranı, çiçekli sapın taze ağırlık değişimi, açan kandil sayısı ve hue açısı değeri, çiçeğin  $L^*$  değerlerinde ise uygulama x zaman interaksyonu önemsiz bulunduğundan zaman ve uygulama ana etkileri ( $p < 0.05$ ) karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2 sistein, arjinin ve salisilik asit uygulanan ‘Essential’ glayöl çiçeklerinin (1 çiçekli sap) oransal taze ağırlık değişimini ve çözelti alım oranlarını göstermektedir. Çizelge 2’de verilen uygulama ortalamaları dikkate alındığında, tüm uygulamalardaki glayöl (çiçekli sap) çiçeklerinde 6. güne kadar ağırlık artışının meydana geldiği görülmektedir. Vazo süresinin 9. gününde K ve Arj1 uygulamasında ağırlık kayıpları başlamış, 12. günde ise Sis2, Arj2 ve tüm SaAs uygulamaları dışındaki uygulamalarda ağırlık kayıpları meydana gelmiştir (Şekil 1 (a)).

**Çizelge 2.** Sistein, arjinin ve salisilik asit uygulamalarının glayöllerin ağırlık değişimi (%) ile çözelti alımı üzerine etkileri

	Uyg.	Vazo süresi (gün)					Uyg. ort.
		0	3	6	9	12	
<i>Oransal taze ağırlık değişimi (%)</i>	K	0	25.48	15.76	-8.64	-29.17	<b>0.69 e</b>
	Sis1	0	37.57	32.96	6.87	-15.53	<b>12.37 cd</b>
	Sis2	0	55.37	62.17	29.85	12.48	<b>31.97 ab</b>
	Sis3	0	31.23	36.96	11.46	-5.36	<b>14.86 c</b>
	Arj1	0	16.52	23.11	-2.80	-16.75	<b>4.02 de</b>
	Arj2	0	51.11	64.93	34.29	13.43	<b>32.75 ab</b>
	Arj3	0	38.03	25.61	6.21	-11.65	<b>11.64 cd</b>
	SaAs1	0	42.30	46.53	35.50	11.35	<b>27.14 b</b>
	SaAs2	0	42.30	51.24	37.93	16.87	<b>29.67 ab</b>
	SaAs3	0	67.97	59.35	46.36	14.69	<b>37.67 a</b>
	<b>Süre ort.</b>	<i>0 c</i>	<i>40.79 a</i>	<i>41.86 a</i>	<i>19.70 b</i>	<i>-0.97 c</i>	
<i>Çözelti alımı (mL)</i>	K	0 a C	21.00 d A	23.25 cd A	9.25 de B	7.50 defB	<b>12.2</b>
	Sis1	0 a D	31.50 bcd A	32.75 ab A	22.50 ab B	14.25 abc C	<b>20.2</b>
	Sis2	0 a D	45.00 a A	32.25 ab B	26.25 a BC	20.00 a C	<b>24.7</b>
	Sis3	0 a D	33.00 abcd A	29.50 abc A	18.25 abc B	12.25 bcd C	<b>18.6</b>
	Arj1	0 a D	34.75 abc A	27.00 bc B	17.25 bcd C	3.50 f D	<b>16.5</b>
	Arj2	0 a C	37.25 abc A	36.25 a A	18.50 abc B	5.50 ef C	<b>19.5</b>
	Arj3	0 a D	34.25 abc A	12.25 e B	5.00 e CD	9.75 cde BC	<b>12.25</b>
	SaAs1	0 a C	27.00 cd A	25.25 bc A	11.00 cde B	15.25 abc B	<b>15.7</b>
	SaAs2	0 a C	28.50 cd A	28.50 bc A	16.00 bcd B	17.00 ab B	<b>18</b>
	SaAs3	0 a D	41.50 ab A	17.75 de B	15.25 bcd BC	6.50 def CD	<b>16.2</b>
	<b>Süre ort.</b>	<b>0</b>	<b>33.375</b>	<b>26.475</b>	<b>15.925</b>	<b>11.15</b>	

Çizelgede S1: 0.5 mM, S2: 1 mM, S3: 2 mM sistein; A1: 0.5 mM, A2: 1 mM, A3: 2 mM arjinin; SA1: 0,5 mM, SA1: 1 mM, SA2: 2 mM salisilik asit uygulamalarını ifade etmektedir. İstatistiki gruplandırma Çizelge içi harflendirme zaman x uygulama interaksyonunu göstermekte olup, küçük harfler uygulamaları, büyük harfler zamanı, küçük italik koyu harfler uygulama ortalamalarını, küçük italik harfler zaman ortalamalarını ifade etmektedir. Aynı harfe sahip uygulamalar veya ortalamalar arasındaki farklılıklar  $p \leq 0,05$  düzeyinde önemsizdir.



**Şekil 1 (a).** Glayöl çiçekli saplarının vazo ömrü süresince taze ağırlığı (g) ve (b). Çiçeklerin vazo ömrü süresince çözelti alımları (mL)

Çizelge 2'ye göre en fazla ağırlık artışı 2 mM SaAs (SaAs3) içeren vazo çözeltisindeki glayöl çiçeklerinde %37.67 oranında gerçekleşirken, en az ağırlık artışı K grubundaki çiçeklerde %0.69 ile meydana gelmiştir. Bu iki uygulama arasındaki farklılık istatistik olarak da önemli bulunmuştur. Ağırlık artışı bakımından ikinci sırada Arj2 (1 mM arjinin) yer almış, bu uygulamayı Sis2 (1 mM sistein) uygulamaları izlemiş olup, bu uygulamalar istatistik olarak aynı grupta yer almışlardır. Dolayısıyla glayöl çiçeklerinde 2 mM salisilik asit ve 1 mM arjinin ve 1 mM sistein uygulamalarının ağırlık artışında diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu söylenebilir. Mohibe ve ark (2020) %5 sakkaroz + 150 ppm SA uygulamasının maksimum taze ağırlık değişimini sağladığını, Kiaseh ve ark. (2020) 100  $\mu$ M sikloheksimit + 5 mM arjinin uygulamasının taze ağırlığı koruduğunu tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada SA'nın en yüksek dozu ile arjininin 1 mM dozunun ağırlık artışını arttırmaları bu çalışmalardaki sonuçlar ile desteklenmiştir. Kesme güllerde sistein gibi H<sub>2</sub>S donörü olan NaHS uygulamalarının gül ve

kasımpatı çiçeklerinde çiçek çaplarını sırasıyla %22.7 ve %13.1 oranında arttırdığı belirlenmiştir (Wei ve ark., 2021). Çalışmamızda da sistein uygulamaları kandil çaplarını diğer uygulamalara göre önemli ölçüde arttırmış olup, ağırlık artışının çiçeklerin açılması nedeniyle çiçek çaplarının artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim çözelti alım miktarları incelendiğinde sistein uygulamalarının tamamında, A2’de ve SA2 ve SA3 uygulamalarında diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Çiçeklerin tomurcuk dönemlerinde hücre bölünmesi tamamlanmakta ve maksimum hücre sayısına ulaşılmaktadır. Bu tomurcukların açılması sırasında ise hücre sayısında artış olmamasına karşın, su alımı dolayısıyla vakoullerdeki turgor basıncı artarak petaller açılmaktadır. Dolayısıyla çiçeğin aldığı su miktarının artması, açılması için yeterli olmaktadır (Mauseth, 2017). Çalışmamızda da su alım oranlarına paralel olarak çiçeklerin açmasının, su alımı artışından kaynaklanmış olabileceği, dolayısıyla böylece çiçeklerin ağırlıklarında artışlar meydana gelebileceği düşünülmüştür.

12 günlük vazo süresi boyunca çiçeklerin vazo çözeltisi alma durumları yine Çizelge 2’de verilmiştir. Yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre uygulama x zaman interaksyonu  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Dolayısıyla vazo süresi ve uygulamaların etkileri karşılaştırılmıştır. Vazo süresinin üçüncü gününde en fazla çözelti alımı Sis2 (45 mL) uygulamasında, 6. günde Arj2 (36.25 mL) uygulamasında, 9. günde ve 12. günde ise yine Sis2 (sırasıyla 26.25 mL ve 20 mL) uygulamasındaki çiçeklerde diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuştur (Şekil 1 (b)). Çizelge 2 incelendiğinde, çiçeklerin çözelti alımlarının 6. Günden itibaren K, Sis1 ve SaAs2 uygulamaları dışındaki tüm uygulamalara azalmaya başladığı, bu azalmanın 9. günde tüm uygulamalarda devam ettiği, 12. günde ise en fazla azalmanın 3.50 mL ile A1 uygulamasında olduğu görülmektedir. Çiçeklerde vazo ömrünün kısılmasının nedenlerinden birisi de mikrobiyal çoğalma nedeniyle su alımının azalmasıdır. Çözeltide mikroorganizma gelişiminin önlenmesi amacıyla germisitlerden yararlanılmakta, ayrıca çözeltinin pH’sı asitleştirici maddeler ile düşürülmektedir (Vehnimel ve Abbey, 2019). Mevcut çalışmada her uygulamada sodyum hipoklorit ve sitrik asit bulunduğu vazo çözeltilerinde herhangi bir pelteleşme durumu ve renk değişimi gözlenmemiş bu da mikroorganizma gelişiminin olmadığına göstergesi olarak değerlendirilmiş, ayrıca bitki saplarında deformasyon görüldüğünde sap kesimleri yapılmıştır (Che-Husin ve ark., 2018). Bu nedenle çiçeklerin çözelti alımlarında bir sorun oluşmamış, kandillerin açılma dönemlerinde yüksek olan çözelti alım miktarı, vazo ömrünün sonlarına doğru azalmıştır. En fazla vazo çözeltisi alımı sistein uygulanan çiçeklerde meydana gelmiş olup, bu durum bu gruptaki çözeltinin pH değerleri nispeten diğerlerine göre daha düşük olmasından kaynaklanmıştır.

Glayöl çiçeklerinin vazo süresi boyunca açan kandil oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Çalışmada açan kandil oranı üzerine uygulama x zaman interaksyonu önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Buna göre araştırmanın 3. ve 6. gününde en az açan kandil oranı sırasıyla %4 ve %50 ile Arj2 uygulamalarında; en fazla ise 3. Günde sırasıyla %29, %25 ve %24 ile Arj3, SaAs1 ve SaAs3 uygulamalarında 6. gün ise %78 ile Arj3 uygulamasında saptanmış ve bu açıdan 3. günde A2 ve A3 uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak da önemli olmuştur. Vazodaki 9. günde açan kandil oranı tüm uygulamalarda oldukça artarak %88-97 arasında değişmiş, ancak uygulamalar arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır. Bu artış 12. günde de devam etmiş, bu süreçte en az açan kandil oranı %94 ile SaAs2 ve %97 ile Arj1 uygulamalarında elde edilirken, diğer uygulamalarda açan kandil oranı %100'e ulaşmış ve bu iki uygulama ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Nasibi ve ark. (2014), *Polianthes tuberosa* çiçeklerine 5  $\mu$ M, 10  $\mu$ M ve 20  $\mu$ M arjinin ve yine aynı dozlarda salisilik asit uygulamaları ile 10  $\mu$ M sistein uygulamasının açan çiçek oranını arttırdığını bulmuşlardır. Mevcut çalışmada da 2 mM arjinin ile 0.5 ve 2 mM salisilik asit uygulamalarındaki glayöllerdeki açan kandil oranları daha yüksek olmuş, dolayısıyla bu uygulamalardaki çiçekler daha hızlı açarken, 0.5 mM arjinin uygulanan kandiller daha yavaş açmıştır. Nitekim çalışmanın 12. gününde bu uygulamadaki açılan kandil oranı %97 şeklinde gerçekleşmiştir. Ancak Şekil 2'de de görüleceği üzere, çiçeklerin yavaş açmasının vazo ömrünü arttırıcı bir etkisi olmamış, SaAs3 ve Arj3 uygulamasındaki çiçekler hızlı açmasına karşın vazo ömürleri daha uzun olmuştur. Khattab (2017) vazo çözeltilisine 100 ppm ve 200 ppm 5-sülfosalisilik asit ilavesinin, Mohiba ve ark. (2020) ise %5 sakkaroz + 150 ppm SA uygulamasının açılan kandil sayısını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Glayöl başaklarındaki açan kandillerin boyu üzerine uygulama x zaman interaksyonu  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Vazo çözeltilisine konulmadan önce renk veren kandillerde yapılan ölçümlere göre kandil boyları 0. günde 6.87-7.83 cm aralığında değişmiştir. Vazodaki 3. günden itibaren açılmış kandillerde yapılan ölçümler kandil boylarının tüm uygulamalarda arttığını göstermiştir. Çalışmanın 3 ve 6. günlerinde en fazla artış Arj1 uygulamasında; en az artış ise 3. günde K ve 6. günde SaAs3 uygulamasında saptanmıştır. Vazo süresinin 9. gününde Sis1 uygulamasındaki kandillerin boyu daha uzun olurken (12.49 cm); 12. günde K uygulamasındaki kandil boyu 13.45 cm ile daha uzun olmuştur. Çalışmada 0.5 mM arjinin, 0.5 mM sistein ve 1 mM salisilik asit uygulamaları vazodaki 9. güne kadar kandil boyunun artmasında etkili olmuştur. Aminoasitler büyüme maddeleri ve fitohormonların öncü maddeleridir. Ayrıca organik azotlu bileşikleri oluşturarak protein sentezinde rol

oynamaktadırlar. Bunun yanı sıra aminoasitler hücre büyümesi için enerji sağlamaktadırlar (Abd-El Kader ve ark., 2020). Salisilik asit ise bitki kökleri tarafından üretilen bitkide çimlenme, büyüme, fotosentez ve iyon alımı gibi bazı fizyolojik süreçleri düzenlemede önemli bir rol oynamaktadır. Fenolojik yapısı nedeniyle içsel büyüme düzenleyicisi olarak kabul edilmektedir (Basit ve ark., 2018). Çalışmamızda da kullanılan sistein ve arjinin aminoasitleri ile salisilik asitin hücre büyümesinde etkili olarak kandillerin uzamasına ve açmasına yol açtığı ön görülmüştür. Ek olarak Sarje ve ark. (2024), vazo çözeltisine yeterli düzeyde sakkaroz eklendiğinde çiçek kandillerinin tamamen açılarak %100 açılma oranına ulaştığını, 200 ppm sitrik asit + %4 sakkaroz içeren vazo çözeltisinin glayölün vazo ömrünü uzatmak için iyi bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla mevcut çalışmada da tüm vazo çözeltisine 200 ppm Sitrik asit + %2 Sakkaroz ilave edilmiş olmasının da kandillerin açmasında etkili olduğu, bu nedenle çiçeklerin boylarının da arttığı düşünülmüştür. Bu uygulamalarda çözelti alımı da diğer uygulamalara göre daha yüksek olması çiçek boyunu arttırıcı bir etken olarak göz önüne alınmıştır.

Çalışmada, glayöl çiçekleri kandiller renk gösterdiğinde hasat edildiğinden ve henüz açmadığı için vazo süresinin başlangıcında 9.32-10.26 mm aralığında değişen kandil çapları, vazo ömrünün 3. gününden itibaren artmış, bu da kandillerin açmaya başladığını göstermiştir. Bu dönemde en düşük kandil çapı K uygulamasında (70.55 mm), en yüksek ise Arj3 (112.79 mm) uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 3). Vazo süresinin 6. gününde de çap artışları devam etmiş, 9 ve 12. günlerde ise uygulamaların çoğunluğunda azalma eğiliminde olmuştur. Genel olarak Sis2, Arj1, Arj2, Arj3 ve SaAs2 uygulamalarının çap artışları üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Kesme güller ve krizantemlerde H<sub>2</sub>S donörü olan NaHS uygulaması çiçek çaplarını güllerde 4. günde %22.7, krizantemlerde ise a. günde %13.21 oranında arttırmıştır (Wei ve ark., 2021). Kiaseh ve ark. (2020), *Alstroemeria x hybrid* 'Mars' çiçeklerinde 5 mM arjinin uygulamasının çiçeklerin kalitatif ve kantitatif özelliklerini iyileştirdiğini saptamışlardır. Vazo çözeltisine %4 sakkaroz + 150 ppm SA uygulaması glayölde ilk kandillerin çapını önemli oranda arttırmış (Mohibe ve ark., 2020); yine glayöl çeşidi 'Pusa Shanti'ye 150 mg/L SA uygulaması da çiçek boyunu maksimum düzeye çıkarmıştır. Bu sonuçlar elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.



**Çizelge 3.** Sistein, arjinin ve salisilik asit uygulamalarının glayöllerin açan çiçek oranı (%), kandil boyu (cm) ve kandil çapı (mm) üzerine etkileri

	Uyg.	Vazo süresi (gün)					Uyg.ort.
		0	3	6	9	12	
<i>Açan kandil oranı (%)</i>	K	0 <b>D</b>	28 <b>a C</b>	61 <b>bc B</b>	95 <b>a A</b>	100 <b>a A</b>	<b>71</b>
	Sis1	0 <b>E</b>	21 <b>ab D</b>	57 <b>bc C</b>	88 <b>a B</b>	100 <b>a A</b>	<b>66</b>
	Sis2	0 <b>E</b>	13 <b>ab D</b>	66 <b>abc C</b>	91 <b>a B</b>	100 <b>a A</b>	<b>67</b>
	Sis3	0 <b>E</b>	12 <b>b D</b>	69 <b>abc C</b>	92 <b>a B</b>	100 <b>a A</b>	<b>68</b>
	Arj1	0 <b>D</b>	16 <b>ab C</b>	69 <b>abc B</b>	94 <b>a A</b>	97 <b>b A</b>	<b>69</b>
	Arij2	0 <b>C</b>	4 <b>c C</b>	50 <b>c B</b>	94 <b>a A</b>	100 <b>a A</b>	<b>62</b>
	Arj3	0 <b>D</b>	29 <b>a C</b>	78 <b>a B</b>	97 <b>a A</b>	100 <b>a A</b>	<b>76</b>
	SaAs1	0 <b>E</b>	25 <b>a D</b>	75 <b>ab C</b>	94 <b>a B</b>	100 <b>a A</b>	<b>73</b>
	SaAs2	0 <b>D</b>	22 <b>ab C</b>	61 <b>bc B</b>	96 <b>a A</b>	94 <b>b A</b>	<b>68</b>
	SaAs3	0 <b>E</b>	24 <b>a D</b>	61 <b>bc C</b>	82 <b>a B</b>	100 <b>a A</b>	<b>67</b>
	<b>Süre ort.</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>65</b>	<b>92</b>	<b>99</b>	
<i>Kandil boyu (cm)</i>	K	7.34 <b>a D</b>	9.31 <b>e C</b>	10.04 <b>d C</b>	12.28 <b>abc B</b>	13.45 <b>a A</b>	<b>10.49</b>
	Sis1	7.33 <b>a B</b>	11.50 <b>abc A</b>	11.31 <b>bc A</b>	12.49 <b>a A</b>	11.36 <b>cd A</b>	<b>10.80</b>
	Sis2	6.87 <b>a C</b>	11.31 <b>abc B</b>	12.36 <b>ab A</b>	12.11 <b>abc A</b>	12.20 <b>bc A</b>	<b>10.97</b>
	Sis3	7.54 <b>a C</b>	10.52 <b>cd B</b>	12.00 <b>abc A</b>	11.75 <b>bcd A</b>	12.27 <b>b A</b>	<b>10.82</b>
	Arj1	7.33 <b>a B</b>	12.16 <b>a A</b>	12.44 <b>a A</b>	12.35 <b>ab A</b>	12.11 <b>bc A</b>	<b>11.28</b>
	Arij2	7.21 <b>a B</b>	11.75 <b>ab A</b>	11.21 <b>c A</b>	11.78 <b>bcd A</b>	12.06 <b>bcd A</b>	<b>10.80</b>
	Arj3	7.10 <b>a B</b>	11.29 <b>abc A</b>	11.11 <b>c A</b>	11.33 <b>d A</b>	10.39 <b>e A</b>	<b>10.24</b>
	SaAs1	7.83 <b>a C</b>	10.75 <b>bcd B</b>	11.98 <b>abc AB</b>	12.62 <b>a A</b>	11.88 <b>bcd AB</b>	<b>11.01</b>
	SaAs2	7.80 <b>a B</b>	11.10 <b>bc A</b>	11.10 <b>c A</b>	11.66 <b>cd A</b>	11.20 <b>d A</b>	<b>10.57</b>
	SaAs3	7.00 <b>a B</b>	9.98 <b>de A</b>	9.86 <b>d A</b>	10.66 <b>e A</b>	11.43 <b>bcd A</b>	<b>9.78</b>
	<b>Süre ort.</b>	<b>7.33</b>	<b>10.97</b>	<b>11.34</b>	<b>11.90</b>	<b>11.84</b>	
<i>Kandil çapı (mm)</i>	K	10.05 <b>a C</b>	70.55 <b>d B</b>	96.57 <b>c A</b>	98.89 <b>bc A</b>	108.22 <b>ab A</b>	<b>76.86</b>
	Sis1	9.71 <b>a B</b>	83.75 <b>cd A</b>	101.97 <b>bc A</b>	97.54 <b>c A</b>	99.92 <b>ab A</b>	<b>78.58</b>
	Sis2	9.34 <b>a C</b>	88.97 <b>bc B</b>	108.60 <b>abc A</b>	104.13 <b>abc A</b>	101.91 <b>ab A</b>	<b>82.59</b>
	Sis3	10.08 <b>a C</b>	78.25 <b>cd B</b>	100.11 <b>bc A</b>	106.96 <b>abc A</b>	96.83 <b>b A</b>	<b>78.45</b>
	Arj1	9.49 <b>a B</b>	105.06 <b>ab A</b>	106.13 <b>abc A</b>	115.67 <b>a A</b>	109.24 <b>a A</b>	<b>89.12</b>
	Arij2	9.32 <b>a D</b>	87.55 <b>cd C</b>	117.22 <b>a A</b>	106.45 <b>abc AB</b>	101.80 <b>ab B</b>	<b>84.47</b>
	Arj3	10.26 <b>a C</b>	112.79 <b>a A</b>	110.52 <b>abc A</b>	101.59 <b>abc A</b>	75.26 <b>c B</b>	<b>82.08</b>
	SaAs1	9.34 <b>a C</b>	103.74 <b>ab A</b>	114.22 <b>ab A</b>	105.32 <b>abc A</b>	62.04 <b>d B</b>	<b>78.93</b>
	SaAs2	9.49 <b>a D</b>	105.10 <b>ab B</b>	118.81 <b>a A</b>	113.88 <b>ab A</b>	61.11 <b>d C</b>	<b>81.68</b>
	SaAs3	9.72 <b>a C</b>	78.38 <b>cd B</b>	76.46 <b>d B</b>	98.64 <b>bc A</b>	98.50 <b>ab A</b>	<b>72.34</b>
	<b>Süre ort.</b>	<b>9.68</b>	<b>91.41</b>	<b>105.06</b>	<b>104.91</b>	<b>91.48</b>	

Çizelgede S1: 0.5 mM, S2: 1 mM, S3: 2 mM sistein; A1: 0.5 mM, A2: 1 mM, A3: 2 mM arjinin; SA1: 0,5 mM, SA1: 1 mM, SA2: 2 mM salisilik asit uygulamalarını ifade etmektedir. İstatistiki gruplandırmada Çizelge içi harflendirme zaman x uygulama interaksiyonunu göstermekte olup, küçük harfler uygulamaları, büyük harfler zamanı, küçük italik koyu harfler uygulama ortalamalarını, küçük italik harfler zaman ortalamalarını ifade etmektedir. Aynı harfe sahip uygulamalar veya ortalamalar arasındaki farklılıklar  $p \leq 0,05$  düzeyinde önemsizdir.

Glayöl çiçeklerinin nispi klorofil miktarı üzerine Arj2, Sis1 ve Sis2 uygulamalarının etkileri önemli olmuş, bu uygulamalardaki SPAD miktarı sırasıyla 58.48; 58.20 ve 56.55 olarak ölçülmüştür. En düşük SPAD miktarları ise Sis3 (52.19) ve SA2 (52.75) uygulamalarında ölçülmüştür (Çizelge 4). Yaprakların hue açısı değerleri üzerine uygulamaların etkisi incelendiğinde, en yüksek hue açısı S1 (129.08) uygulamasında ölçülürken, en düşük açısı SA2 (127.55) uygulamasından tespit edilmiş ve bu iki uygulama arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı olmuştur. *Dahlia pinnata* L. kesme çiçeklerine aminoasit uygulaması toplam klorofil miktarını arttırmış, ayrıca 100 ppm arjinin uygulaması kesme çiçeklerin vejetatif kısımlarının kalitesinin korunmasında da etkili olmuştur (Abd-Elkader ve ark., 2020). Mevcut çalışmada da sistein ve arjinin aminoasit uygulamaları nispi klorofil (SPAD) miktarındaki azalmayı yavaşlatmış; yine yaprakların gerçek rengini ifade eden hue açısı değerleri de sistein uygulamasında daha yüksek olmuştur. Amino asitler bitki büyüme maddeleri ve fitohormonların öncülleri olup, protein sentezi için de yapı taşlarıdır. Dolayısıyla hücre büyümesine enerji de sağlamaktadır (Abd-Elkader ve ark., 2020). Dolayısıyla arjinin ve sistein aminoasitleri bu etkileri ile yaprakların yeşil renginin korunmasında etkili olmuştur.

**Çizelge 4.** Sistein, arjinin ve salisilik asit uygulamalarının glayöllerin nispi klorofil miktarı (SPAD) ve hue açısı renk değeri üzerine etkileri

	Uyg.	Vazo süresi (gün)					Uyg. ort.
		0	3	6	9	12	
<i>Nispi klorofil miktarı (SPAD)</i>	K	62.30	56.08	54.58	51.80	49.55	<b>54.86 bcd</b>
	Sis1	62.28	58.63	59.43	58.43	52.23	<b>58.20 ab</b>
	Sis2	60.08	56.80	57.33	55.13	53.40	<b>56.55 abc</b>
	Sis3	59.13	54.65	51.58	49.05	46.55	<b>52.19 d</b>
	Arj1	60.43	53.53	53.88	50.90	48.78	<b>53.50 cd</b>
	Arj2	62.32	60.35	56.25	57.88	55.63	<b>58.48 a</b>
	Arj3	60.35	53.15	53.50	49.53	49.08	<b>53.12 cd</b>
	SaAs1	61.05	55.70	56.50	53.28	45.45	<b>54.40 cd</b>
	SaAs2	61.68	56.13	54.43	51.73	39.80	<b>52.75 d</b>
	SaAs3	62.35	56.00	52.08	51.98	50.43	<b>54.57 cd</b>
	<b>Süre ort.</b>	<b>61.19 a</b>	<b>56.10 b</b>	<b>54.95 bc</b>	<b>52.97 c</b>	<b>49.09 d</b>	
<i>Hue açısı</i>	K	128.99	128.76	128.92	127.73	127.56	<b>128.39 abc</b>
	Sis1	128.99	129.89	129.18	128.97	128.35	<b>129.08 a</b>
	Sis2	128.99	129.27	128.68	128.74	128.38	<b>128.81 ab</b>
	Sis3	128.99	128.70	128.62	127.92	127.67	<b>128.38 abc</b>
	Arj1	128.99	128.39	128.00	128.63	126.92	<b>128.19 abc</b>
	Arj2	128.99	128.85	128.92	127.91	128.23	<b>128.58 ab</b>
	Arj3	128.99	128.49	128.21	127.48	126.85	<b>128.01 bc</b>
	SaAs1	128.99	128.79	127.48	127.91	128.58	<b>128.35 abc</b>
	SaAs2	128.99	128.80	127.80	127.50	124.66	<b>127.55 c</b>

SaAs3	128.99	127.76	129.18	129.86	128.00	<b>128.76 ab</b>
<b>Süre ort.</b>	<b>128.99 a</b>	<b>128.77 ab</b>	<b>128.50 ab</b>	<b>128.26 b</b>	<b>127.52 c</b>	

Çizelgede S1: 0.5 mM, S2: 1 mM, S3: 2 mM sistein; A1: 0.5 mM, A2: 1 mM, A3: 2 mM arjinin; SA1: 0,5 mM, SA1: 1 mM, SA2: 2 mM salisilik asit uygulamalarını ifade etmektedir. İstatistiki gruplandırmada Çizelge içi harflendirme zaman x uygulama interaksiyonunu göstermekte olup, küçük harfler uygulamaları, büyük harfler zamanı, küçük italik koyu harfler uygulama ortalamalarını, küçük italik harfler zaman ortalamalarını ifade etmektedir. Aynı harfe sahip uygulamalar veya ortalamalar arasındaki farklılıklar  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Çiçeklerin L renk değerleri vazo süresince artış göstermiş, en yüksek L değeri 12. günde (94.83) ölçülmüştür. Uygulama ortalamaları incelendiğinde ise Sis2, Sis3 ve Arj1 uygulamalarındaki çiçeklerin L değerleri diğer uygulamalardan daha düşük olmuştur. Bu açıdan Sis3 (87.02) ve SaAs1 (92.22) uygulamaları arasındaki farklılık da istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Glayöl çiçeklerinin beyazlık indeksi değerleri, L değerlerine paralel olarak vazo süresinin 3. gününden itibaren artmış, genel olarak 12. güne kadar da artış göstermiştir. 3. günde en yüksek beyazlık indeksi SaAs3 (91.94); 6. gün SaAs1 (92.46); 9. gün SaAs3 (93.86) ve 12. günde ise SaAs1 (94.22) uygulamalarında hesaplanmıştır (Çizelge 5). CIELAB renk koordinat düzleminde, L\* değerleri 0-100 arasında değişmekte olup L\* değeri ürünlerin parlaklığını veya matlığını ifade etmektedir. Dolayısıyla L\* değerinin sıfıra yaklaşması parlaklığın azaldığını, 100'e doğru artması ise parlaklığın arttığını göstermektedir (Yavuz ve ark., 2024). Çalışmada kullanılan glayöl çiçekleri beyaz renkli olup, tüm salisilik asit uygulamalarında, arjininin 1 ve 2 mM dozunda ve sisteinin 0,5 mM dozunda beyaz renk korunmakla birlikte, uygulamaların etkisi kontrol grubu ile aynı olmuştur. Dolayısıyla çiçek renginin korunmasının yapılan uygulamaların yanı sıra her bir çözültide %2 oranında bulunan sakarozdan kaynaklandığı düşünülmüştür.

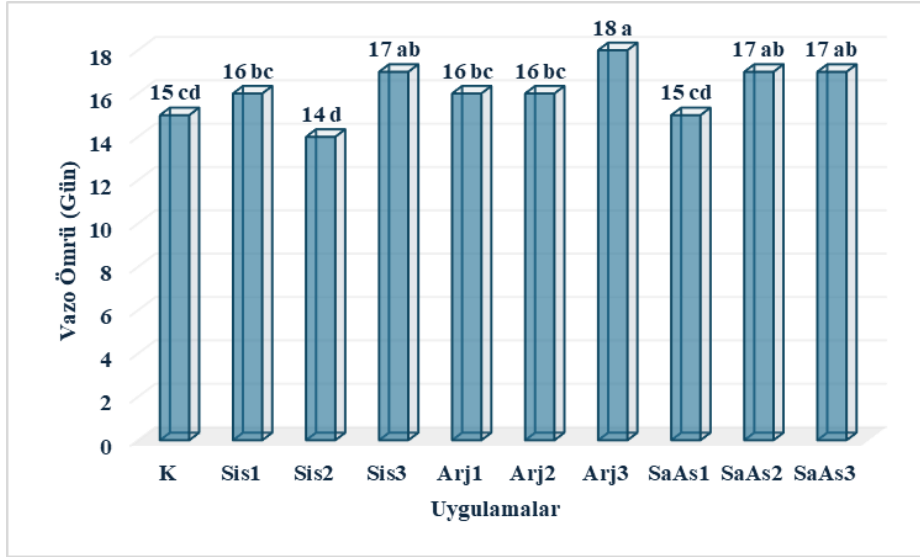
**Çizelge 5.** Sistein, arjinin ve salisilik asit uygulamalarının glayöllerin nispi çiçeklerin L\* renk değeri ile beyazlık indeksi üzerine etkileri

Uyg.	Vazo süresi (gün)					Uyg. ort.
	0	3	6	9	12	
K	85.09	91.05	88.95	91.15	97.04	90.65 <b>ab</b>
Sis1	85.09	89.77	80.20	92.97	97.93	89.19 <b>abcd</b>
Sis2	85.09	86.34	89.31	91.90	91.00	88.73 <b>bcd</b>
Sis3	85.09	90.08	83.06	85.04	91.82	87.02 <b>d</b>
Arj1	85.09	81.72	89.41	91.83	88.67	87.34 <b>cd</b>
Arj2	85.09	90.65	92.06	94.74	94.25	91.36 <b>ab</b>
Arj3	85.09	85.14	91.34	94.13	98.49	90.84 <b>ab</b>
SaAs1	85.09	87.11	98.86	91.49	98.55	92.22 <b>a</b>
SaAs2	85.09	93.30	91.07	91.78	96.80	91.61 <b>ab</b>
SaAs3	85.09	96.11	80.20	96.82	93.77	90.40 <b>abc</b>

	<b>Süre ort.</b>	85.09 <b>d</b>	89.13 <b>c</b>	88.45 <b>c</b>	92.18 <b>b</b>	94.83 <b>a</b>	
<b>Beyazlık İndeksi</b>	K	69.17 <b>a B</b>	87.65 <b>ab A</b>	87.64 <b>a A</b>	89.89 <b>ab A</b>	92.21 <b>ab A</b>	85.31
	Sis1	69.17 <b>a D</b>	88.31 <b>ab B</b>	79.74 <b>b C</b>	90.24 <b>a AB</b>	93.94 <b>a A</b>	84.28
	Sis2	69.17 <b>a B</b>	85.15 <b>bc A</b>	87.84 <b>a A</b>	89.93 <b>ab A</b>	89.15 <b>abc A</b>	84.25
	Sis3	69.17 <b>a C</b>	86.31 <b>ab AB</b>	82.59 <b>b B</b>	84.47 <b>b B</b>	90.33 <b>abc A</b>	82.57
	Arj1	69.17 <b>a C</b>	80.43 <b>c B</b>	88.22 <b>a A</b>	90.23 <b>a A</b>	87.61 <b>bc A</b>	83.13
	Arij2	69.17 <b>a C</b>	83.38 <b>bc B</b>	90.52 <b>a A</b>	90.23 <b>a A</b>	92.01 <b>ab A</b>	85.06
	Arj3	69.17 <b>a C</b>	84.22 <b>bc B</b>	89.56 <b>a AB</b>	91.28 <b>a A</b>	89.26 <b>abc AB</b>	84.70
	SaAs1	69.17 <b>a D</b>	85.32 <b>bc C</b>	92.46 <b>a AB</b>	89.70 <b>ab B</b>	94.22 <b>a A</b>	86.17
	SaAs2	69.17 <b>a B</b>	87.84 <b>ab A</b>	89.75 <b>a A</b>	89.15 <b>ab A</b>	86.47 <b>c A</b>	84.48
	SaAs3	69.17 <b>a C</b>	91.94 <b>a A</b>	79.74 <b>b B</b>	93.86 <b>a A</b>	91.60 <b>abc A</b>	85.26
	<b>Süre ort.</b>	69.17	86.06	86.81	89.90	90.68	

Çizelgede S1: 0.5 mM, S2: 1 mM, S3: 2 mM sistein; A1: 0.5 mM, A2: 1 mM, A3: 2 mM arjinin; SA1: 0,5 mM, SA1: 1 mM, SA2: 2 mM salisilik asit uygulamalarını ifade etmektedir. İstatistiki gruplandırmada Çizelge içi harflendirme zaman x uygulama interaksyonunu göstermekte olup, küçük harfler uygulamaları, büyük harfler zamanı, küçük italik koyu harfler uygulama ortalamalarını, küçük italik harfler zaman ortalamalarını ifade etmektedir. Aynı harfe sahip uygulamalar veya ortalamalar arasındaki farklılıklar  $p \leq 0,05$  düzeyinde önemsizdir.

Çalışmada maksimum vazo ömrü 18 gün ile Arj3 uygulamasında elde edilmiş, bu uygulamayı 17 gün ise SaAs2, SaAs3 ve Sis3 uygulamaları izlemiştir. En az vazo ömrü süresi ise 14 gün ile Sis2 uygulamasında gözlenmiştir. H<sub>2</sub>S donörü olan NaHS uygulamasının kesme güllerde vazo ömrünü 9.3; krizantemler ise 8.87 gün uzattığı (Wei ve ark., 2021); yine arjinin sistein ve 5-sulfosalisilik asit uygulamalarının elektrolit sızıntısı, lipid peroksidasyonunu azaltıp, antioksidan enzim aktivitesini baskılayarak *Polianthes tuberosa* kesme çiçeklerinin vazo ömrünü arttırdığı (Nasibi ve ark. 2014); yine 5 mM arjinin uygulamasının ise *Alstroemeria* çiçeklerinin vazo ömrünü 9.08 gün uzattığı (Kiaseh ve ark., 2020); %5 sakkaroz + 150 ppm SA uygulamasının glayölde vazo ömrünü uzattığı (Mohibe ve ark., 2020); 150 mg/L SA uygulamasının ‘Pusa Shanti’ glayöl çeşidinde vazo ömrünü arttırdığı tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada maksimum vazo ömrü 2 mM arjinin uygulamasında elde edilmiş, bunu 1 ve 2 mM salisilik asit ve 2 mM sistein uygulamaları izlemiştir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar daha önceki çalışma sonuçları ile desteklenmiştir.



**Şekil 2.** Sistein, arjinin ve salisilik asit uygulamalarındaki glayöllerin vazo ömürleri

#### 4. Sonuçlar

Çalışmada elde edilen sonuçlar toplu olarak Çizelge 6'da gösterilmiştir. Buna göre 1 mM ve 2 mM arjinin ve 1 mM sistein uygulamaları ağırlık artışı açısından öne çıkarken, 1 mM sistein ve 1 mM arjinin çözelti alınımının arttırılmasında etkili olmuştur. Kandil boyu açısından 0.5 mM arjinin ve sistein; kandil çapının arttırılması açısından tüm arjinin uygulamaları ile 1 mM sistein ve 1 mM salisilik asit uygulamaları daha iyi sonuçları vermiştir. Glayöl yapraklarının yeşil renginin korunmasında 0.5 ve 1 mM sistein ile 1 mM arjinin; çiçeğin parlaklığının korunmasında ise 0.5 mM sistein ile 1 mM ve 2 mM arjinin ve beyaz renginin korunmasında ise tüm salisilik asit uygulamaları başarılı olmuştur. Vazo ömrünün uzatılması açısından ise 2 mM arjinin, 1 mM ve 2 mM salisilik asit ve 2 mM sistein uygulamaları etkili bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre, 1 mM arjinin glayöl çiçeklerinde incelenen 5 parametre üzerinde olumlu etkili olarak öne çıkmış, bu uygulamayı 4 parametre ve özellikle vazo ömrünün artmasında etkili olan 2 mM arjinin uygulaması izlemiştir. Bunlara ek olarak 2 mM sistein, 1 mM ve 2 mM salisilik asit uygulamaları da vazo ömrünün artmasında rol oynarken, diğer parametreler üzerinde daha az etkili olmuştur. Dolayısıyla gelecekte yapılacak çalışmalar için vazo ömrünün uzatılmasında 1 mM arjinin ve 2 mM arjinin uygulamaları önerilmektedir.

**Çizelge 6.** Çalışmada yapılan uygulamaların olumlu etkilediği parametreler

Uygulamalar	Ağırlık artışı	Çözelti alımı	Kandil boyu	Kandil çapı	Yaprak rengi	Çiçek rengi	Parlaklık	Vazo ömrü
Sis1			✓		✓		✓	
Sis2	✓	✓		✓	✓			

Sis3								✓
Arj1			✓	✓				
Arj2	✓	✓		✓	✓		✓	
Arj3	✓			✓			✓	✓
SaAs1						✓		
SaAs2				✓		✓		✓
SaAs3						✓		✓

## Teşekkür

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde Sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Abd-Elkader, H.H., Kasem, M.M., Younis, T.T.E., & Gad, A.E.A. (2020). Impact of some Amino Acids on Vegetative Parameters, Flowering and Chemical Constituents of Dahlia Cut Flowers. *Journal of Plant Production*, 11(4), 333-339.
- Al Ubeed, H.M.S., Wills, R. B.H., Bowyer, M.C. & Golding, J.B. (2019). Inhibition of postharvest senescence of green leafy vegetables by exogenous D-cysteine and L-cysteine as precursors of hydrogen sulphide. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 94: 620-626.
- Anonim, 2024. Floral Marketing Association, Society of American Florists. n.d. *Recommended grades & standards for fresh cut flowers*. Newark, DE, USA: Floral Marketing Association and the Society of American Florists. Erişim Tarihi: 5. 11. 2024.
- Basit, A., Khalid, M. A., Shah, K., Rahman, M. U., Xing, L., Zuo, X., ... & Ahmed, I. (2018). Salicylic acid an emerging growth and flower inducing hormone in marigold (*Tagetes sp. L.*). *Pure and Applied Biology*, 7(4), 1301.
- Che-Husin, N. M., Joyce, D. C., & Irving, D. E. (2018). Gel xylem occlusions decrease hydraulic conductance of cut *Acacia holosericea* foliage stems. *Postharvest Biology and Technology*, 135, 27-37.
- Gao, S. P., Hu, K. D., Hu, L. Y., Li, Y. H., Han, Y., Wang, H. L., ... & Zhang, H. (2013). Hydrogen sulfide delays postharvest senescence and plays an antioxidative role in fresh-cut kiwifruit. *HortScience*, 48(11), 1385-1392.
- Hu, H., Liu, D., Li, P. ve Shen, W. (2015). Hidrojen sülfür, klorofil parçalanmasını geciktirerek, enerji durumunu koruyarak ve antioksidan kapasiteyi artırarak karanlıkta oluşan yaşlanma sırasında depolanmış su ispanağının (*Ipomoea aquatica*) yaprak sararmasını geciktirir. *Hasat Sonrası Biyoloji ve Teknoloji* , 108 , 8-20.
- Khattab, M., El-Torky, M., Torabeih, A.E.H., & Rashed, H. (2017). Effect of Some Chemicals on Vase Life of *Gladiolus* Cut Flowers. *Alexandria Science Exchange Journal*, 38(3):588-598.
- Kiaseh, D.Y., Hashemabadi, D., & Kaviani, B., (2020). Proline and Arginine Improves the Vase Life of Cut *Alstroemeria* ‘Mars’ Flowers by Regulating Some Postharvest Physiochemical Parameters. *Journal of Ornamental Plants*, 11(3), 165-183.
- Kwon, H.S., Leporini, C., Kim, S., & Heo, S., 2024. Prolonged vase life by salicylic acid treatment and prediction of vase life using petal color senescence of cut *lisianthus*. *Postharvest Biology and Technology*, 209:112725.



- Mauseth, J. D. (2014). *Botany: an introduction to plant biology*. Jones & Bartlett Publishers. 789p.
- Mirdehghan, S.H., Aghamolayi, Z. (2016). Application of Various Concentrations of Essential Oils of Savory, Ajowan and Thyme to Maintain Quality and Shelf Life of Gladiolus Cut Flower. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(1), 33-41
- Mohiba, N., Jain, S., Mishra, A., & Meena, N.K., (2020). Effect of Chemicals Treatment on Keeping Quality and Vase Life of Gladiolus Flowers. *Alexandria Science Exchange Journal*, 41(3):285-293.
- Nasibi, F., Farahmand, H., Kamyab, A., & Alipour, S. (2014). Effects of arginine, cysteine and 5- sulfosalicylic acid on of vase life of tuberose cut flowers. *Agricultural Communications*, 2 (2): 35-41.
- Saeed, T., Hassan, I., Abbasi, N. A., & Jilani, G. (2014). Effect of gibberellic acid on the vase life and oxidative activities in senescing cut gladiolus flowers. *Plant Growth Regulation*, 72, 89-95.
- Sarje, R., Abhangrao, A. K., Jayakumar, S., Gupta, R., Pathania, S., & Sree, B. V. (2024). Effect of Pre and Postharvest Factors on Vase life of Gladiolus or Effect of Different Floral Preservatives on Vase Life of Gladiolus. *International Journal of Plant & Soil Science*, 36(7), 297-303.
- Sharma, A. K., Yadav, M. K., Kumar, M., Sengar, R. S., Gangwar, L. K., & Kumar, R. (2024). Improvement in Vase Life of Gladiolus Cut Flowers Using Different Holding Solutions of Sodium Nitroprusside and of Salicylic Acid. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(1), 211-224.
- Tang, J., Hu, K. D., Hu, L. Y., Li, Y. H., Liu, Y. S., & Zhang, H. (2014). Hydrogen sulfide acts as a fungicide to alleviate senescence and decay in fresh-cut sweet potato. *HortScience*, 49(7), 938-943.
- TÜİK (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. Erişim Tarihi: 10.09.2024.
- Vehniwal, S.S., Abbey, L. (2019). Cut flower vase life – influential factors, metabolism and organic formulation. *Horticult Int J*. 3(6),275-281.
- Wang, J., Wei, L., Yan, L., Zheng, H., Liu, C., & Zheng, L., (2022). Effects of postharvest cysteine treatment on sensory quality and contents of bioactive compounds in goji fruit. *Food Chemistry*, 366:130546.

- Wang, W., Ling, Y., Deng, L., Yao, S., & Zeng, K., (2023). Effect of L-cysteine treatment to induce postharvest disease resistance of *Monilinia fructicola* in plum fruits and the possible mechanisms involved. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 191:105367.
- Wei, L., Wang, C., & Liao, W., (2021). Hydrogen Sulfide Improves the Vase Life and Quality of Cut Roses and Chrysanthemums. *Journal of Plant Growth Regulation*. 40:289-300.
- Yamazaki, K., Kitamura, R., Suzuki, T., Kurokura, T., & Yamane, K. (2024). Transcriptome Analysis Highlights the Molecular Mechanisms Associated with the Senescence of Florets in Gladiolus. *The Horticulture Journal*, 93(1), 76-88.
- Yavuz, O., Kasim, R., & Kasim, M.U. (2024). Red LED light affects the physicochemical responses of strawberries during storage. *Journal of Food and Agriculture Sciences*, 6(1), 83-95.
- Zhang, H., Hu, S.L., Zhang, Z.J., Hu, L.Y., Jiang, C.X., Wei, Z.J, Liu, J., Wang, H.L., & Jiang, S.T., (2011). Hydrogen sulfide acts as a regulator of flower senescence in plants. *Postharvest Biology and Technology*, 60(3):251-257.
- Zheng, J. L., Hu, L. Y., Hu, K. D., Wu, J., Yang, F., & Zhang, H. (2016). Hydrogen sulfide alleviates senescence of fresh-cut apple by regulating antioxidant defense system and senescence-related gene expression. *HortScience*, 51(2), 152-158.

## Promalin ve Uç Alma Uygulamalarının İki Doğal Şimşir Türünde Besin Mobilizasyonu Üzerine Etkileri

### Effect of Promalin And Pinching Applications On Nutrient Mobilization in Two Native Boxwood Species

 Ömer SARI<sup>1,\*</sup>,  Elif ENGİNSU<sup>1</sup>,  Fisun Gürsel ÇELİKEL<sup>2</sup>

#### Özet

Çalışmada iki doğal şimşir (*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*) türünde promalin ve uç alma uygulamalarının bitki besin elementi mobilizasyonuna etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla bir yaşındaki fidanlara uç alma ve promalin (0, 1000, 2000 ve 4000 ppm) uygulanması yapılmıştır. *B. sempervirens*'te Fe (%428), Mn (%124) ve Mg (%16.7) uç alınmayan bitkilerde, Cu (%163.7) ve Zn (%165) ise uç alınan ve 2000 ppm uygulanan bitkilerde kontrolden yüksek bulunmuştur. Ca (%14.3) uç alınmayan ve 1000 ppm promalin uygulanan bitkilerde daha yüksek belirlenmiştir. P (%37.5) ve K (%48.8) uç alınmayan, N (%10.7) ve protein (%10.6) ise uç alınan ve 4000 ppm uygulanan bitkilerde en yüksek çıkmıştır. N (-%9.2) ve protein (-%9.4) uç alınmayan, Ca (-%18.2), Mg (-%16.7) ve P (-%6.5) ise uç alınan bitkilerde 2000 ppm promalin uygulamasında kontrolden daha düşük bulunmuştur. *B. balearica* türünde Fe (%50), Cu (%73.4), Zn (%216), Ca (%3.1) ve Mg (%10) uç alınan ve 2000 ppm promalin uygulanan bitkilerde kontrolden daha yüksek tespit edilmiştir. Mn (%15.8) ve K (%17.7) 4000 ppm'de, P (%28.6) ise 1000 ppm promalin uygulanan uç alınmayan bitkilerde en yüksek bulunmuştur. Fe (-%12.7), Ca (-%19.6) ve Mg (-%17.4) uç alınmayan, N (-%12.7) ve protein (-%12.8) ise uç alınan bitkilerde 2000 ppm promalin uygulamasında kontrolden daha düşük tespit edilmiştir. Klorofil artışında ise 4000 ppm promalin uygulaması daha etkili bulunmuştur. Bu sonuçlara göre şimşirlerde 2000 ppm promalin uygulamasının, besin elementi mobilizasyonu bakımından diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Buxus*, Besin Mobilizasyonu, Promalin, Uç Alma

#### Abstract

In the study, the effects of promalin and pinching applications on plant nutrient mobilization in two natural boxwood (*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*) species were investigated. For this purpose, pinching and promalin (0, 1000, 2000 and 4000 ppm) were applied to one-year-old saplings. In *B. sempervirens*, Fe (428%), Mn (124%) and Mg (16.7%) were found to be higher than the control in plants without pinching, while Cu (163.7%) and Zn (165%) were found to be higher than the control in plants with pinching and 2000 ppm promalin application. Ca (14.3%) was determined to be higher in plants where no pinching was taken and where 1000 ppm promalin was applied. P (37.5%) and K (48.8%) were highest in plants without pinching, while N (10.7%) and protein (10.6%) were highest in plants with pinching and 4000 ppm applied. N (-9.2%) and protein (-9.4%) were found to be lower in plants without pinching, while Ca (-18.2%), Mg (-16.7%) and P (-6.5%) were lower than the control at 2000 ppm promalin in plants with pinching. In *B. balearica*, Fe (50%), Cu (73.4%), Zn (216%), Ca (3.1%) and Mg (10%) were determined to be higher than the control in plants treated with 2000 ppm. Mn (15.8%) and K (17.7%) were found to be highest at 4000 ppm promalin, and P (28.6%) were found to be highest at 1000 ppm in plants without pinching. Fe (-12.7%), Ca (-19.6%) and Mg (-17.4%) were detected lower than the control at 2000 ppm promalin in plants without pinching, while N (-12.7%) and protein (-12.8%) were detected lower than the control in plants with pinching. 4000 ppm promalin application was found to be more effective in increasing chlorophyll. According to these results, it can be said that 2000 ppm promaline application in boxwood is more effective than other applications in terms of nutrient element mobilization.

**Keywords:** *Buxus*, nutrient mobilization, promalin, pinching

Geliş Tarihi: 15.09.2024, Düzeltme Tarihi: 01.11.2024, Kabul Tarihi: 27.11.2024

Adres: <sup>1</sup> Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

Adres: <sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçebitkileri Bölümü, Samsun

E-mail: omer.sari@tarimorman.gov.tr

## 1. Giriş

*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*, özellikle Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bölgelerde yaygın olarak bulunan ve peyzaj düzenlemelerinde önemli bir yer tutan şimşir türleridir. Bu türler, hem estetik değerleri hem de ekosistem içindeki rolleri ile dikkat çekmektedir. *B. sempervirens*, Türkiye'de en yaygın bulunan türdür. Tür Karadeniz Bölgesi'nde yoğun bir şekilde yayılış göstermekle beraber Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde de yayılış göstermektedir. Bu tür, dayanıklılığı ve çeşitli iklim koşullarına adaptasyon yeteneği ile bilinirken, aynı zamanda zararlılar ve hastalıklar karşısında da hassasiyet gösterebilmektedir (Ak ve ark., 2021). *B. balearica* ise daha sınırlı bir yayılış alanına sahip olup, Hatay, Adana ve Antalya illerinde küçük ve korumasız alanlarda bulunur. Bu tür, özellikle habitat kaybı ve iklim değişikliği gibi tehditlerle karşı karşıya kalmaktadır. *B. balearica*'nın korunması, ekosistem dengesi açısından büyük önem taşımaktadır. Her iki tür de, doğal peyzajın korunması ve sürdürülebilir orman yönetimi açısından kritik öneme sahiptir (Sarı ve ark., 2022; Sarı ve ark., 2023). Hatay her iki türün de birlikte yayılış gösterdiği tek alandır (Sarı ve ark., 2023).

Şimşirler, özellikleri nedeniyle geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ancak günümüzde genellikle süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. En iyi bilinen ve en çok yetiştirilen tür *B. sempervirens*'tir (Köhler, 2014). Şimşirler, tek ve toplu dikimlerde, çitlerde ve saksı bitkisi olarak kullanılır. Ayrıca kesme çiçekçilikte kesme yeşillik olarak tercih edilmektedir (Batdorf, 2005; Van Trier ve ark., 2005; Köhler, 2014). Şimşirler, süs bitkisi olmalarının yanı sıra sert ve yoğun odunları nedeniyle müzik aletleri, yazı tabletleri, taraklar, oyma süs eşyaları, resim ve heykel yapımında da kullanılmıştır (Batdorf, 2005; Mitchell ve ark., 2018). Bu özellikleri nedeniyle yüzyıllardır yoğun olarak yetiştirilmektedirler (Larson, 1999; Van Trier ve Hermans, 2007). Budama ve promalin uygulamalarının bitki besin içeriğine etkisi üzerine yapılan araştırmalar, bitki gelişimi ve verimliliği açısından önemli bulgular sunmaktadır. Şimşir yetiştiriciliğinde sürgün verimini artırmak için kullanılan yöntemlerden biri de budamadır. Budama, bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesini sağlamak amacıyla gereksiz veya hastalıklı dalların kesilmesi işlemi olarak da tanımlanır. Bu işlem, yan dallanmayı ve sürgün verimini teşvik etmek için apikal baskınlığın ortadan kaldırılmasını da sağlar (Sasikumar, 2015; Ehsanullah ve ark., 2021). Ayrıca, bitkilerin besin maddelerini daha verimli kullanmalarına olanak sağlayarak verim ve kaliteyi de

Geliş Tarihi: xx.xx.xxxx, Düzeltme Tarihi: xx.xx.xxxx, Kabul Tarihi: xx.xx.xxxx

Adres: <sup>1</sup> Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü , Samsun

Adres: <sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçebitkileri Bölümü , Samsun

E-mail: omer.sari@tarimorman.gov.tr

\* Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur

artırır. Çünkü bitki, enerji ve besin maddelerini daha az sayıda dal ve yaprak üzerinde yoğunlaştırabilir. Özellikle azot (N) ve potasyum (K) alımını olumlu yönde etkiler. Nitekim bu sonuçlar *Lycopersicon esculentum* ve *Camellia sinensis* cv. Shuixian’de verim ve kalite üzerinde budamanın etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalar tarafından da desteklenmiştir (Maboko ve Plooy, 2008; Liu ve ark., 2022). Promalin, bitki büyümesini düzenleyen ticari bir ürün olarak, özellikle meyve ağaçlarında kullanılır. Yapılan çalışmalarda, promalin uygulamalarının bitkilerin hücresel gelişimini etkileyerek besin alımını artırdığı ve dolayısıyla bitki gelişimini de artırdığı gözlemlenmiştir (Sögüt, 2016). Sonuç olarak, budama ve promalin uygulamalarının bitki besin içeriği üzerindeki etkileri konusunda yapılan araştırmalar, bu uygulamaların bitki gelişimi ve verimliliği açısından önemli faydalar sağladığını göstermektedir. Doğru zamanlama ve uygulama tekniğiyle, bitkilerin besin maddelerini daha iyi kullanmaları teşvik edilebilir (Kumlay ve Eryiğit, 2011; Schütz ve ark., 2018).

Budama ve promalin uygulamalarında, dozların dikkatli bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. Aşırı veya yetersiz dozlar, bitki sağlığını ve besin alımını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, her bitki türü için uygun dozların belirlenmesi, bitki besin içeriğini optimize etmek için kritik öneme sahiptir. Araştırmalar, budama ve promalin uygulamalarının bitki besin içeriği üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu çalışmada uç alma ve promalin uygulamalarının bitki besin mobilizasyonuna etkisinin ve en iyi promalin dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde yürütülmüştür.

### 2.1. Bitkisel materyal

Bu çalışmada 2019 yılında Sinop (*B. sempervirens*; 41°21’07.36” N, 34°59’31.97” E) ve Hatay (*B. balearica*; 36°12’34.00” N, 36°10’58.14” E) illerinden toplanan ve 2022 yılında çelikle çoğaltılarak bir yıl büyütülen şimşir fidanları kullanılmıştır.

### 2.2. Budama (uç alma) ve Promalin uygulamaları

Çalışmada iki doğal şimşir türünde promalin ve uç alma uygulamalarının bitki besin elementi mobilizasyonuna etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla bir yaşındaki fidanlara uç alma ve promalin (0, 1000, 2000 ve 4000 ppm) uygulaması yapılmıştır (Haziran 2023). Bitkilerin uç (tepe) kısmı 1cm’den kesilerek çıkarılmış ve daha sonra 0, 1000, 2000 ve

4000 ppm promalin (Sumitomo Chemical, 18.8 g/l 6-Benziladenin + 18.5 g/l Gibberellin A4/A7) uygulanmıştır. Promalin uygulamaları bitkinin tamamına püskürtmek suretiyle yapılmıştır. Promalin uygulamalarının etkisini artırmak amacıyla her bir uygulamaya yayıcı-yapıştırıcı eklenmiştir. Bitkiler saksı yüzeylerindeki kuruma dikkate alınarak sulanmış ve kültürel işlemler yapılmıştır. Gübreleme yapılmamıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1. Uç alma ve promalin uygulamaları deneme planı**

Uç alma yok	Uç alma var
Kontrol	Kontrol (Uç alma)
1000 ppm	Uç alma +1000 ppm
2000 ppm	Uç alma +2000 ppm
4000 ppm	Uç alma +4000 ppm

**2.3. Yaprak besin içeriği analizi**

Çalışmada gelişimini tamamlamış yapraklar (büyüyen uçtan itibaren 8. yaprak) kullanılmıştır. Yapraklar 65 °C'de 48 saat kurutuldu ve ardından her uygulamanın her tekrarından üç bitki rastgele seçildi. Bitkilerden alınan yaprak örnekleri kimyasal analiz için yıkandı, kurutuldu ve sabit bir ağırlığa ulaşana kadar 65 °C'de öğütüldü. Öğütülüş örneklerdeki toplam N, modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlendi (Kacar ve İnal 2008). P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri için bitki örnekleri ıslak yakma işlemine tabi tutulmuş (4:1, HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>) ve ICP-OES cihazında okunmuştur (Soltanpour ve Workman 1981).

**2.4. Klorofil içeriği**

Klorofil içeriği ölçümleri her bitkiden 10 yaprakta yapılmıştır (Haziran 2023). Yapraktaki bağıl klorofil içerikleri SPAD-502 Klorofil Ölçer (Minolta Camera Co., Ltd., Japonya) kullanılarak ölçüldü. SPAD indeksini ölçmek için yaprakların en üstteki dört sırası kullanıldı.

**2.5. İstatistiksel analiz**

Çalışma, her biri tek bir fide içeren tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede, her uygulama için toplamda 15 tekrar değerlendirilmiştir. Varyans analizi, IBM SPSS istatistik yazılımı sürüm 20.0 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile %5 hata sınırları içinde karşılaştırılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Yaprak besin içeriği değişimi

*B. sempervirens*'te uç alma yapılmayan bitkilerde 1000 ppm uygulaması sadece Ca'yı %14.3 oranında en fazla artıran uygulama olduğu tespit edilmiştir. 2000 ppm uygulaması, uç alma yapılmayan bitkilerde Fe, Mn ve Mg üzerinde en yüksek etkiyi gösterirken; uç alma yapılan bitkilerde ise Cu ve Zn üzerinde en belirgin etkiyi göstermiştir. Uç alma yapılmayan bitkilerde P ve K, N ve protein üzerine, uç alma yapılan bitkilerde ise P, N ve protein üzerine en etkili uygulama 4000 ppm olduğu tespit edilmiştir. Fe (%94), Cu (%32) ve Mn (%54) değerlerinin en düşük olduğu uygulama ise uç alma yapılmayan bitkilerde 4000 ppm bulunmuştur. Yine Zn (%29.4) ve K (%1.6) değerleri uç alma yapılmayan bitkilerde, Mg (-%16.7) değeri ise uç alma yapılan bitkilerde 1000 ppm'de en düşük tespit edilmiştir. N (-%9.2) ve protein (-%9.4) uç alma yapılmayan bitkilerde, Ca (-18.5), Mg (-%16.7) ve P(-%6.5) değerleri uç alma yapılan bitkilerde 2000 ppm'de en düşük bulunmuştur (Çizelge 2; Şekil 1).

**Çizelge 2.** Uç alma ve promalin uygulamalarının *B. sempervirens*'in yapraklarındaki besin elementi içeriğine etkisi

Uygulamalar	Fe	Cu	Zn	Mn	Ca	Mg	P	K	N	Protein	
Uç alma Dozlar	mg/kg				%						
Yok	Kontrol	106.8c	4.9 c	37.4 c	35.1 c	1.05 b	0.18 b	0.24 b	1.25 b	3.26 ab	20.4 ab
	1000ppm	271.3 b	7.3 b	48.4 bc	54.2 b	1.20 a	0.21 a	0.27 ab	1.27 b	3.39 ab	21.2 a
	2000ppm	565.0 a	8.2 a	61.4 b	78.6 a	1.12 ab	0.21 a	0.30 a	1.35 b	2.96 b	18.5 b
	4000ppm	207.0 bc	6.4 bc	94.1 a	54.0 b	1.04 b	0.19 ab	0.33 a	1.86 a	3.51 a	21.9 a
Var	Kontrol	75.5 c	3.9 d	27.7 b	32.3 c	1.35 a	0.24 a	0.31 b	1.21 c	3.08 b	19.3 b
	1000ppm	381.0 a	9.7 b	46.2 ab	65.2 a	1.23 ab	0.21 b	0.31 b	1.34 b	3.23 ab	20.2 ab
	2000ppm	186.1 b	10.3 a	73.2 a	57.3 b	1.10 b	0.20 b	0.29 c	1.47 a	3.06 b	19.1 b
	4000ppm	163.0 b	6.8 c	54.9 ab	63.4 ab	1.29 ab	0.24 a	0.34 a	1.40 ab	3.41 a	21.3 a

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında, Duncan testi sonuçlarına göre ( $p \leq 0.05$ ) anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

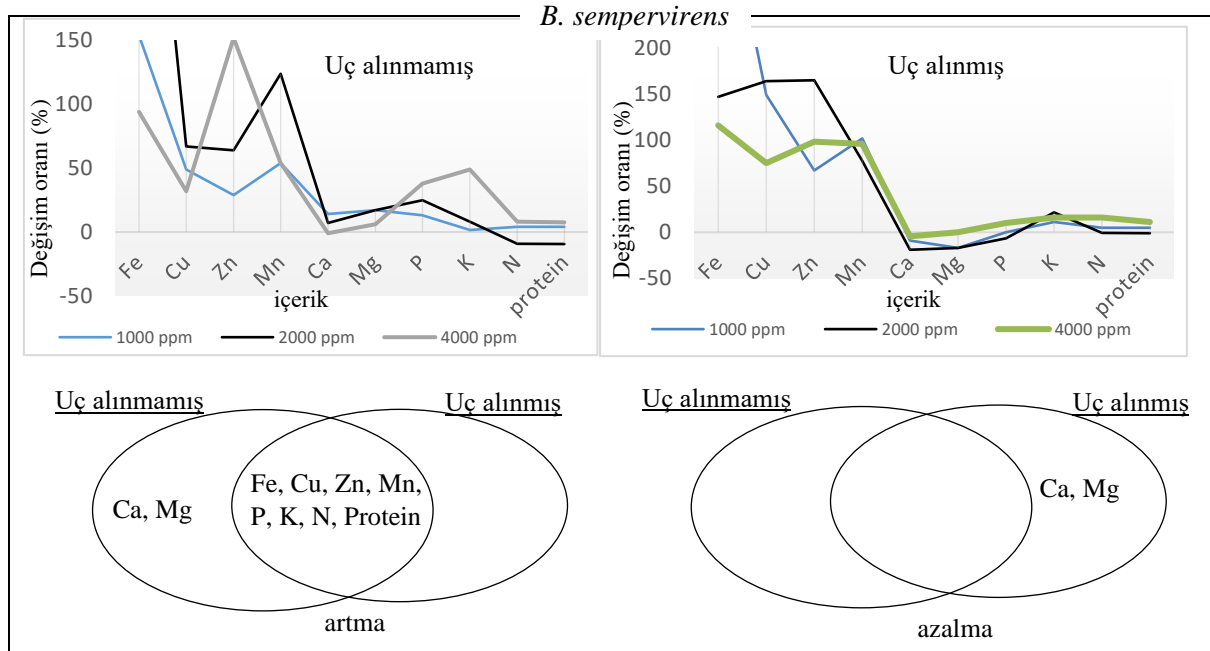
*B. balearica*'da Fe (%50), Cu (%73.4), Zn (%216), Ca (%3.1) ve Mg (%10) uç alma yapılan bitkilerde 2000 ppm'de en yüksek bulunmuştur. Mn (%15.8) ve K (%17.7) içeriği uç alma yapılmayan bitkilere 4000 ppm'de en yüksek tespit edilmiştir. P (%28.6) içeriği ise uç alma yapılmayan bitkilerde 1000 ppm'de en yüksek belirlenmiştir. N ve protein içerikleri kontrolden düşük bulunmuştur. Cu (-%17) ve Zn (-%24.3) için en düşük sonuçlar uç alma yapılmayan bitkilerde 1000 ppm'den elde edilmiştir. Fe (-%12.7), Ca (-%19.6) ve Mg (-%17.4) bakımından uç alma yapılmayan bitkilerde, N(-%12.7) ve protein (-%12.8) bakımından da uç alma yapılan bitkilerde 2000 ppm uygulamasında kontrole göre en düşük sonuçlar tespit edilmiştir (Çizelge 3; Şekil 2).



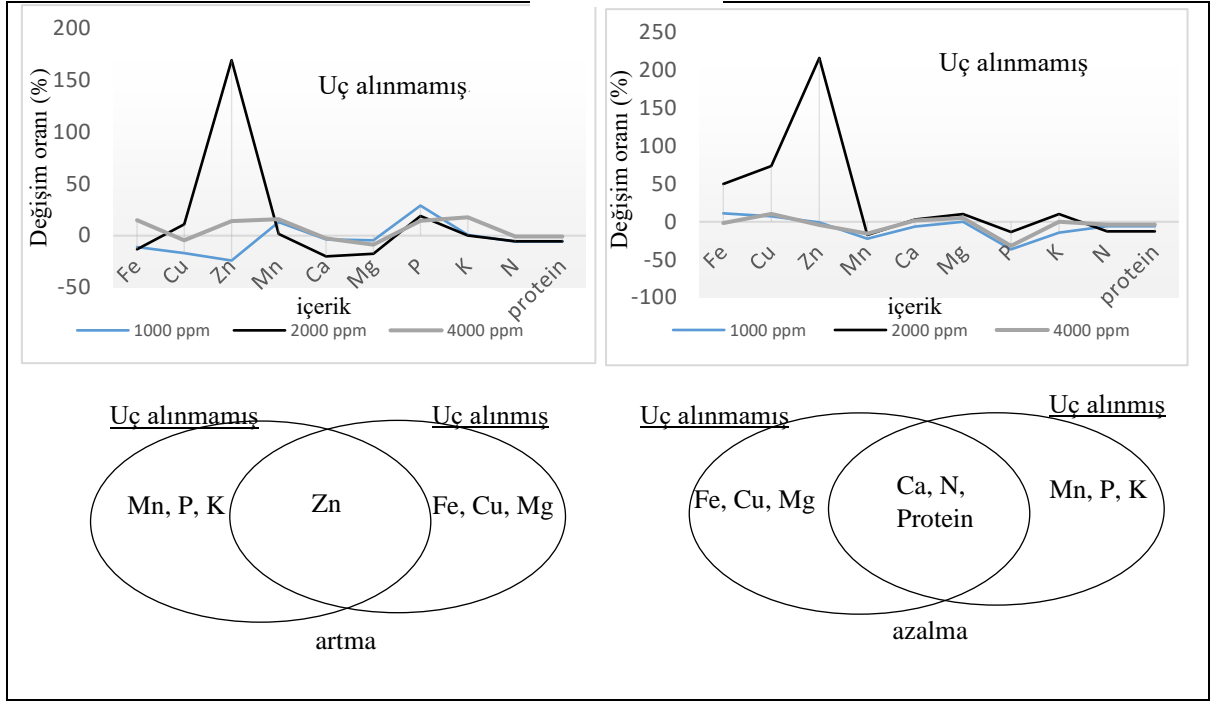
**Çizge 3.** Uç alma ve promalin uygulamalarının *B. balearica*'nın yapraklarındaki besin elementi içeriğine etkisi

Uygulamalar	Fe	Cu	Zn	Mn	Ca	Mg	P	K	N	Protein	
Uç alma	mg/kg				%						
Dozlar											
Yok	Kontrol	48.5 b	3.4 ab	72.1 b	39.8 c	1.43 a	0.23 a	0.21 b	1.24 ab	3.27 a	20.4 a
	1000ppm	43.3 c	2.8 c	54.6 c	44.8 ab	1.38 ab	0.22 a	0.27 a	1.25 ab	3.08 ab	19.3 b
	2000ppm	42.3 c	3.7 a	194.3 a	40.5 c	1.15 c	0.19 b	0.25 ab	1.24 ab	3.09 ab	19.3 b
	4000ppm	55.6 a	3.2 ab	82.4 b	46.1 a	1.39 ab	0.21 ab	0.24 ab	1.46 a	3.24 a	20.2 a
Var	Kontrol	46.5 c	2.9 c	67.8 b	43.5 a	1.29 b	0.20 b	0.22 a	1.18 a	3.08 a	19.3 a
	1000ppm	51.7 b	3.1 b	67.3 b	33.8 c	1.21 c	0.20 b	0.14 c	1.01 c	2.90 ab	18.2 ab
	2000ppm	69.8 a	5.0 a	214.2 a	35.9 b	1.33 a	0.22 a	0.19 b	1.3 b	2.69 c	16.8 c
	4000ppm	45.7 c	3.2 b	65.0 b	36.8 b	1.31 ab	0.21 ab	0.15 c	1.18 a	2.97 ab	18.6 ab

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında, Duncan testi sonuçlarına göre ( $p \leq 0.05$ ) anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.



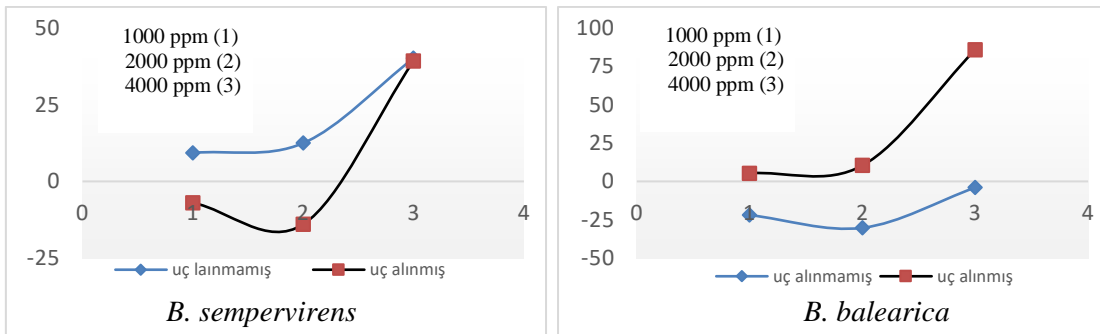
**Şekil 1.** *B. sempervirens* yapraklarındaki besin elementi içeriklerinin kontrole göre değişimi

*B. balearica*

**Şekil 2.** *B. balearica* yapraklarındaki besin elementi içeriklerinin kontrole göre değişimi

### 3.2. Klorofil içeriği değişimi

Uygulamaların klorofil içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *B. sempervirens*'te klorofil miktarı budama yapılmayan bitkilerde 4000 ppm (%40)'de kontrole göre en yüksek tespit edilirken, en düşük değer uç alma yapılan bitkilerde 1000 ppm (-%7)'de bulunmuştur. *B. balearica*'da ise yine uç alma yapılmayan bitkilerde 4000 ppm (%86)'de en yüksek klorofil içeriği tespit edilirken, en düşük değer uç alma yapılan bitkilerde 2000 ppm (-%30)'de belirlenmiştir. Her iki türde de uç alma yapılmayan bitkilerde 4000 ppm uygulaması klorofil miktarı artışında diğer uygulamalara göre daha etkili bulunmuştur (Şekil 3).



**Şekil 3.** Uç alma ve promalin uygulamalarının klorofil içeriğinin değişimine etkisi

## 4. Tartışma ve Sonuç

### 4.1. Promalin uygulamasının etkisi

#### 4.1.1. *B. sempervirens*

Kalsiyum (Ca): 1000 ppm promalin uygulaması ile uç alınmayan bitkilerde Ca seviyesinde %14.3 artış gözlemlenmiştir. Kalsiyum, bitkilerde hücre duvarlarının yapısında kritik bir rol oynar ve bitki sağlığını destekler. Bitkide Ca konsantrasyonları, potasyum gibi diğer makro besin iyonlarının aksine, genellikle nispeten düşüktür (Sanders ve ark., 1999; Hepler, 2005). Maksimum bitki büyümesi için şimşir ağacının yapraklarda yüksek kalsiyum birikimine (53 ila 65 meq/100 g doku ODB) ihtiyaç duyduğu bulunmuştur (Hefley, 1979). Ayrıca literatürde, kalsiyumun bitkilerin hastalıklara karşı direncini artırdığı ve kök gelişimini desteklediği vurgulanmaktadır (Bolat ve Kara, 2017) .

Demir (Fe), Manganez (Mn) ve Magnezyum (Mg): 2000 ppm promalin uygulaması ile bu elementlerin alımında önemli artışlar gözlemlenmiştir. Fe, fotosentezde önemli bir rol oynar ve Mn ile Mg, enzim aktivitesini destekler (Çepel, 1996; Yruela 2013; Cui ve Tcherkez, 2021; Liu ve ark., 2021). Bu bulgular, önceki çalışmalarda da benzer şekilde rapor edilmiştir.

Fosfor (P) ve Potasyum (K): Uç alınmayan bitkilerde 4000 ppm uygulaması ile P ve K seviyelerinde sırasıyla %37.5 ve %48.8 artış tespit edilmiştir. Fosfor, enerji transferi ve kök gelişimi için kritik bir besin maddesidir (Epstein ve Bloom, 2005) .

Azot (N) ve Protein: Uç alınan bitkilerde 4000 ppm uygulaması ile N ve protein seviyeleri en yüksek çıkmıştır. Azot, bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için temel bir besin maddesidir (Jones ve Jacobsen, 2005) .

#### 4.1.2. *B. balearica*

Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn): 2000 ppm promalin uygulaması ile uç alınan bitkilerde Fe (%50), Cu (%73.4) ve Zn (%216) değerleri kontrole göre daha yüksek tespit edilmiştir. Bu bulgular, promalin uygulamalarının besin elementi mobilizasyonunu teşvik ettiğini göstermektedir (Ezeagu ve ark., 2013).

Mangan (Mn) ve Potasyum (K): 4000 ppm uygulaması ile Mn (%15.8) ve K (%17.7) içeriği en yüksek bulunmuştur. Bu durum, promalin yüksek dozlarının bazı besin elementlerinin alımını artırabileceğini göstermektedir. Nitekim Mn, bitkilerdeki belirli enzimlerin aktivatörü olarak görev yapar (Schmidt and Husted, 2019).

Fosfor (P): Uç alınmayan bitkilerde 1000 ppm uygulaması ile P içeriği %28.6 artış göstermiştir. Fosfor, bitkilerin enerji metabolizmasında önemli bir rol oynar (Bolat ve Kara, 2017).

Ayrıca promalin uygulamaları yapraktaki besin elementi içeriğinin artışına sebep olduğu gibi bazı elementlerin de kontrolden düşük olmasına sebep olmuştur. Bu durum türe göre farklılık göstermiştir. *B. sempervirens*'te uç alma uygulaması, bazı elementlerin alımını olumsuz etkilemiştir. Örneğin, uç alınan bitkilerde Ca, Mg ve P değerleri 2000 ppm promalin uygulamasında kontrolden daha düşük bulunmuştur. Bu durum, yüksek dozların bazı besin elementlerinin alımını kısıtlayabileceğini göstermektedir (Özkutlu ve ark., 2019). Yine *B. balearica*'da budama yapılmayan bitkilerde Cu (-%17) ve Zn (-%24.3) değerleri 1000 ppm'de en düşük sonuçları vermiştir. Ayrıca, budama yapılan bitkilerde Fe (-%13), Ca (-%20) ve Mg (-%17.4) değerleri 2000 ppm uygulamasında en düşük seviyelere ulaşmıştır. Bu bulgular, budama uygulamalarının bitkilerin besin alımını nasıl etkileyebileceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır (Özkutlu ve ark., 2019). Nitekim yapraklardaki Mg ve Ca konsantrasyonları fotosentez ve ağaç büyümesiyle yüksek oranda ilişkilidir (Hochmal ve ark., 2015; Mendes ve Marengo, 2015). Ayrıca çok fazla potasyum birikmesinin kalsiyum ve magnezyum alımını azalttığı da bildirilmiştir (Behera ve ark., 2016; Tränkner ve ark., 2018; Barzegar ve ark., 2020). Hefley'in (1979) *B. sempervirens* 'Suffruticosa' ve *B. sempervirens* 'Angustifolia' üzerinde yaptığı çalışmada potasyum konsantrasyonu arttıkça magnezyum birikiminin azaldığı görülmüştür. Yine Hefley'e (1979) göre sağlanan kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonu arttığında, azottaki her artışla birlikte yapraklarda kalsiyum birikimi artmış ve azalmıştır. Çalışmamızda bu bulguyu kısmen destekler nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır. *B. sempervirens*'te budama uygulamasında Ca azalırken, N'in arttığı tespit edilmiştir. *B. balearica*'da Ca azalırken N'de azalmıştır. Yine *B. sempervirens*'te budama uygulaması dışında Mg içeriği arttığında N içeriği de artmıştır. Hefley (1979)'in şimşir ağacı üzerine yaptığı çalışmada yüksek N birikiminin yetersiz kalsiyum birikimine neden olduğu ve bunun da bitki gelişimini engellediği vurgulanmıştır.

#### 4.2. Uç alma uygulamasının etkisi

Bitkilerde budama, bitkinin genel gelişimini, besin maddesi dağılımını ve alımını önemli ölçüde etkiler. Budama, bitkinin toprak üstü aksamını azaltarak, kalan aksamın daha fazla besin maddesi almasını sağlar. Ayrıca, budama sonrası bitkide yeni sürgünlerin oluşması, besin maddesi ihtiyacını artırır ve alımını hızlandırır (Aydın ve ark., 2022).

Budama yapılmayan bitkilerde, besin maddelerinin daha yüksek dozlarda etkili olması, budamanın olmadığı durumlarda bitkilerin besin ihtiyacının daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Toprak üstü aksamın daha fazla olması, besin maddesi ihtiyacını artırır ve yüksek dozlar daha etkili hale gelir. Nitekim budanmamış bitkilerin daha büyük biyokütleleri nedeniyle daha fazla besin talebi olabileceğini ve bunun da bitkilerin artan besin ihtiyaçlarını karşılamaya çalışırken daha yüksek besin dozlarının etkinliğinin artmasına yol açabileceğini vurgulamaktadır. Buna ilaveten budamanın kavak ağaçlarının üzerindeki etkileri ve toprak özellikleri incelenmiş budama uygulamalarının, üst örtü bitkilerinin büyümesini teşvik ettiği ve toprak besin dönüşümünü hızlandırdığı sonucuna varılmıştır (Huang ve ark., 2023). Bir diğer çalışmada da budamanın bitkilerdeki besin dağılımını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bitkilerin daha fazla toprak üstü aksamı olduğunda (budanmamış durumlarda olduğu gibi), besin gereksiniminin arttığını ve dolayısıyla daha yüksek besin dozlarının bitki büyümesini desteklemede daha etkili hale geldiğini bildirmişlerdir (Tustiyani ve ark., 2024). Diğer yandan, budama yapılan bitkilerde bazı besin elementlerinin daha düşük dozlarda etkili olması, budamanın bitkilerin besin alımını azaltmasıyla ilişkili olabilir. Budama sonrası bitkinin toprak üstü aksamının azalması, besin ihtiyacını da azaltır ve daha düşük dozlar yeterli olabilir. Bir diğer çalışmada farklı budama yöntemlerinin (budanmayan, iki, üç ve dört gövde budaması) California Wonder biberlerinin (*Capsicum annuum* L.) bazı büyüme parametreleri, verim ve meyve kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, budamanın bitki yüksekliği, taze ağırlık ve gövde çapını artırdığını göstermiştir (Aydın ve ark., 2022).

#### 4.3. Klorofil içeriğindeki değişim

*B. sempervirens*'te klorofil miktarı, uç alma yapılmayan bitkilerde 4000 ppm promalin (%40) uygulamasında kontrole göre en yüksek değere ulaşmıştır. En düşük değer ise uç alma yapılan bitkilerde 1000 ppm promalin (-%7) uygulamasında tespit edilmiştir. *B. balearica*'da da benzer şekilde, budama yapılmayan bitkilerde 4000 ppm (%86) uygulamasında en yüksek klorofil içeriği belirlenmiştir. En düşük değer ise budama yapılan bitkilerde 2000 ppm (-%30) uygulamasında gözlenmiştir.

Her iki türde de uç alma yapılmayan bitkilerde 4000 ppm promalin uygulaması, klorofil miktarını artırmada diğer uygulamalara göre daha etkili bulunmuştur. Bu sonuçlar, promalin uygulamalarının bitkilerde klorofil içeriğini artırabileceğini göstermektedir. Özellikle budama stresi altındaki bitkilerde, yüksek dozlarda (4000 ppm) uygulanan promalinin klorofil miktarını önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, sanayi

tipi fasulyelerde ise hasat öncesi dönemde yapraktan uygulanan biyostimülanların, klorofil içeriğini artırdığı gözlenmiştir (Aşçıoğul ve ark., 2024).

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, *B. sempervirens* ve *B. balearica* türlerinde promalin uygulamaları ve uç alma işlemlerinin besin elementi mobilizasyonu üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde ortaya koymaktadır. 2000 ppm promalin uygulamasının, her iki türde de bazı besin elementlerinin alımını artırdığı ancak yüksek dozların (4000 ppm) klorofil içeriğini daha fazla yükselttiği belirlenmiştir. Uç alma işlemi de, özellikle bakır ve çinko içeriğini artırarak bitkilerin besin alımını iyileştirmiştir.

Uç alma uygulamalarının, bitkilerin besin elementleri üzerindeki etkilerini önemli ölçüde değiştirdiği sonucuna varılmıştır. Uç alma yapılmayan bitkilerde bazı besin elementlerinin alımının daha yüksek dozlarda en etkili olması, uç almanın olmadığı durumlarda bitkilerin besin ihtiyacının daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Diğer yandan, uç alma yapılan bitkilerde bazı besin elementlerinin daha düşük dozlarda etkili olması, uç almanın bitkilerin besin alımını azaltmasıyla ilişkili olabilir. Bu bulgular, bitki besleme stratejilerinin geliştirilmesi ve bitki sağlığının iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu sonuçlara göre bitkilere 2000 ppm promalin uygulamasının, besin elementi mobilizasyonu bakımından diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu söylenebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur

### Kaynaklar

- Ak, K., Sarı, Ö., Altaş, K., & Yaşar, H. (2021). Hatay ili şimşir alanlarında yeni bir zararlı, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)(Lepidoptera: Crambidae). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1), 109-116. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.893012>
- Aşçıoğlu, T.K., Yılmaz, E., Alan, Ö., & Şen, F. (2024). Sanayi Tipi Fasulyelerde Yaprakdan Yapılan Biyostimülant Uygulamalarının Verim, Iskarta Oranı ve Bakla Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi. *Bahçe*, 53(Özel Sayı 1), 281-286. <https://doi.org/10.53471/bahce.1509550>
- Aydın, A., Başak, H., & Çetin, A.N. (2022). Effects of different pruning systems on fruit quality and yield in california wonder peppers (*Capsicum annuum* L.) grown in soilless culture. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 12(1), 31-39. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1026406>
- Barzegar, T., Mohammadi, S., & Ghahremani, Z. (2020). Effect of nitrogen and potassium fertilizer on growth, yield and chemical composition of sweet fennel. *Journal of Plant Nutrition*, 43(8), 1189-1204. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1724306>
- Batdorf, L.R. (2005). *Boxwood Handbook, A Practical Guide* (3rd Ed.), The American Boxwood Society, Boyce, VA, USA.
- Behera, S. K., Suresh, K., Rao, B.N., Manoja, K., & Manorama, K. (2016). Soil nutrient status and leaf nutrient norms in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations grown in the west coastal area of India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(2), 255-262. <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1118120>
- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Cui, J., & Tcherkez, G. (2021). Potassium dependency of enzymes in plant primary metabolism,” *Plant Physiology and Biochemistry* 166, 522-530. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.06.017>
- Çepel, N. (1996). *Bitki Beslenmesi*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Ehsanullah, M., Tarapder, S. A., Maukeeb, A. R. M., Khan, A. U., & Khan, A. U. (2021). Effect of pinching on growth and quality flower production of chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum* L.). *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science* 1(2). <https://doi.org/10.47352/jmans.v1i2.15>
- Epstein, E., & Bloom, A.J. (2005). *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. Sinauer Associates.
- Ezeagu, I.E., Akinsoyinu, A.O., & Tarawali, G. (2013). Nutritional Composition of Some Nigerian Leguminous Trees. *Nigerian Journal of Botany*, 15:191-198.
- Hefley, M.W. (1979). *Growth and Foliar Accumulation of Mineral Nutrient Elements by Buxus sempervirens L. as Affected by Hydroponic Nutrient Level, Soil Type, Soil pH and Source of Nitrogen*, University of Maryland, College Park.
- Hepler, P.K. (2005). Calcium: A central regulator of plant growth and development. *The Plant Cell* 17(8), 2142-2155. <https://doi.org/10.1105/tpc.105.032508>
- Hochmal, A.K., Schulze, S., Trompel, K., & Hippler, M. (2015). Calcium-dependent regulation of photosynthesis. *Biochim Biophys Acta* 1847:993–1003. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2015.02.010>



- Huang, K., Xu, C., Qian, Z., Zhang, K., & Tang, L. (2023). Effects of pruning on vegetation growth and soil properties in poplar plantations. *Forests*, *14*, 501. <https://doi.org/10.3390/f14030501>
- Jones, C., & Jacobsen, J. (2005). Plant nutrition and soil fertility. Nutrient management module, 2(11), 1-11.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*, Nobel Yayın No: 1241, Fen Bilimleri, 63(1).
- Köhler, E. (2014). "Buxaceae," in: *Flora de la República de Cuba*, W. Greuter, and R. Rankin Rodríguez (eds.), Series A., Plantas Vasculares, Fascículo 19(1). *Koeltz Scientific Books*. Königstein, Alemania, 124 pp.
- Kumlay, A.M., & Eryiğit, T. (2011). Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 1(2): 47-56.
- Larson, P.D. (1999). *Boxwood: Its History, Cultivation, Propagation and Descriptions*, Foliar Press, Virginia
- Liu, X., Steele, C., Simis, S., Warren, M., Tyler, A., Spyrakos, E., Selmes, N., & Hunter, P. (2021). Retrieval of chlorophyll-a concentration and associated product uncertainty in optically diverse lakes and reservoirs. *Remote Sensing of Environment* 267, article 112710. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112710>
- Liu, Y., Tian, J., Liu, B., Zhuo, Z., Shi, C., Xu, R., Xu, M., Liu, B., Sun, L., & Liao, H. (2022). Effects of pruning on mineral nutrients and untargeted metabolites in fresh leaves of *Camellia sinensis* cv. *shuixian*. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 1016511. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1016511>
- Maboko, M. M., & Du Plooy, C. P. (2008). Effect of pruning on yield and quality of hydroponically grown cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *South African Journal of Plant and Soil*, *25*(3), 178-181.
- Mendes, K. R., & Marengo, R. A. (2015). Photosynthetic traits of tree species in response to leaf nutrient content in the central Amazon. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, *27*, 51-59. <https://doi.org/10.1007/s40626-015-0031-9>
- Mitchell, R., Chitanava, S., Dbar, R., Kramarets, V., Lehtijärvi, A., Matchutadze, I., Mamadashvili, G., Matsiakh, I., Nacambo, S., Papazova-Anakieva, I., Sathyapala, S., Tuniyev, B., Véték, G., Zukhbaia, M., & Kenis, M. (2018). Identifying the ecological and societal consequences of a decline in *Buxus* forests in Europe and the Caucasus. *Biological Invasions*, *20*, 3605-3620. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1799-8>
- Özkutlu, F., Yıldız, K., & Çetin, M. (2019). Besin Elementleri ve Bitki Gelişimi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, *7*(2), 189-199.
- Sanders, D., Brownlee, C., & Harper, J. F. (1999). "Communicating with calcium," *The Plant Cell* 11(4), 691-706. <https://doi.org/10.1105/tpc.11.4.691>
- Sarı, Ö., Çelikel, F.G., & Yaşar, H. (2022). Current status and the last locations of Turkey's native *Buxus* species (*Buxus sempervirens* L. and *Buxus balearica* Lam.) under threats. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, *8*(2), 179-196. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1073061>

- Sarı, Ö., Çelikel, F.G., & Yaşar, H. (2023). Türkiye'nin Doğal Şimşir (*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*) Lokasyonları. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 9(3), 311-333. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1301528>
- Sasikumar, K., Baskaran, V., & Abirami, K. (2015). Effect of pinching and growth retardants on growth and flowering in *African marigold* cv. Pusa Narangi Gaiinda. *Journal of Horticultural Sciences* 10(1), 109-111. <https://doi.org/10.24154/jhs.v10i1.173>
- Schmidt, S. B., & Husted, S. (2019). The biochemical properties of manganese in plants. *Plants* (Basel), 8(10):381. <https://doi.org/10.3390/plants8100381>
- Schütz, L., Gattinger, A., Meier, M., Müller, A., Boller, T., Mäder, P., & Mathimaran, N. (2018). Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization—A global meta-analysis. *Frontiers in plant science*, 8, 2204. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02204>
- Soltanpour, P. N., & Workman, S. M. (1981). Soil-testing methods used at Colorado State University Soil-Testing Laboratory for the evaluation of fertility, salinity, sodicity, and trace-element toxicity. *Technical Bulletin* 142 (No. NP-2906200). Colorado State Univ., Fort Collins (USA). “Colorado State Univ. Experiment Station.
- Sögüt, N. (2016). Promalin (GA<sub>4+7</sub>+ BA) uygulamalarının antepfıstığında verim ve bazı kalite özelliklerine etkileri (Effects of promalin (GA<sub>4+7</sub>+ BA) applications on yield and some nut quality characteristics of pistachio) [master's thesis]. Şanlıurfa (Turkey): Institute of Science, Department of Horticulture, Harran University.
- Tränkner, M., Tavakol, E., & Jákli, B. (2018). Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. *Physiologia plantarum*, 163(3), 414-431. <https://doi.org/10.1111/ppl.12747>
- Tustiyani, I., Melati, M., Aziz, S. A., Syukur, M., & Faridah, D. N. (2024). Effect of Leaf Pruning and Additional Fertilizer on Growth and Young Pods Yield of Winged Beans. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 47(2). <https://doi.org/10.47836/pjtas.47.2.02>
- Van Trier, H., & Hermans, D. (2007). *Buchs. Eugen Ulmer*, Stuttgart
- Van Trier, H., Hermans, D., Theunynck, A., & Dumon, M. (2005). *Buxus. Stichting Kunstboek*.
- Yruela, I. (2013). Transition metals in plant photosynthesis. *Metallomics*, 5(9), 1090-1109. <https://doi.org/10.1039/c3mt00086a>

## Salisilik Asit Uygulamalarının Kesme Çiçeklerde Kaliteyi Arttırma ve Vazo Ömrünü Uzatmadaki Etkinliği: İnceleme

### Effectiveness of Salicylic Acid Applications in Improving Quality and Extending Vase Life in Cut Flowers: Review

 Melek DEMİREL<sup>1,\*</sup>,  Rezzan KASIM<sup>1</sup>,  M. Ufuk KASIM<sup>1</sup>

#### Özet

Salisilik asit (SA), bitkilerde büyüme, gelişme ve çeşitli streslere karşı yanıt dahil birçok fizyolojik süreçlerin düzenlenmesinde rol oynayan bir bitki hormonu türüdür. Salisilik asit hasat öncesi dönemde kesme çiçeklere yapraklara püskürtme şeklinde ve hasat sonrası dönemde vazo çözeltisi olarak uygulanabilmektedir. Salisilik asit kesme çiçeklerde yaşlanma sürecini yavaşlatarak, çiçeklerin solmasını ve çürümelerini geciktirmektedir. Antimikrobiyal özelliği sayesinde, SA, vazo çözeltisinde bakterilerin gelişimini önleyerek, çiçek saplarında bakteriyel tıkanmaların önüne geçmekte ve çiçeklerin su alımını arttırmaktadır. Ayrıca SA kullanımı kesme çiçeklerin stres toleransını arttırmakta dolayısıyla çiçekleri sıcaklık dalgalanmaları, yüksek nem ve etilenin zararlı etkilerinden korumaktadır. SA uygulamaları solunum hızını ve etilen oluşumunu azaltmakta, solunum ve etilen piklerinin oluşumunu geciktirmekte ve yapraklarda klorofil bozulmasını önlemektedir. Böylece vazo ömrünün uzamasına ve tek tek çiçeklerin uzun ömürlü olmasına neden olmaktadır. Bu derleme çalışmada kesme çiçeklerin vazo ömrünün uzatılmasında salisilik asidin etkinliği üzerine yapılmış güncel araştırmalar incelenmiştir. Çalışma sonucunda kullanılan dozlar, çiçeklerin bu dozlara karşı tepkisi, kalite değişimleri ile SA'nın çiçeklerin vazo ömürlerini uzatmadaki etkinliği ortaya konulmuştur.

#### Abstract

Salicylic acid (SA) is a derivative of a plant hormone that regulates various physiological processes in plants, such as growth, development, and stress response. SA can be applied to leaves before harvest by spraying and as a solution in vases during the post-harvest period for cut flowers. SA treatments on cut flowers slow the aging process delaying wilting and decay. SA's antimicrobial properties inhibit bacterial growth in the vase solution, prevent blockages in flower stems, and increase water uptake in flowers. Additionally, SA enhances the stress tolerance of cut flowers, protecting them from the harmful effects of temperature fluctuations, high humidity, and ethylene exposure. SA applications reduce the respiration rate and ethylene production, postpone peaks in respiration and ethylene, and prevent chlorophyll degradation in leaves. Consequently, they contribute to extending the vase's life and longevity of cut flowers. In this review study, current research on the effectiveness of salicylic acid in extending the vase life of cut flowers was examined. As a result of the study, the doses used, the response of the flowers to them, the changes in their quality, and the effectiveness of SA in extending the vase life of the flowers were revealed.

**Anahtar Kelimeler:** Salisilik Asit, Antioksidan, Üşüme zararı, Vazo Ömrü, Kesme Çiçek.

**Keywords:** Salicylic Acid, Antioxidant, Chilling Injury, Vase Life, Cut Flowers

## 1. Giriş

Kesme çiçeklerin vazo ömrü, solunum yoluyla organik depo bileşiklerin azalması, bakteri ve fungus enfeksiyonu, solma, mekanik zararlanma, depolama sıcaklıkları, su kalitesi ve etilene duyarlılığın artmasına bağlı olarak kısalmaktadır (Ghadimian ve Danaei, 2020). Kesme çiçeklerin solunumu, özellikle solunumla ilgili organik depo maddeleri az olan çiçeklerde potansiyel depolama süresi ile ters orantılıdır (Gupta ve Dubey, 2018). Bakteri ve fungus enfeksiyonu, kesme çiçeklerin vazo ömrünü; ksilem iletim demetlerinin tıkanmasına neden olarak, çiçeklere su ve koruyucu çözeltilerin taşınmasının önlenmesi yoluyla azaltır (Chen ve ark., 2023). Solma, doğal yaşlanmanın sonucu olarak, transpirasyonun artması dolayısıyla aşırı su kaybı nedeniyle veya bakteri ve funguslar nedeniyle iletim demetlerinin tıkanması sonucu meydana gelir (Zeljković ve ark., 2021). Mekanik zararlanma hasat, boylama, depolama ve taşıma sırasında uygun olmayan işlemler nedeniyle oluşur ve solunum hızını arttırarak çiçeklerin vazo ömrünü kısaltır (Pouri ve ark., 2017). Çiçeklerin içine konulduğu suyun kalitesi ve fungus ve bakteri gibi kirletici varlığı veya özellikle klordan kaynaklı tuz miktarının artması da vazo ömrünü azaltır (Jezdinský ve ark., 2024). Bunların yanı sıra etilen özellikle etilene duyarlı kesme çiçeklerin vazo süresini azaltmaktadır (da Costa ve ark., 2021).

Salisilik asit (SA) bitkilerde yaygın olarak bulunan küçük bir fenolik bileşiktir. İlk kez söğüt kabuğundan izole edilmiş olup, türevi olan ve ‘aspirin’ olarak bilinen asetilsalisilik asit yüzyıllardır ağrı kesici ve ateş düşürücü olarak kullanılmaktadır (Montinari ve ark., 2019). Bitki hücrelerinde içsel olarak sentezlendiği ve nispeten düşük konsantrasyonlarda düzenleyici bir sinyal molekülü olarak iş gördüğünden SA, 1990’lı yıllarda ‘yeni’ bitki hormonu olarak önerilmiştir (Ding ve Ding, 2020). Bitkilerde bir kimyasal haberci olan SA; uzun zamandır ağır metal toleransı, tuzluluk stresi, ozon stresi, kuraklık direnci, üşüme zararı, ısı stresi ve UV-B radyasyonu gibi abiyotik streslere karşı bitki tepkisine aracılık etmektedir (Abdolmaleki ve ark., 2015; Wang ve ark., 2022). Ayrıca etilen üretimini önleyerek ve oksidaz aktivitesini azaltarak bitki büyümesinde, gelişiminde ve korunmasında önemli bir rol oynayan sinyal molekülü olarak da bilinmektedir (da Costa ve ark., 2021). Günümüzde SA, bitkilerde büyüme ve gelişme süreçlerini düzenlemede etkili bir bitkisel hormon olarak bilinmektedir. Ayrıca, ACC oksidaz aktivitesini önleyerek, etilen üretimini baskılayarak ve absizik asit (ABA) hormonunun fonksiyonunu düzenleyerek klorofil bozunmasını önlemektedir (Ershad Langroudi ve ark., 2020).

Kesme çiçeklerin vazo ömrünü uzatmada değişik bitki büyüme düzenleyicilerinin etkileri farklı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Bunlardan SA, gül, glayöl, gerbera, karanfil

ve diğer kesme çiçeklerin vazo ömrünü uzatmak için endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Kwon ve ark., 2024). Bu derleme çalışmada hasat öncesi ve sonrası SA uygulamalarının kesme çiçeklerin hasat sonrası kalite özellikleri ile vazo ömrü üzerindeki etkileri güncel literatür ışığında değerlendirilmiş ve çalışma sonuçları sunulmuştur.

## 2. SA'nın Kesme Çiçeklerin Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

### 2.1. Vazo Ömrü

Kesme çiçeklerin vazo ömrü çiçek üretimi endüstrisinde önemli bir ekonomik değer taşımaktadır. Bu nedenle kesme çiçeklerde vazo ömrünün uzatılması önemlidir ve değişik kesme çiçeklerde vazo ömrünün uzatılmasında SA'nın etkinliği araştırılmıştır. SA kesme çiçeklere hem yetiştirme döneminde (Çizelge 1) hem de hasat sonrası dönemde vazo çözeltisine uygulanabilmekte (Ravanbakhsh ve ark., 2017) ve her iki uygulamanın kesme çiçeklerin vazo ömrü üzerindeki etkileri incelenmektedir.

**Çizelge 1.** Farklı kesme çiçek türlerinde hasat öncesi salisilik asit uygulamalarının etkileri

Tür	Uygulama		Sonuç	Kaynak
	Zamanı	Dozu		
<b>Kesme gül</b>	Çiçek tomurcukları görüldükten sonra ve hasattan iki hafta önce	0,5; 1 ve 1,5 mM SA sulu çözelti	1,5 mM SA membran stabilitesini iyileştirmiş, lipid peroksidasyonunu azaltmış, vazo ömrünü uzatmıştır	(Kazemi ve ark., 2017)
<b>Sümbülteber (<i>Polianthes tuberosa</i> L.)</b>	Serada yetiştiricilik sırasında, soğan dikiminden 30, 45 ve 60 gün sonra	150 mg/L SA	Yaşlanmayı geciktirerek vazo ömrünü 10 güne çıkarmıştır	(Babarabie ve ark., 2019)
<b>Alstroemeria (<i>Alstroemeria hybrida</i>)</b>	Hasat öncesi	300 ppm SA	Yaprakların ve çiçeklerin yaşlanma hızını azaltarak, vazo ömrünü uzatmıştır	(Ershad Langroudi ve ark., 2020).
<b><i>Lisianthus</i> 'Blue Picote'</b>	Yetiştiricilik sırasında	0,5 mM SA	15,3 günlük ortalama ile en uzun vazo ömrünü sağlamıştır.	(Kwon ve ark., 2024).

SA yetiştiricilik sırasında uygulanabildiği gibi hasat sonrasında yükleme uygulamaları olarak veya vazo çözeltisine ilave edilerek de kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda uygulama dozlarının kesme çiçek türlerine göre değiştiği ve SA uygulamaların çiçeklerin vazo ömürlerini arttırmada etkili olduğu bildirilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Değişik kesme çiçeklerde hasat sonrası SA uygulamalarının çiçeklerin vazo ömrüne etkileri

Tür	Uygulama		Sonuç	Kaynak
	Zamanı	Dozu		
<b>Kesme gül</b>	Pulsing	0,5; 1 ve 1,5 mM SA	Vazo ömrünü uzatmıştır	(Kazemi ve ark., 2017).
<b>Gerbera</b>	Hasat sonrası	1,5 mM SA	Yaşlanma ile ilgili değişimleri etkileyerek vazo ömrünü 12,41 güne çıkarmıştır	(Heidarneshadian ve ark., 2017)
<b>Kesme gül 'Tacassi'</b>	Hasat sonrası	0,01 mM SA	Pazarlanabilir çiçek oranını dolayısıyla vazo ömrünü arttırmıştır	(Cocetta ve Ferrante, 2018)
<b><i>Antigonon leptopus</i></b>	Vazo çözeltisi	200 mg/L SA + %2 sakkaroz veya 300 mg/L SA +%2 sakkaroz	Çiçeklerde su alımını arttırarak vazo ömrünü kontrole göre 1,6 kat uzatmış ve çiçek dökümlerini %28 oranında azaltmıştır	(Seman ve Rafdi, 2019).
<b>kesme gül çeşidi 'Black Magic'e</b>	Vazo çözeltisi	200 mg/L SA	Su alımını arttırmak suretiyle vazo ömrünü arttırmış, dolayısıyla yaşlanmayı geciktirmiştir	(Ghadimian ve Danaei, 2020).
<b>Krizantem Reagent Sunny'</b>	Vazo çözeltisi	100 ppm SA	Çiçeklerin taze kalma süresini teşvik etmiş ve böylece vazo ömrünü uzatmıştır	(Budiarto ve ark., 2022).
<b>Karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) 'White Liberty'</b>	Vazo çözeltisi	50 ve 100 mg/LC SA	Vazo ömrünü 22,3 gün ile belirgin bir şekilde arttırmıştır	(Dehestani-Ardakani ve ark., 2022).
<b><i>Antirrhinum majus</i> L.</b>	Hasat sonrası	2 Mm SA	Membran stabilite endeksi, toplam fenol ve şeker miktarını arttırarak ve protein bozulmasını ve lipoksigenaz aktivitesini baskılayarak başakların vazo ömrünü 14 güne çıkarmıştır (kontrol 8 gün)	(Farooq ve ark., 2022)

## 2.2. Antioksidan Savunma Sistemi

Bitkiler biyotik ve abiyotik streslerin olumsuz etkilerinden korunmak için savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Bununla birlikte bitkilerin streslere tepki göstermesi süreci karmaşık olup, bitkiler bu tepkilerin uyumuna göre yaşamlarını sürdürebilmektedir. Bitkilerin strese karşı oluşturduğu en önemli mekanizma antioksidan savunma sistemi olup, bu sistem süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), Askorbat peroksidaz (APX), Glutasyon peroksidaz (GPx), Glutasyon redüktaz (GR), Dehidroaskorbat redüktaz (DHAR), Monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) ve Guaiakol peroksidaz (GPOX) gibi enzimler ile Askorbik asit (AsA),

Glutasyon (GSH),  $\alpha$  –Tokoferol, Karotenoid ve Fenolik bileşikler gibi enzimatik olmayan antioksidanlardan oluşmaktadır (Kireççi, 2018; Dumanović ve ark., 2021; Rajput, 2021).

SA, kesme çiçeklerin hasat sonrası kalitesi ve fizikokimyasal parametrelerini etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda değişik konsantrasyonlardaki SA uygulamaları kesme çiçeklerin antioksidan savunma mekanizmasını harekete geçirerek vazo ömrünü uzattığı gösterilmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3. Değişik kesme çiçeklerde SA uygulamalarının antioksidan savunma mekanizması üzerindeki etkileri**

Tür	Uygulama	Sonuç	Kaynak
<b>Glayöl</b>	Vazo çözeltisi, 0,5 Mm SA	CAT ve SOD enzim aktivitelerini önemli ölçüde arttırmak suretiyle çiçeklerin antioksidan sistemini düzenlemiş ve vazo ömrünü arttırmıştır	(Rahmani ve ark., 2015)
<b>Antoryum çeşidi ‘Sirion’ glayöl</b>	Vazo çözeltisi -- Vazo çözeltisi, 150 mg/L SA	Antioksidan enzimler olan SOD, CAT, APX ve GR’nin aktivitesini arttırmıştır SOD, POD, CAT ve serbest radikal temizleme aktivitesini arttırmış, en yüksek serbest radikal temizleme aktivitesi ise 200 mg/L SA uygulamasında elde edilmiş, dolayısıyla uygulama çiçeklerin antioksidan kapasitesini arttırmıştır	(Aghdam ve ark., 2016) (Saeed ve ark., 2016)
<b>Kesme gerbera (<i>Gerbera jamesonii</i>)</b>	Vazo çözeltisi 100 mg/L SA	POD ve SOD enzim aktiviteleri yükselmiş, vazo ömrü uzamıştır.	(Mehdikhah ve ark., 2016)
<b>Kesme gül</b>	Sera şartlarında yetiştiricilik sırasında ve kesim sonrası ön uygulama veya vazo çözeltisinde, 0,5; 1 ve 1,5 Mm SA	Çiçeklerin katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) aktivitesini iyileştirerek ve lipid peroksidasyonunu azaltarak, kesme çiçeklerin antioksidan kapasitesini ve kalitesini yükseltmiştir	(Kazemi ve ark., 2017)
<b>Gerbera</b>	150 $\mu$ M SA	Polifenol oksidaz aktivitesini inhibe etmiş, toplam fenolik bileşikler ve toplam flavonoidlerin birikimi ve enzimatik antioksidan seviyelerini arttırmıştır.	(Shabaniyan ve ark., 2019)
<b><i>Antirrhinum majus</i> L</b>	2 Mm sa	Çiçek başaklarının süperoksit dismutaz, CAT ve askorbat peroksidaz aktivitelerini dolayısıyla antioksidan aktiviteyi arttırmıştır	(Farooq ve ark., 2022)
<b>Karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) ‘White Liberty’</b>	150 mg/L SA	Çiçeklerin CAT ve POD aktivitelerini önemli oranda arttırmıştır	(Dehestani-Ardakani ve ark., 2022)
<b><i>Consolida ajacis</i></b>	2, 4 ve 6 Mm SA	reaktif oksijen türleri (ROS) ile ilişkili zararlanmayı önlemek için fenolik maddeler ile antioksidan enzimler olan SOD, CAT ve APX miktarları arttırarak antioksidan sistemi güçlendirmiştir	(ul Haq ve ark., 2022)



### 2.3. Antimikrobiyal Etkiler

Kesme çiçekler mikrobiyal kontaminasyona karşı duyarlıdır ve bu nedenle vazo ömürleri kısalmaktadır. Vazo çözeltisinde mikroorganizma gelişimi, çözeltiyi pelte haline getirmekte bunun yanı sıra çözelti içerisinde çoğalan bakteriler nedeniyle ksilem iletim demeti de tıkanmakta ve böylece çiçekler çözeltiyi alamadığı için solmaktadır. Ayrıca kesme çiçeklerde çürümenin nedenlerinden birisinin de mikrobiyal kontaminasyon olduğu belirtilmiştir (Gururani ve ark., 2023). Kesme çiçeklerin vazo çözeltisine SA uygulamaları mikroorganizma gelişmesini azaltarak / önleyerek vazo ömrünü uzatmaktadır. Örneğin, gerbera çiçeklerinde 100 mg/L SA, karanfillerde ise 150 mg/L SA uygulaması bakteriyel popülasyonu azaltarak vazo ömrünü uzatmıştır (Çizelge 4).

**Çizelge 4. Değişik kesme çiçeklerde SA uygulamalarının antimikrobiyal etkileri**

Tür	Uygulama	Sonuç	Kaynak
<b>Gerbera</b>	100 mg/L SA	Sap ucundaki (195,0 koloni) ve vazo çözeltisindeki (67,33 koloni) bakteriyel popülasyonu kontrole göre (sırasıyla 431,0 koloni ve 220,0 koloni) önemli ölçüde düşürerek, çiçeklerin vazo ömrünü 11,21 güne (kontrolde 5,80 gün) uzatmıştır	(Mehdikhah ve ark., 2016)
<b>Helianthus annuus L.</b>	200 mg/L dereotu yağı + 200 ppm SA	Vazo çözeltisinde bakteri sayısını azaltmıştır	(Othman ve Esmail, 2020)
<b>karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) 'White Liberty'</b>	150 mg/L SA	Bakteri popülasyonu kontroldeki çiçeklerden %83 oranında daha düşük olmuştur	(Dehestani-Ardakani ve ark., 2022)
<b>Alstroemeria</b>	1,5 mM SA ve %3 sakkaroz veya yalnızca %3 SA	Mikrobiyal popülasyonu azaltmıştır. Salisilik asitin bu etkisinin ya mikrobiyal hücre zarını bozarak metabolik süreçlere müdahale etmesinden veya SA'nın çiçeklerin savunma mekanizmalarını güçlendirmesi nedeniyle vazo ortamının mikrobiyal büyüme için elverişsiz hale gelmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.	Hajizadeh ve ark. (2024)

### 2.4. Yaprak Klorofil Miktarı

Kesme yeşillikler ve yaprak içeren kesme çiçeklerin hasat sonrası taşıma, pazarlama ve vazo ömrü gibi süreçlerde yeşil renginin kaybolması veya sararması görsel kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Yaprak sararması yaşlanma sürecinde klorofilin parçalanması dolayısıyla oluşmaktadır. Kesme çiçeklerde koruyucu çözelti olarak kullanılan SA, solunum ve etilen üretimini ve pik oluşumunu geciktirerek, yapraklardaki klorofil bozulmasını önleyerek tek çiçek ve tüm çiçeklerin vazo ömrünü uzatabilmektedir (Budiarto ve ark., 2022). Vazo çözeltisine eklenen 200 mg/L dereotu yağı ile 200 ppm SA kombinasyonu, *Helianthus annuus* L. kesme çiçeklerinde klorofil miktarını maksimum düzeye çıkarmıştır (Othman ve

Esmail, 2020). ‘Rebecca’ çeşidi *alstroemeria* kesme çiçeklerinde vazo çözeltisine 1,5 mM SA ve %3 sakkaroz ilavesi kesme çiçek saplarındaki yaprakların toplam klorofil miktarını önemli oranda korumuştur. Yaprakların klorofil miktarının korunması, salisilik asidin klorofil biyosentezi ile ilişkili genlerin yukarı regüle etmesi ile klorofil moleküllerinin bozulmasını engelleyen antioksidan savunma sisteminin artmasından kaynaklanmaktadır (Hajizadeh ve ark., 2024).

### 2.5. Ksilem İletim Demeti Tıkanıklığı ve Su Alımı

Bitki iletim sistemi ksilem ve floem iletim demetlerinden oluşmaktadır. Ksilem, trakeid elemanları ve ölü borulardan oluşmakta ve su ve besin maddelerin köklerden fotosentetik organlara taşımaktadır (Lipane ve ark., 2023). Ksilem iletim sistemi ile kesintisiz su temini ile kesme çiçeklerin gövdelerine hidrolik destek sağlanmaktadır. Kesme çiçeklerde su dengesi, vazo çözeltisinden su alımı, transpirasyon ile su kaybı ve kesme gövdenin su tutma özelliği tarafından korunmaktadır (Da Silva, 2015). Kesme çiçeklerde, transpirasyon ile kaybedilen su ile vazo çözeltisinden alınan su miktarı arasında dengesizlik durumunda solma meydana gelmektedir (Vehniwal ve Abbey, 2019). Bu dengesizlik ise vazo çözeltisinin özellikle ksilem iletim demetlerinin tıkanması, yaşlanma veya stresle bağlantılı olarak hücre zarı geçirgenliğinin azalması sonucu ksilemden suyun taşınmasının azalması nedeniyledir (Verdonk ve ark., 2023). İletim demetlerinin tıkanması ise hava embolisi, bakteriler ve inorganik veya organik artıklar nedeniyle sap ucu tıkanması veya gövde ucunda kesim nedeniyle oluşan fizyolojik tıkanıklık nedeniyle oluşmaktadır (Manzoor ve ark., 2024). *Alstroemeria (Alstroemeria hybrida L. cv. Modena)* kesme çiçeklerine 200 mg/L SA uygulaması su alımını arttırarak ağırlık kaybını azaltmıştır (Bagheri Tirtashi ve ark., 2014).

### 2.6. Yaşlanmanın Geciktirilmesi

Yaşlanma, fizyolojik olgunluğun ardından hücrenin, organın veya tüm bitkinin ölümüne yol açan bitki gelişim döngüsünün son aşamasıdır (Verma ve Singh, 2021). Çiçek petallerinin yaşlanmasına, hidrolitik enzimlerin aktivasyonu, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi, plazma membran bütünlüğünün azalması ve solunum ve etilen üretimindeki değişimler dahil olmak üzere bir dizi fizyolojik ve biyokimyasal mekanizma eşlik etmektedir (Sun ve ark., 2021). SA kesme çiçeklerin kalitesi ve fizikokimyasal parametrelerini etkileyebilmektedir. Glayöl kesme çiçeklerine taşıma öncesi ve hasattan sonra vazo çözeltisinde olmak üzere 0,5 mM SA uygulaması çiçeklerin membran stabilitesini, antosiyanin ve flavonoid konsantrasyonlarını arttırarak ve lipid peroksidasyonunu azaltarak çiçeklerin yaşlanmasını geciktirmiştir (Rahmani ve ark., 2015). Gerbera çiçeklerinin hasattan sonra sap eğilmesi

nedeniyle vazo çözültisini alamamakta hızla yaşlanarak çiçekleri solmaktadır. Bu çiçeklerin vazo çözültisine 2 mM SA eklenmesi çiçeklerin sap eğilmesini, yaş ağırlık kaybını, çiçeklerin solmasını ve antosiyanin pigmentlerinin kaybını en aza indirerek çiçeklerin yaşlanmasını geciktirmiştir. Ayrıca 2 mM SA membran lipid peroksidasyonunu azaltarak ve çiçeklerin daha fazla vazo çözültisi çekmesini sağlayarak da çiçeklerin vazoda daha uzun kalmasını sağlamıştır (Singh ve ark., 2018). Kesme gülün (*Rosa hybrida* cv. black magic) vazo ömrünün uzatılmasında salisilik asit uygulamasının etkileri incelendiğinde, 100 ve 200 mg/L SA'nın su alımını ve yaş ağırlığı arttırarak yaşlanmayı geciktirdiği dolayısıyla vazo ömrünü uzattığı belirlenmiştir (Ghadimian ve Danaei, 2020). Statice (*Limonium sinuatum* L.) çiçeklerine 1 mM SA uygulaması lipid peroksidasyon oranını azaltarak yaşlanmayı geciktirmiştir (Khandan-Mirkohi ve ark., 2021).

### 2.7. Üşüme Zararının Azaltılması

Üşüme zararı (ÜZ) tropik kökenli bitkilerde, taşıma ve depolama sıcaklığının kritik eşik sıcaklık kabul edilen 7,2°C'nin altına düşmesi sonucu bitki hücresi, dokusu ve organlarında ortaya çıkan ve geri dönüşü olmayan fizyolojik bir bozulmadır. Bu nedenle ÜZ'ye duyarlı kesme çiçekler düşük sıcaklıklarda taşınamamakta ve pazarlanamamaktadır (Darras, 2020). Kesme çiçeklerde içsel SA biyosentezinin artması çiçeğin savunma mekanizmasını harekete geçirerek ÜZ'yi azaltmaktadır. Antoryum tropik kökenli bir çiçek olduğundan düşük sıcaklığa karşı duyarlıdır ve 12°C'nin altında yetiştirilmesi ve depolanması ÜZ'ye yol açmaktadır. Mohammedi ve ark. (2023), antoryum kesme çiçeklerinin vazo çözültisine askorbik asit (AsA) uygulamasının çiçeklerde içsel SA miktarını arttırmak suretiyle ÜZ'yi azalttığını tespit etmişlerdir. Bu bulgudan daha önce SA'nın ÜZ'yi önlemedeki etkinliği ile ilgili çalışmalar yapılmış ve SA'nın doğal ve güvenli bir molekül olarak toksik olmayan konsantrasyonları çiçeklerdeki üşüme zararını azaltmak için ticari olarak kullanılmıştır. Antoryum çiçeklerine SA uygulaması CAT ve SOD aktivitelerini arttırarak ve lipoksigenaz (LOX) aktivitesini azaltarak üşüme zararını azaltmış; ayrıca elektrolit sızıntısı ve malondialdehit (MDA) içeriği ile spathe esmerleşmesini de azaltmıştır (Aghdam ve ark., 2016a). *Anthurium andraeanum* cv. Srion kesme çiçeklerine 1, 2 ve 4 mM SA uygulamaları, spathe kahverengileşmesini, elektrolit sızıntısını ve MDA artışını geciktirmiştir. SA uygulaması çiçeklerin toplam fenol, prolin ve glisin betain (GB) birikimi ile antioksidan sistem aktivitesini arttırırken, elektrolit sızıntısını ve MDA içeriğini azaltmak suretiyle membran bütünlüğünün korunmasını sağlamış ve üşüme zararını azaltmıştır Aghdam ve ark., 2016b). Cennetkuşu (*Strelitzia reginae*) çiçeklerinde

önemli sorunlardan birisi olan ÜZ'ye duyarlılık SA uygulaması ile azaltılmıştır (Pereira ve ark., 2018).

### **3. SA'nın Toksik Etkileri**

Vazo çözeltilisinde kullanılan kimyasal maddeler özelliklerine ve konsantrasyonlarına bağlı olarak kesme çiçekler üzerinde toksik etki oluşturabilmekte böylece su alımını azaltmakta ve taze ağırlık kaybını arttırabilmektedir. Gün ve Öztürk (2020), salisilik asidin 300 ppm dozunun kesme nergis çiçeklerinin saplarının tabanında zararlanmaya neden olduğunu ve bu çiçeklerin vazo ömrünün 6.0 gün ile kontrole göre (9.0 gün) oldukça az olduğunu bulmuşlardır. Budiarto ve ark. (2022) kesme kasımpatı çiçeklerine 200 ve 300 ppm SA uygulamasının 'Yellow Fiji' çeşidinde bazal doku zararı ve klorofil bozunmasını hızlandırmak suretiyle çiçeğin vazo ömrünü azalttığını belirtmişlerdir.

### **4. Sonuçlar**

SA, doğal ve güvenli bir fenolik bileşik olmasına karşın günümüzde büyümeyi düzenleyici olarak kabul görmüştür. SA ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, SA'nın vazo çözeltilisine uygulanması değişik kesme çiçek türlerinde vazo ömrünü uzatmada etkili olmaktadır. SA'nın ayrıca vazo çözeltilisindeki mikroorganizma gelişimini önleyerek ksilem tıkanması veya sap ucu tıkanıklığının giderilmesi suretiyle de çiçeklerin daha uzun süre sağlıklı kalmasını sağlamaktadır. SA, çiçeklerde antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırmak suretiyle biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanımlarını da arttırmaktadır. Bunlara ek olarak SA hücre bütünlüğünün korunmasını sağlayarak, düşük sıcaklıklara duyarlı olan türlerde üşüme zararına dayanımı da sağlamaktadır. Bunların yanı sıra solunum ve etilen üretimini geciktirerek kesme çiçek yapraklarındaki klorofil bozunmasını önlemekte ve yaşlanmayı geciktirmektedir. Bununla birlikte yapılan uygulamalar doza bağlı olup, düşük dozlar kesme çiçekler üzerinde olumlu etkiler gösterirken, yüksek dozların toksik etkileri ortaya çıkabilmektedir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sunulmuştur

## Kaynaklar

- Abdolmaleki, M., KHOSH, K. M., Eshghi, S., & Ramezani, A. (2015). Improvement in vase life of cut rose cv. "Dolce Vita" by preharvest foliar application of calcium chloride and salicylic acid. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 2(1), 55-66
- Aghdam, M. S., Jannatizadeh, A., Sheikh-Assadi, M., & Malekzadeh, P. (2016b). Alleviation of postharvest chilling injury in anthurium cut flowers by salicylic acid treatment. *Scientia Horticulturae*, 202, 70-76.
- Aghdam, M. S., Naderi, R., Malekzadeh, P., & Jannatizadeh, A. (2016a). Contribution of GABA shunt to chilling tolerance in anthurium cut flowers in response to postharvest salicylic acid treatment. *Scientia Horticulturae*, 205, 90-96.
- Babarabie, M., Zarei, H., & Eskandari, A. (2019). The impact of pre-harvest treatment with gamma-aminobutyric acid (GABA) and salicylic acid on vase life and post-harvest traits of tuberose cut flowers. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 18(4).
- Bagheri Tirtashi, Z., Hashemabadi, D., Kaviani, B., Sajjadi, A., & Jadidsolymandarabi, M. (2014). Effect of thidiazuron and salicylic acid on the vase life and quality of alstroemeria (*Alstroemeria hybrida* L. cv. Modena) cut flower. *Journal of Ornamental Plants*, 4(3), 163-168.
- Budiarto K., Zamzami L., Endarto O. (2022): Effect of salicylic and ascorbic acids on post-harvest vase life of Chrysanthemum cut flowers. *Hort. Sci. (Prague)*, 49: 38–47., M., Abdossi, V., Kalateh Jari, S., & Ladan Moghadam, A. R. (2017). Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to the vase life of cut rose flowers. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 93(1), 81–90.
- Chen, Y. H., Miller, W. B., & Hay, A. (2023). Postharvest bacterial succession on cut flowers and vase water. *Plos one*, 18(10), e0292537.
- Cocetta, G., Ferrante, A., (2018). Postharvest application of hydrogen peroxide and salicylic acid differently affects the quality and vase life of cut rose (*Rosa hybrida* L.) petals and leaves. *Adv. Hort. Sci.*, 32(3): 371-378.
- Da Silva, J. A. T. (2015). Ornamental cut flowers: physiology in practice. *Floriculture Ornamental Biotech*, 124-140.

- Da Costa, L. C., de Araujo, F. F., Ribeiro, W. S., de Sousa Santos, M. N., & Finger, F. L. (2021). Postharvest physiology of cut flowers. *Ornamental Horticulture*, 27(03), 374-385.
- Darras, A. I. (2020). The chilling injury effect in cut flowers: a brief review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 95(1), 1-7.
- Dehestani-Ardakani, M., Gholamnezhad, J., Alizadeh, S., Meftahizadeh, H., & Ghorbanpour, M. (2022). Salicylic acid and herbal extracts prolong vase life and improve quality of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. *South African Journal of Botany*, 150, 1192-1204.
- Ding, P., & Ding, Y. (2020). Stories of salicylic acid: a plant defense hormone. *Trends in plant science*, 25(6), 549-565.
- Dumanović, J., Nepovimova, E., Natić, M., Kuča, K., & Jaćević, V. (2021). The significance of reactive oxygen species and antioxidant defense system in plants: A concise overview. *Frontiers in plant science*, 11, 552969.
- Ershad Langroudi, M., Hashemabadi, D., Kalatejari, S., & Asadpour, L. (2020). Effects of pre- and postharvest applications of salicylic acid on the vase life of cut *Alstroemeria* flowers (*Alstroemeria hybrida*). *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 3(1), 115-124.
- Farooq, S., ul Haq, A., Lone, M. L., Parveen, S., Altaf, F., & Tahir, I. (2022). Salicylic Acid Enhances the Vase Life and Improves the Postharvest Attributes—A Case Study of *Antirrhinum majus* L.
- Ghadimian, S., Danaei, E., (2020). Influences of ascorbic acid and salicylic acid on vase life of cut flower (*Rosa hybrida* cv. black magic). *The Journal of Environment, Agriculture and Biological Sciences*. 2(1), (1-6).
- Gupta, J., & Dubey, R. K. (2018). Factors affecting post-harvest life of flower crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(1), 548-557.
- Gururani, M.A., Atteya, A.K., Elhakem, A., El-Sheshtawy, A.N.A., El-Serafy, R.S., (2023). Esansiyel yağlar, ksilem tıkanıklığını sınırlayarak ve fizyolojik ve biyokimyasal seviyeleri artırarak kesilmiş karanfilin ömrünü uzattı. *PLoS ONE*, 18(3), e0281717.

- Gün, S., Öztürk, B., (2020). Effects of salicylic acid and citric acid treatments on some parameters of *Narcissus tazetta* L. during vase life. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2). 202-208.
- Heidarnezhadian, H., Eghbali, B., & Kazemi, M. (2017). Postharvest life of cut Gerbera flowers as affected by salicylic acid and citric acid. *Trakia Journal of Science*, 15(1), 27-29.
- Jezdinský, A., Slezák, K. J., Vachůn, M., Pokluda, R., & Uher, J. (2024). Effect of saline water on the vase life of L. flowers. *Folia Horticulturae*.
- Khandan-Mirkohi, A., Pirgazi, R., Taheri, M. R., Ajdanian, L., Babaei, M., Jozay, M., & Hesari, M. (2021). Effects of salicylic acid and humic material preharvest treatments on postharvest physiological properties of statice cut flowers. *Scientia Horticulturae*, 283, 110009.
- Kireççi, O.A., (2018). Bitkilerde Enzimatik ve Enzimatik Olmayan Antioksidanlar. *BEU Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2),473-483.
- Kwon, H. S., Leporini, C., Kim, S., & Heo, S. (2024). Prolonged vase life by salicylic acid treatment and prediction of vase life using petal color senescence of cut lisianthus. *Postharvest Biology and Technology*, 209, 112726.
- Lipane, R. R., Jadhav, V. B., & Manohar, A. (2023). Photosynthate Transport and Phloem Functioning. *Crop Physiology: A Collaborative Insights*, 305.
- Manzoor, A., Bashir, M. A., Naveed, M. S., Akhtar, M. T., & Saeed, S. (2024). Postharvest Chemical Treatment of Physiologically Induced Stem End Blockage Improves Vase Life and Water Relation of Cut Flowers. *Horticulturae*, 10(3), 271.
- Mehdikhah, M., Onsinejad, R., Ilkaee, M. N., & Kaviani, B. (2016). Effect of salicylic acid, citric acid and ascorbic acid on post-harvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers.
- Montinari, M. R., Minelli, S., & De Caterina, R. (2019). The first 3500 years of aspirin history from its roots—A concise summary. *Vascular pharmacology*, 113, 1-8.
- Othman, E. Z., & Esmail, S. E. (2020). Enhancing vase life of *Helianthus annuus* L. cut flowers using salicylic acid and dill essential oil. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 9(04), 1045-1056.



- Pereira, A. M., de Paula Gomes, M., Freire, A. I., da Costa, L. C., dos Santos, R. M. C., & Finger, F. L. (2018). Salicylic acid reduces chilling injury in post-harvest of Bird-of-Paradise. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 13(3), 1-6.
- Pouri, H. A., Nejad, A. R., & Shahbazi, F. (2017). Effects of simulated in-transit vibration on the vase life and post-harvest characteristics of cut rose flowers. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 58, 38-47.
- Rajput, V. D., Harish, Singh, R. K., Verma, K. K., Sharma, L., Quiroz-Figueroa, F. R., ... & Mandzhieva, S. (2021). Recent developments in enzymatic antioxidant defence mechanism in plants with special reference to abiotic stress. *Biology*, 10(4), 267.
- Rahmani, I., Ahmadi, N., Ghanati, F., & Sadeghi, M. (2015). Effects of salicylic acid applied pre-or post-transport on post-harvest characteristics and antioxidant enzyme activity of gladiolus cut flower spikes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 43(4), 294-305.
- Ravanbakhsh A, Mobasser, H.R. & Hasandokht, M.R. (2017). Effect of ascorbic acid and acetyl salicylic acid on the quality and vase life of cut flowers gladiolus (*Gladiolus persicus*). *Inter J Agri Biosci*, 6(1): 31-33.
- Saeed, T., Hassan, I., Abbasi, N. A., & Jilani, G. (2016). Antioxidative activities and qualitative changes in gladiolus cut flowers in response to salicylic acid application. *Scientia horticulturae*, 210, 236-241.
- Seman, H. H. A., & Rafdi, H. H. M. (2019). Effects of salicylic acid and sucrose solution on vase life of cut *Antigonon leptopus* inflorescences and their potential as cut flowers for flower arrangement. *Universiti Malaysia Terengganu Journal of Undergraduate Research*, 1(1), 80-91.
- Seyed Hajizadeh, H., Bayrami Aghdam, S., Fakhrghazi, H., Karakus, S., & Kaya, O. (2024). Physico-Chemical Responses of *Alstroemeria* spp. cv. Rebecca to the presence of Salicylic Acid and Sucrose in vase solution during postharvest life. *BMC Plant Biology*, 24(1), 121.
- Singh, A. K., Barman, K., Sisodia, A., Pal, A. K., Padhi, M., & Saurabh, V. (2018). Effect of salicylic acid and nitric oxide on postharvest quality and senescence of cut gerbera flowers. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 715-719.

- Sun, X., Qin, M., Yu, Q., Huang, Z., Xiao, Y., Li, Y., ... & Gao, J. (2021). Molecular understanding of postharvest flower opening and senescence. *Molecular Horticulture*, 1(1), 7.
- ul Haq, A., Lone, M. L., Farooq, S., Parveen, S., Altaf, F., Tahir, I., ... & El-Serehy, H. A. (2022). Efficacy of salicylic acid in modulating physiological and biochemical mechanisms to improve postharvest longevity in cut spikes of *Consolida ajacis* (L.) Schur. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 713-720.
- Vehniwal, S.S., Abbey, L., (2019). Cut flower vase life- influential factors, metabolism and organic formulation. *Horticulture International Journal*, 3(6), 275-281.
- Verdonk, J. C., van Ieperen, W., Carvalho, D. R., van Geest, G., & Schouten, R. E. (2023). Effect of preharvest conditions on cut-flower quality. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1281456.
- Verma, J., & Singh, P. (2021). Post-harvest handling and senescence in flower crops: An overview. *Agricultural Reviews*, 42(2), 145-155.
- Wang, J., Allan, A. C., Wang, W. qiu, & Yin, X. ren. (2022). The effects of salicylic acid on quality control of horticultural commodities. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 50(2-3), 99-117.
- Zelković, S., Pašalić, M., Pašalić, B., & Mladenović, E. (2021). Vase life of cut flowers using different vase solution. Proceedings of the XII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2021" pp: 51-56

## Oksalik Asidin Kuraklık Stresindeki Kadife Çiçeklerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi\*

### Oxalic Acid's Impact on the Morphological, Physiological and Biochemical Characteristics of Marigolds under Drought Stress

 Tuğba KILIÇ<sup>1</sup>,  Ezgi DOĞAN MERAL<sup>2</sup>,  Emine KIRBAY<sup>3</sup>,  
 Hilal Beyza DURSUN<sup>4</sup>,  Soner KAZAZ<sup>4</sup>

#### Özet

Küresel iklim değişikliği nedeniyle bitkisel tasarımda kuraklığa dayanıklı/tolerant tür ve çeşitlerin tercih edilmesinin yanı sıra bitki toleransının artırılması büyük bir gereklilik haline gelmiştir. Organik asit uygulamalarının abiyotik stres faktörlerine karşı bitki toleransını artırdığı bilinmektedir. Ancak oksalik asidin stres koşullarına maruz kalan mevsimlik çiçekler üzerindeki etkinliği tam olarak anlaşılmamıştır. Bu çalışmada, oksalik asit uygulamasının kuraklık stresi altındaki kadife çiçeklerinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. *Tagetes erecta* L. 'Bali Orange' çeşidine ait F<sub>1</sub> tohumlar kullanılmış ve fide aşamasında yaprakdan püskürtme yöntemiyle 1 mM, 3 mM ve 5 mM konsantrasyonlarındaki oksalik asit çözeltisi uygulanmıştır. Ardından fideler, %100 (optimal sulama) ve %40 tarla kapasitesi (kısıtlı sulama) koşullarında tutulmuştur. Deneme, oksalik asit uygulanmamış kısıtlı sulanan bitkilerin %50'den fazlasında kuraklık belirtileri görüldüğünde sonlandırılmıştır. MDA, klorofil ve prolin içeriği, yaprak alanı, çiçek çapı, bitki boyu, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi parametreleri incelenmiştir. Kuraklık stresi genel olarak kadife çiçeklerinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Buna karşın oksalik asit uygulamaları, kadife çiçeklerinin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini iyileştirerek kuraklık stresinin çiçeklerin morfolojik özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmış ve kuraklık stresine toleransı arttırmıştır. Elde edilen sonuçlar, oksalik asidin peyzaj düzenlemelerinde kullanılacak mevsimlik çiçeklerin stres toleransını artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kadife çiçeği, oksalik asit, kuraklık stresi, MDA, prolin

#### Abstract

Due to global climate change, it has become a great necessity to prefer drought-resistant/tolerant species and varieties in plant design and to increase plant tolerance. Organic acid treatments can improve plant tolerance to abiotic stress factors. However, the effectiveness of oxalic acid on seasonal flowers under stress conditions is not fully understood. In this study, the effects of oxalic acid treatment on the morphological, physiological and biochemical characteristics of marigolds under drought stress were investigated. F<sub>1</sub> seeds of *Tagetes erecta* L. 'Bali Orange' variety were used and oxalic acid solution at concentrations of 1 mM, 3 mM and 5 mM was applied by foliar spraying at the seedling stage. Then, the seedlings were kept at 100% (well-watered) and 40% field capacity (limited watering) conditions. The experiment was terminated when drought symptoms were observed in more than 50% of the limited watering plants that had not been treated with oxalic acid. MDA, chlorophyll and proline content, leaf area, flower diameter, plant height, leaf relative water content, membrane damage index parameters were examined. Drought stress generally negatively affected the morphological, physiological and biochemical characteristics of marigolds. On the other hand, oxalic acid treatments improved the physiological and biochemical characteristics of marigolds, reduced the negative effects of drought stress on the morphological characteristics of flowers and enhanced drought stress tolerance. The results showed that oxalic acid has the potential to improve the stress tolerance of seasonal flowers for landscaping.

**Keywords:** Marigold, oxalic acid, drought stress, MDA, proline

Geliş Tarihi: 29.09.2024, Düzeltme Tarihi: 24.10.2021, Kabul Tarihi: 28.11.2024

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

<sup>3</sup>Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri MYO

<sup>4</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

E-mail: tugba-klc@hotmail.com

## 1. Giriş

İklim değişikliği, dünya genelindeki sıcaklıkları ve yağış düzenlerini köklü bir şekilde değiştirerek çevresel dengeleri büyük ölçüde etkilemektedir. Özellikle kuraklık olaylarının sıklığı ve şiddeti önemli ölçüde artmaktadır (Seleiman ve ark., 2021). Kuraklık, uzun süreli su eksikliği olarak tanımlanmakta olup, bitkilerin su temininde zorlanmasına neden olmaktadır. Bu durum, bitkilerin stres yaşamasına yol açmakta ve tarımsal üretim üzerinde derin etkiler yaratmaktadır (Kaplunan, 2013; Hussain ve ark., 2019).

Kuraklığın etkileri sadece tarımsal üretimi kısıtlamakla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda bitkisel tasarımda kullanılan süs bitkilerini yönetme konusunda da önemli sorunlara yol açmaktadır (Pichakum ve Pichakum, 2021). Toprak neminin düşmesi ve su kaynaklarının azalması / tükenmesi sonucunda kuraklık stresi yaşayan süs bitkileri, tarımsal ürünlerde görülen morfolojik ve fizyolojik değişikliklere benzer tepkiler göstermektedir. Büyüme ve gelişmenin yavaşlaması, vejetatif (yaprak ve sürgün) ve generatif (çiçek ve meyve) organların oluşumunda gerileme, solgunluk, kuruma, dökülme, doku ve renk değişimleri, verimliliğin azalması gibi belirtiler ortaya çıkabilmektedir. Kuraklık stresinin ilerlemesiyle birlikte, bitki ölümleri de meydana gelebilmektedir (Farieri ve ark., 2016; Toscano ve ark., 2019; Wach ve Skowron, 2022).

Bitkisel tasarımda kullanılan türler için stres tepkilerinin değerlendirilmesi, tarımsal ürünlerdeki gibi büyüme, gelişme ve verim üzerindeki etkilerinden ziyade öncelikle estetik değere dayanmaktadır (Toscano ve ark., 2019). Tasarımı oluşturan türlerin estetik değerini kaybetmesi, tasarımların görsel ve estetik bütünlüğünü bozmakta, genel çekiciliğini ve fonksiyonelliğini olumsuz yönde etkilemekte, hatta ekonomik ve sosyal etkileri ile toplumların yaşam kalitesini azaltmaktadır (Savé, 2007). Dolayısıyla, kuraklığa dayanıklı tasarımların düzenlenmesi, dünya genelinde daha popüler hale gelmiş ve gerekli bir yaklaşım halini almıştır (Taylor, 2020).

Günümüzde ve gelecekte, kuraklığa dayanıklı tasarımların oluşturulması; hem sürdürülebilirliği hem de estetik açıdan memnuniyeti arttıran önemli bir adım olacaktır. Dayanıklı veya toleranslı türlerin seçimi önemli bir strateji olmakla birlikte, genellikle tek başına yeterli değildir. Kuraklığın yoğunluğu, süresi ve öngörülemezliği, stres ile başa çıkmak için bütünsel bir yaklaşım gerektiğini göstermektedir (Seleiman ve ark., 2021). Bütünsel bir strateji, kuraklık koşullarında bitkisel tasarımların kalitesini ve sürdürülebilirliğini koruyabilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu stratejinin bir parçası olarak, bitkilerde önemli fizyolojik değişiklikler başlatan moleküller veya bileşikler olarak bilinen elisitörlerin

kullanımı ortaya çıkmaktadır (Baenas ve ark. 2014, Jamiołkowska, 2020). Elisitörler, bitkilerin savunma mekanizmalarını güçlendirerek kuraklık gibi stres faktörlerine karşı toleransı artırabilmekte ve böylece görsel kalitenin korunmasına katkı sağlayabilmektedir (Kılıç, 2023). Elisitörlerin eksojen uygulamasının prolin içeriği, MDA içeriği, membran stabilitesi, klorofil içeriği ve enzim aktivitesi başta olmak üzere birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreç üzerinde olumlu etkileri olduğu saptanmıştır (Kılıç, 2023; Daler ve ark., 2024). Organik asitler, hormonlar, sinyal molekülleri ve reaktif oksijen türleri, doğal ve sentetik polimerler, bitkisel proteinler ve peptitler gibi birçok madde, çalışmalarda sıklıkla kullanılan elisitörler arasında yer almaktadır (Ahmad ve ark., 2019; Panchal ve ark., 2021).

Organik asitler, bitkilerin stres koşullarına karşı tolerans ve dayanıklılık göstermeleri için kritik öneme sahip bileşiklerdir (Yıldırım ve ark., 2022). Organik asitler arasında yer alan oksalik asit, pH ve ozmoregülasyon üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Düşük pKa değerleri nedeniyle, hidrojen iyonlarının serbest bırakılmasını kolaylaştırmakta ve böylece pH dengesini ve ozmotik basıncı düzenleyebilmektedir (Gupta ve ark., 2024). Oksalik asidin, kuraklık stresi dâhil olmak üzere çeşitli stres faktörlerinin neden olduğu hasarı azalttığı, farklı bitki türlerinde gösterilmiştir (Webb ve ark., 1995; Li ve ark., 2022; Çoban ve Aras 2023; Gupta ve ark., 2024). Ancak, süs bitkileri üzerinde oksalik asidin kuraklık stresi ile başa çıkmadaki etkinliği ve bitkilerin estetik değerini korumadaki işlevselliği üzerine yapılmış yeterli araştırma bulunmamaktadır. Süs bitkisi türleri üzerinde yapılacak araştırmalar, oksalik asidin stres yönetimindeki potansiyel yararlarının ve bitkilerin estetik özelliklerini nasıl koruyabileceğinin anlaşılmasına katkıda bulunacaktır. Bu çalışma, bitkisel tasarımlarda sıkça tercih edilen ve popüler bir mevsimlik çiçek olan kadife çiçeklerinde (*Tagetes erecta* L.) kuraklık stresi hasarını azaltmak amacıyla eksojen oksalik asit uygulamalarının etkinliğini incelemeyi amaçlamıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Afrika kadife çiçeği olarak bilinen *Tagetes erecta* F<sub>1</sub> 'Bali Orange' çeşidine ait tohumların ekimi ve fide yetiştiriciliği, doğal gün ışığına sahip, ortalama gündüz/gece sıcaklığı 28°C±1.0 / 16°C±1.0 ve ortalama bağıl nemi %35 olan polikarbonat örtülü bir serada gerçekleştirilmiştir [39°46'24.2"N 34°48'11.7"E] (Anonymous, 2024a).

Ekimden önce tohumlar, %5 (v/v) sodyum hipoklorit çözeltisi kullanılarak yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Ardından torf içeren viyollere ekim yapılmıştır. 4-5 gerçek yaprak görüldüğünde fideler, torf : perlit karışımı (1:1 v/v) ile doldurulmuş potlara şaşırtılmıştır. Şaşırtılan fideler, 30 gün boyunca büyümeye bırakılmıştır. Aynı süreçte, taze

hazırlanmış 1 mM, 3 mM ve 5 mM konsantrasyonlarındaki oksalik asit (Sigma-Aldrich, CAS No: 6153-56-6) çözeltisi, üç hafta boyunca haftada bir kez spreyci uygulama yöntemiyle tüm bitkiye uygulanmıştır. Her uygulamada bitki başına 20 ml çözelti uygulanmış ve Tween 20 (%0.05 v/v) eklenerek spreyci çözeltilerinin bitki yüzeyinde daha iyi tutunması ve daha uzun süre kalması sağlanarak uygulamaların etkinliği artırılmıştır. Kontrol grubu bitkilere Tween 20 ile birlikte saf su uygulanmıştır. Oksalik asit uygulaması, bitkiler strese maruz bırakılmadan önce ve tekrarlamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Strese maruz kalmadan önce elisitör uygulanmasının stresle ilişkili fizyolojik süreçlerde önemli bir iyileşmeye neden olduğu ve belirli aralıklarla tekrar edildiğinde daha etkili olduğu bilinmekle birlikte (Zahedi ve ark., 2020; Asghari ve ark., 2023), tasarım oluşturulduktan sonra elisitör uygulamasının pratik ve ekonomik olmadığı öngörülmüştür.

Fideler, tasarımda kullanım için satışı hazır hale geldiği çiçeklenme aşamasında kuraklık stesine maruz bırakılmıştır. Tarla kapasitesinin %40'ında yapılan sulamanın, Afrika kadife çiçeklerinde tüm morfo-fizyolojik özellikleri önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir (Arbani ve ark., 2020). Bu nedenle kuraklık stresi, optimal sulama (%100 tarla kapasitesi) ve kısıtlı sulama (%40 tarla kapasitesi) olmak üzere iki farklı seviyede, Earl (2003) tarafından bildirilen gravimetrik substrat su içeriği yöntemi (GSWC) esas alınarak uygulanmıştır. Her pottan günlük su kaybı, temsili bir yetiştirme ortamı örneği kullanılarak aşağıdaki formül ile belirlenmiştir:

$$GSWC (\%) = \frac{\text{Substrat yağ ağırlığı} - \text{Substrat kuru ağırlığı}}{\text{Substrat kuru ağırlığı}} \times 100$$

Denemede kullanılan yetiştirme ortamı, bitki kökleri için gereken hava dengesini sağlamak amacıyla çok fazla sıkıştırılmamış ve orta yoğunlukta hazırlanmıştır. %100 tarla kapasitesinin tespiti için, homojen bir şekilde karıştırılan 2.5 litre torf : perlit ortamı tamamen suya doyurulmuş ve serbest suyun drene edilmesi için bekletilmiştir. Drenaj tamamlandığında, %100 tarla kapasitesine ulaşan substratın yağ ağırlığı saptanmış, 105°C'de tamamen kurutularak ise kuru ağırlığı belirlenmiştir. Ardından, formül yardımıyla yetiştirme ortamının %100 tarla kapasitesine ulaşması için gereken su miktarı hesaplanmıştır. Kuraklık stresi uygulamalarının başlangıcına kadar, tüm bitkiler %100 tarla kapasitesine kadar sulanırken, kuraklık stresi uygulamaları başlatıldığında, kısıtlı sulama yapılan bitkilerde; %100 tarla kapasitesi için gereken su miktarının %40'ı hesaplanarak kısıtlı sulama yapılmıştır. Optimal sulama yapılan bitkilerde ise %100 tarla kapasitesi korunarak sulamaya devam edilmiştir. Tüm sulama uygulamalarında, gübreleme amacıyla günlük olarak verilen

20 ml besin solüsyonunun hacmi, hesaplanan toplam su miktarının hacminden çıkarılmıştır. Her iki haftada bir NPK (20:20:20) ile gübreleme yapılmıştır.

Deneme, oksalik asit uygulanmamış kısıtlı sulama grubundaki fidelerin %50 veya daha fazlasında solgunluk, kuruma, nekroz gibi kuraklık stresi belirtileri görüldüğünde sonlandırılmıştır. Deneme sonunda, bitkilerde morfolojik özellikler olarak bitki boyu (cm), yaprak alanı (mm<sup>2</sup>) ve çiçek çapı (cm) ile fizyolojik ve biyokimyasal parametreler olarak prolin içeriği (µmol g<sup>-1</sup> YA), MDA içeriği (nmol g<sup>-1</sup> YA), membran zararlanma indeksi (%), yaprak oransal su içeriği (%) ve klorofil içeriği (SPAD) belirlenmiştir. Ayrıca kuraklık indeksi (%) hesaplanmıştır. Prolin içeriği, Bates ve ark., (1973) tarafından tanımlanan yöntem kullanılarak; MDA içeriği ve membran zararlanma indeksi Lutts ve ark., (1996) tarafından önerilen yöntemle, yaprak oransal su içeriği ise Yamasaki ve Dillenburg (1999) tarafından belirtilen yöntemle ölçülmüştür. Yaprak alanı, ADC BioScientific Alan Ölçer AM 300 cihazı; klorofil içeriği, Konica Minolta SPAD-502 klorofil ölçer cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Kuraklık indeksi, Daler ve Uygun (2024) tarafından kullanılan ve OIV (1997) tarafından bildirilen yöntemde 'Fiziksel Zararlanma Derecesi: 1-5 Ölçeği' modifiye edilerek (Çizelge 1) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Kuraklık İndeksi (\%)} = \frac{\sum(\text{bitki} \times \text{skala değeri})}{\text{Toplam bitki} \times \text{en yüksek skala değeri}} \times 100$$

**Çizelge 1.** Fiziksel zararlanma ölçeği

Fiziksel Zararlanma Tanımı		Skala Değeri
Yüksek kalite görünüm	Bitki sağlıklı, canlı ve kompakt yapıdadır. Yaprak, sürgün ve çiçeklerde herhangi bir kuruma, solma veya kuraklık zararı belirtisi yok.	1
Orta kalite görünüm	Bitkide hafif genel solgunluk. Yapraklarda az sayıda nekrotik alanlar olabilir, ancak bu durum bitkinin genel sağlığını ve kompakt yapısını ciddi şekilde etkilememektedir. Bitki hala düzenli ve estetik bir görünüm sağlar.	2
Düşük kalite görünüm	Bitkide belirgin solgunluk ve kuruma. Yaprakların %30-50'sinde nekrotik alan bulunmakta. Çiçeklerde taç yapraklarda dağılma ve kompakt yapıda bozulmalar görünmekte. Bitkinin genel sağlığı önemli ölçüde etkilenmiş ve estetik görünüm bozulmuştur.	3

Deneme, her biri dokuz bitkiden oluşan üç tekrarlı tamamen tesadüfi bir tasarım (CRD) uygulanarak yürütülmüştür. Toplanan veriler, IBM SPSS versiyon 20.0 paket programı kullanılarak varyans analizine (iki yönlü ANOVA) tabii tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 'Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi' kullanılarak belirlenmiştir (p ≤ 0.05). İncelenen özellikler ve parametreler arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla korelasyon analizi yapılmış ve hiyerarşik kümeleme ısı haritası oluşturulmuştur. Korelasyon analizi ile ısı

haritasının oluşturulmasında SRPLOT çevrimiçi platformu (Anonymous, 2024b) kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

Kadife çiçeklerine farklı konsantrasyonlarda oksalik asit uygulandıktan sonra bitkilerin optimal ve kısıtlı sulama koşullarında kuraklık stresine verdiği yanıtların araştırıldığı bu çalışmada, elde edilen varyans analizi sonucunda; çiçek çapı ve klorofil içeriği bakımından 'uygulama' faktörü, bitki boyu bakımından 'sulama rejimi' faktörü, prolin içeriği, membran zararlanma indeksi, MDA içeriği, yaprak alanı, oransal su içeriği ve kuraklık indeksi bakımından ise 'sulama rejimi x uygulama' faktörü istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ( $p \leq 0.05$ ).

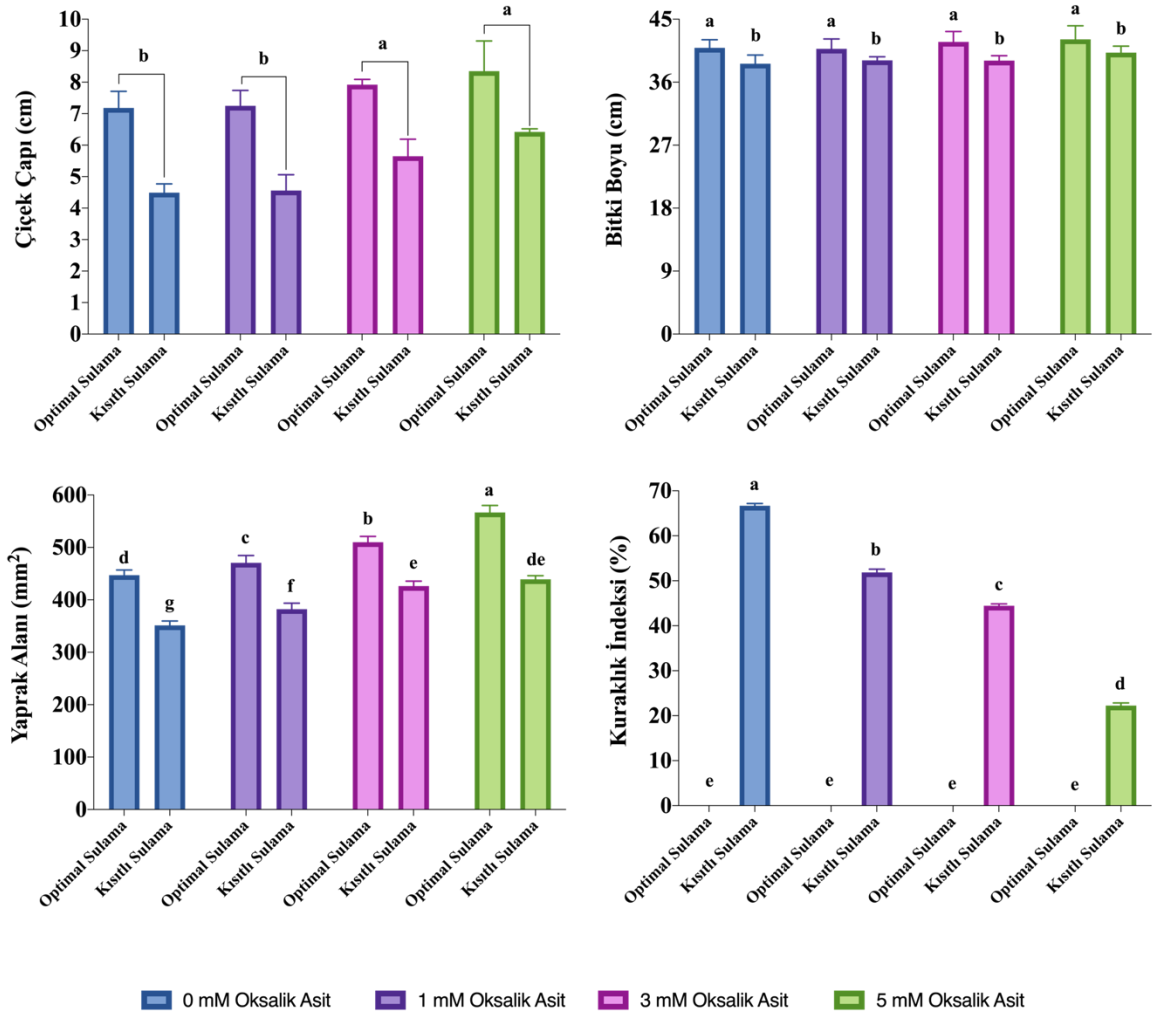
Optimal sulama koşullarında farklı oksalik asit konsantrasyonlarına göre çiçek çapı 8.35 cm ile 7.18 cm arasında değişirken, kısıtlı sulama koşullarında 4.49 cm ile 6.42 cm arasında değişiklik göstermiştir. Kısıtlı sulama koşullarında çiçek çapı, optimal sulama koşullarına göre önemli ölçüde azalmıştır. Her iki sulama rejiminde de en yüksek çiçek çapı değeri, 5 mM oksalik asit uygulaması ile elde edilirken; en küçük çiçek çapı değeri, oksalik asit uygulanmayan bitkilerde kaydedilmiştir. Oksalik asidin bitki boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır, ancak kısıtlı sulama koşullarında bitki boyu önemli ölçüde azalmıştır. Optimal sulama koşullarında bitki boyu ortalama 41.39 cm iken, kısıtlı sulama koşullarında 39.27 cm olarak ölçülmüştür.

Yaprak alanı hem sulama rejiminden hem de oksalik asit uygulamasından önemli ölçüde etkilenmiştir. En fazla yaprak alanı, optimal sulama koşullarında ve 5 mM oksalik asit uygulaması yapılan bitkilerde 566.67 mm<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. En az yaprak alanı ise oksalik asit uygulanmayan kısıtlı sulama koşullarındaki bitkilerde 351.33 mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Kısıtlı sulama koşullarında oksalik asit uygulaması, yaprak alanındaki küçülme oranını da azaltmıştır. Kısıtlı sulama koşullarında 5 mM oksalik asit uygulanan bitkilerde yaprak alanı (439.33 mm<sup>2</sup>), yalnızca kısıtlı sulama yapılan bitkilere ve diğer oksalik asit konsantrasyonlarına göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 1). Kısıtlı sulama koşullarında SPAD değerleri oksalik asit konsantrasyonlarına bağlı olarak 24.64 SPAD ile 36.27 SPAD arasında değişirken, optimal sulama koşullarında 44.33 SPAD ile 53.47 SPAD arasında farklılık göstermiştir. Oksalik asit uygulamalarından bağımsız olarak, kısıtlı sulanan bitkilerde klorofil içeriği, optimal sulanan bitkilere oranla önemli ölçüde azalmıştır. Her iki sulama rejiminde de, en yüksek SPAD değeri 3 mM oksalik asit uygulaması ile aynı istatistik grup içerisinde yer alan 5 mM oksalik asit uygulamasında belirlenmiştir.

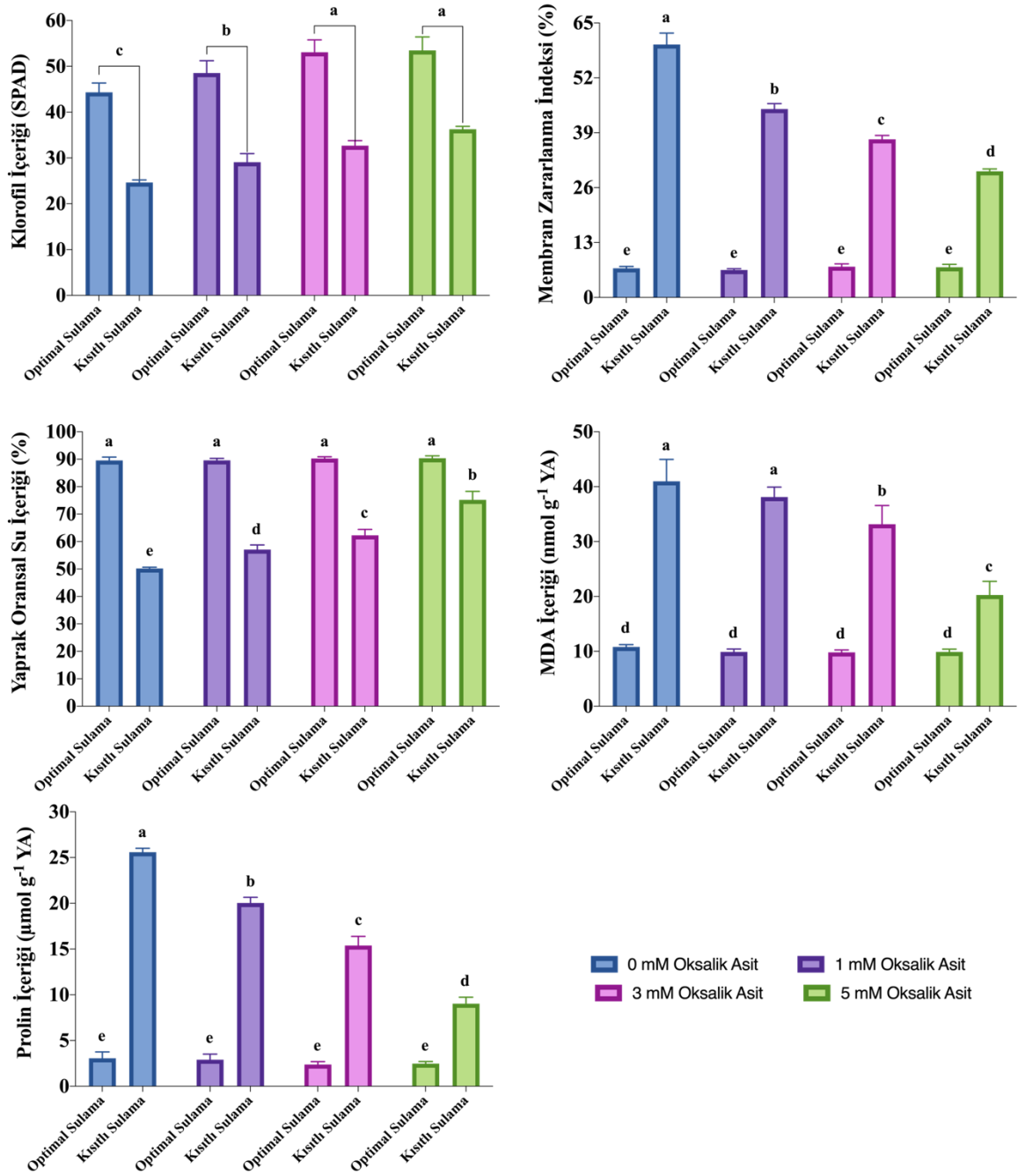


Membran zararlanma indeksi, kısıtlı sulama koşullarında önemli derecede artış göstermiştir. En yüksek membran zararlanma indeksi %59.90 ile oksalik asit uygulanmamış kısıtlı sulanan bitkilerde kaydedilmiştir. Kısıtlı sulama koşullarında oksalik asit uygulaması membran zararlanma indeksini, uygulama yapılmayan bitkilere göre önemli ölçüde azaltarak %29.87 seviyesine çekmiştir. En düşük membran zararlanma indeksi ise %6.50 ile optimal sulama koşullarında 1 mM oksalik asit uygulanan bitkilerde elde edilmiştir. Bu uygulama, optimal sulanan koşullarda 0 mM, 3 mM ve 5 mM oksalik asit uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Prolin içeriği, optimal sulama koşullarına göre kısıtlı sulama koşullarında önemli ölçüde artış göstermiştir. Ancak oksalik asit uygulamaları ile prolin içeriğindeki artış, konsantrasyonlara bağlı olarak azalmıştır. Kısıtlı sulanan koşullarda en yüksek prolin içeriği, 25.59  $\mu\text{mol g}^{-1}$  YA değeri ile oksalik asit uygulanmayan bitkilerden elde edilirken, en düşük prolin içeriği 5 mM oksalik asit uygulanan bitkilerde belirlenmiştir. Optimal sulama koşullarındaki bitkilerde prolin içeriği 2.48  $\mu\text{mol g}^{-1}$  YA ile 3.06  $\mu\text{mol g}^{-1}$  YA aralığında değişmiştir ve tüm oksalik asit konsantrasyonları (0 mM, 1mM, 3 mM ve 5 mM) aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Şekil 1).

Optimal sulama koşullarında oksalik asit uygulamasının yaprak oransal su içeriği üzerinde belirgin bir etkisi bulunmamıştır. Oksalik asit uygulanan ve uygulanmayan bitkiler arasında yaprak oransal su içeriği (%89.54-%90.33) açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, kısıtlı sulama koşullarında oksalik asit uygulaması yaprak oransal su içeriğinin korunmasına katkıda bulunmuştur. Optimal sulama koşullarına göre yaprak oransal su içeriği azalmış olsa da, kısıtlı sulama koşullarında 5 mM oksalik asit uygulaması, %75.20 yaprak oransal su içeriği ile diğer konsantrasyonlara ve oksalik asit uygulanmayan bitkilere göre daha yüksek bir seviyede kalmıştır. MDA içeriği açısından optimal sulama koşullarında oksalik asit uygulanan ve uygulanmayan bitkiler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Optimal sulama koşullarında MDA içeriği, kısıtlı sulama koşullarındaki bitkilere kıyasla önemli ölçüde düşük bulunmuştur. En yüksek MDA içeriği, kısıtlı sulama koşullarında 1 mM oksalik asit uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer alan kısıtlı sulama koşullarındaki oksalik asit uygulanmayan bitkilerde (40.97  $\text{nmol g}^{-1}$  YA) belirlenirken, 5 mM oksalik asit uygulaması (20.26  $\text{nmol g}^{-1}$  YA) ile MDA içeriği önemli ölçüde azalmıştır. Kısıtlı sulama koşullarında kuraklık indeksi optimal sulama koşullarına göre önemli ölçüde artış göstermiştir. En yüksek kuraklık indeksi, yalnızca kısıtlı sulama yapılan bitkilerde belirlenmiştir. Oksalik asit uygulaması ile kısıtlı sulamanın etkileri önemli ölçüde azalmıştır. Oksalik asit uygulanmayan kısıtlı sulama koşullarındaki bitkilerde kuraklık indeksi %66.67 iken, 5 mM oksalik asit uygulaması ile bu indeks %22.23 seviyesine gerilemiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Farklı konsantrasyonlardaki oksalik asit uygulamalarının optimal ve kısıtlı sulama koşulları altındaki kadife çiçeklerinde çiçek çapı, yaprak alanı, bitki boyu, klorofil içeriği, membran zararlanma indeksi, prolin içeriği, yaprak oransal su içeriği, MDA içeriği ve kuraklık indeksi parametreleri üzerine etkileri. \*Farklı harfler,  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı farklılıkları; hata çubukları, standart sapmayı göstermektedir.

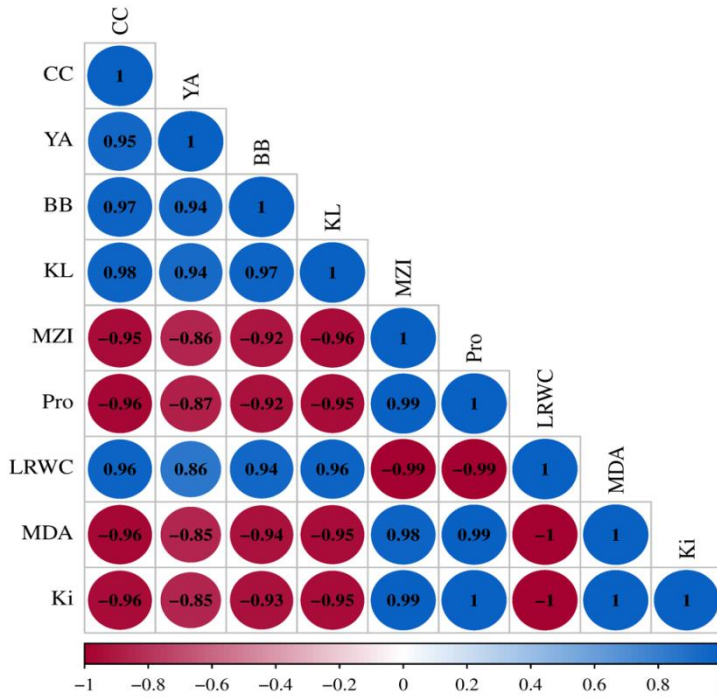


**Şekil 1 (devam).** Farklı konsantrasyonlardaki oksalik asit uygulamalarının optimal ve kısıtlı sulama koşulları altındaki kadife çiçeklerinde çiçek çapı, yaprak alanı, bitki boyu, klorofil içeriği, membran zararlanma indeksi, prolin içeriği, yaprak oransal su içeriği, MDA içeriği ve kuraklık indeksi parametreleri üzerine etkileri. \*Farklı harfler,  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı farklılıkları; hata çubukları, standart sapmayı göstermektedir.

### 3.1. Korelasyon Analizi ve Hiyerarşik Isı Haritası

Pearson korelasyon analizi, çiçek çapı ile yaprak alanı, bitki boyu, klorofil içeriği ve yaprak oransal su içeriği arasında; yaprak alanı ile bitki boyu, klorofil içeriği ve yaprak

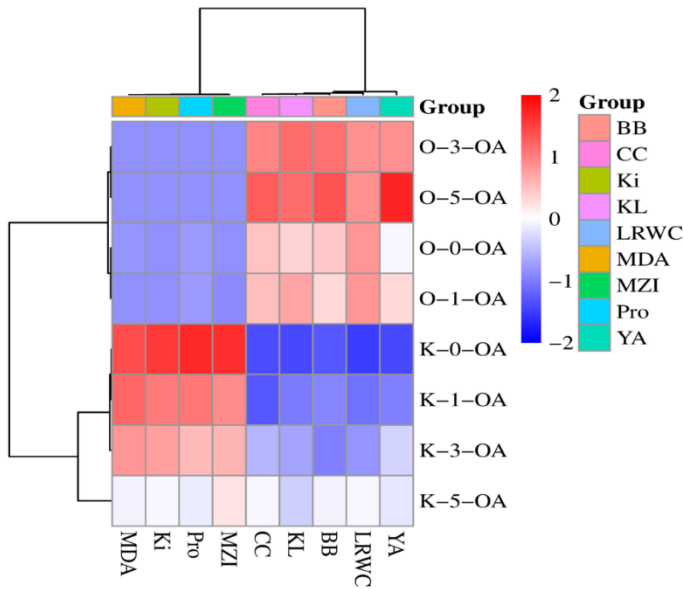
oransal su içeriği arasında; bitki boyu ile klorofil içeriği ve yaprak oransal su içeriği arasında; klorofil içeriği ile yaprak oransal su içeriği arasında; ve membran zararlanma indeksi ile prolin içeriği, kuraklık indeksi ve MDA içeriği arasında güçlü pozitif korelasyonlar olduğunu göstermiştir. Ayrıca, çiçek çapı, yaprak alanı, bitki boyu ve klorofil içeriği ile membran zararlanma indeksi, prolin içeriği, MDA içeriği ve kuraklık indeksi arasında negatif yönlü güçlü korelasyonlar bulunmuştur. Membran zararlanma indeksi ve prolin içeriği, yaprak oransal su içeriği ile; yaprak oransal su içeriği ise MDA içeriği ve kuraklık indeksi ile negatif yönlü güçlü korelasyonlar göstermiştir.



**Şekil 2.** Oksalik asit uygulamasının farklı sulama rejimlerinde incelenen parametreler arasındaki korelasyon analizi. Analizde, Pearson yöntemi kullanılarak korelasyon hesaplanmıştır. Korelasyon değerleri, düşük değerler için koyu kırmızı, yüksek değerler için ise koyu mavi renklerle görselleştirilmiştir. BB: bitki boyu, CC: çiçek çapı, Ki: kuraklık indeksi, KL: klorofil içeriği, LRWC: yaprak oransal su içeriği, MDA: MDA içeriği, MZI: membran zararlanma indeksi, Pro: prolin içeriği, YA: yaprak alanı.

Hiyerarşik kümeleme ısı haritasına göre, incelenen parametreler iki ana kümeye ayrılmıştır. İlk ana kümede, membran zararlanma indeksi, prolin içeriği, kuraklık indeksi ve MDA içeriği yer almıştır. İkinci ana kümede ise yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği, bitki boyu, klorofil içeriği ve çiçek çapı özellikleri yer almıştır. Isı haritasında, farklı sulama rejimlerinde uygulanan farklı konsantrasyonlardaki oksalik asit uygulamaları da iki ana kümeye ayrılmıştır. İlk ana kümede, membran zararlanma indeksi, prolin içeriği, kuraklık

indeksi ve MDA içeriği parametrelerinde daha düşük ortalamalarla temsil edilen optimal sulama koşulları altında oksalik asit uygulamaları yer almıştır. Ayrıca bu küme, diğer parametreler bakımından daha yüksek ortalamalar göstermiştir. İkinci ana kümede ise yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği, bitki boyu, klorofil içeriği ve çiçek çapı özellikleri bakımından daha düşük ortalamalarla temsil edilen kısıtlı sulama altında oksalik asit uygulamaları yer almıştır. Bu küme, diğer parametreler bakımından daha yüksek ortalamalar göstermiştir. İkinci ana kümede, kısıtlı sulama koşullarında 5 mM oksalik asit (K-5-OA) uygulaması; membran zararlanma indeksi, prolin içeriği, kuraklık indeksi ve MDA içeriği gibi stres göstergelerinde daha düşük, yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği, bitki boyu, klorofil içeriği ve çiçek çapı gibi parametrelerde daha yüksek değerler sağladığı için gelişmiş fizyolojik performans sergileyen ilk alt küme olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** İncelenen parametrelerin farklı sulama rejimlerinde her bir oksalik asit konsantrasyonu için hiyerarşik kümeleme ısı haritası. Kümeleme yöntemi, ortalama olarak seçilmiş ve mesafe hesaplama yöntemi olarak korelasyon kullanılmıştır. Renkli ölçek, mavi renkten kırmızı renge kadar bir artışı göstermektedir. BB: bitki boyu, CC: çiçek çapı, Ki: kuraklık indeksi, KL: klorofil içeriği, LRWC: yaprak oransal su içeriği, MDA: MDA içeriği, MZI: membran zararlanma indeksi, Pro: prolin içeriği, YA: yaprak alanı. O: optimal sulama, K: kısıtlı sulama, OA: oksalik asit ve 0, 1, 3 ve 5 ise oksalik asidin 0, 1, 3 ve 5 mM konsantrasyonları.

#### 4. Tartışma

Bitkiler, stres koşullarına verdikleri yanıtları morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal düzeylerde farklı yollarla göstermektedir. Her bitki türü, bu koşullara uyum sağlamak için kendi morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal adaptasyon stratejilerini geliştirmiştir. Türlerin

adaptasyon stratejileri arasındaki farklılık, strese karşı dayanıklılık seviyelerini ve hayatta kalma yeteneklerini belirlemektedir. Bununla birlikte, stresin bitkiler üzerindeki genel etkilerini değerlendirmede klorofil içeriği, yaprak oransal su içeriği, MDA içeriği, prolin içeriği ve membran zararlanma indeksi gibi fizyolojik ve biyokimyasal parametreler yaygın olarak kullanılan göstergelerdir. Stres koşulları altında bitkilerde prolin ve MDA seviyelerinin yükseldiği, membran bütünlüğünün bozulduğu, ayrıca yaprak oransal su içeriği ve klorofil içeriğinin azaldığı rapor edilmiştir (Babaei ve ark., 2021, Amnan ve ark., 2022; Daler ve ark., 2024). Optimal ve kısıtlı sulama koşullarında kadife çiçeklerinin kuraklık stresine verdiği yanıtları ve oksalik asidin bitki performansını iyileştirme potansiyelini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada da, kuraklık stresi altında prolin ve MDA içeriklerinin arttığı, yaprak oransal su içeriği ve klorofil içeriğinin azaldığı, ayrıca membran bütünlüğünün bozulmasıyla membran zararlanma indeksinin yükseldiği belirlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği, hem yaprak su potansiyelinin hem de osmotik ayarlamının olası etkilerini dikkate alarak hücrel hidrasyon düzeylerini yansıtmaktadır. Osmotik ayarlama, kuraklık stresi altında hücrel hidrasyonu korumanın güçlü bir mekanizmasıdır. Yaprak oransal su içeriği, hücrel hidrasyonun optimal olduğu tam turgor durumundaki yapraklarda %98'den, önemli derecede kurumuş ve ölmekte olan yapraklarda ise yaklaşık %30-%40'a kadar değişmektedir. Çoğu bitki türünde, yaprak oransal su içeriği; solma noktası başlangıcında yaklaşık %60 ila %70 civarındadır (Barr ve Weatherley, 1962). Diğer bir ifadeyle, yüksek yaprak oransal su içeriği, bitkilerde su alımının yeterli olduğunu ve hücrelerin osmotik basıncının dengede olduğunu ifade ederken; düşük oransal su içeriği, su eksikliğine bağlı olarak hücrelerde su kaybının meydana geldiğini ve bitkinin su dengesinin bozulduğunu, dolayısıyla bitkinin su stresine girdiğini işaret etmektedir. Kısıtlı sulama koşullarında oksalik asit uygulanan kadife bitkilerinde yaprak oransal su içeriği (%57.08-%75.20), optimal sulanan bitkiler (%90.00) kadar olmasa da; yalnız kısıtlı sulanan bitkilere göre (%50.20) önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu bulgu, oksalik asidin bitkilerde su dengesinin korunmasında ve hücrel hidrasyonun sağlanmasında önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Prolin içeriğine ilişkin bulgular da oksalik asidin osmoregülatif etkileri olabileceğini desteklemektedir. Prolin, sitoplazma ve vakuol arasında hücrel osmotik dengeyi sağlayan, reaktif oksijen türlerini detoksifiye ederek membran bütünlüğünü koruyan düşük moleküler ağırlıklı bir amino asittir (Chaves ve ark., 2010; Procházková ve ark., 2016). Oksalik asit uygulaması ile birlikte, kısıtlı sulama altındaki bitkilerde prolin birikiminin azaldığı görülmüştür. Oksalik asit, su stresi durumunda osmotik dengenin sağlanmasında ihtiyaç duyulan prolin miktarını azaltmış olabilir.

Düşük yaprak oransal su içeriği, bitkilerin metabolizmasında özellikle, fotosentez sürecinde elektron taşıma zincirinde bozulmalar meydana gelmesine ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesine neden olmaktadır (Lawlor, 2002). ROS birikimi, oksidatif stresi artırmakta ve hücrel bileşenlere zarar vererek lipid peroksidasyonu, protein denatürasyonu ve DNA hasarına yol açabilmektedir. Yüksek oranda zararlanan membranlarda, MDA seviyeleri artmaktadır. MDA, lipid peroksidasyonunun bir ürünü olup, hücre zarlarının hasar görmesiyle ilişkilidir. MDA seviyelerinin yükselmesi, bitkilerin membran bütünlüğünü korumadaki zorlukları göstermekte ve yaşamsal birçok faaliyeti tehdit eden hücrel zararlanmaları işaret etmektedir (Karamian ve ark., 2020; Zahedi ve ark., 2023). Oksalik asit uygulamalarının, kısıtlı sulanan kadife çiçeklerinde; membran hasarını azalttığı belirlenmiştir. Oksalik asidin, oksidatif stresin etkilerini azaltarak hücrel bütünlüğü korumada bitkiye destek sağlamış olabileceği düşünülmektedir. Membran zararlanma indeksi sonuçları da, oksalik asidin hücre zararını korumadaki işlevselliğini destekler niteliktedir. Oksalik asit, hücre içindeki su dengesini koruyarak hücrelerin yapısal bütünlüğünü desteklemiş ve membran stabilitesini artırmış olabilir. Yaprak oransal su içeriğindeki artma ve prolin birikimindeki azalma yanında membran zararlanma indeksi ile MDA içeriğindeki düşüş, oksalik asidin bitki su dengesi üzerinde olası rolünü güçlendirmektedir. Aynı zamanda, düşük membran zararlanma derecesi ile MDA içeriği, oksalik asidin; reaktif oksijen türlerinin (ROS) zararlı etkilerini azaltma potansiyeline sahip olabileceğini, savunma mekanizmalarını teşvik ederek hücre zarlarının korunmasına yardımcı olabileceğini ve iyon dengesini düzenleyerek hücrel işlevleri destekleyebileceği olasılıklarını da düşündürmektedir.

Kuraklık stresi altındaki bitkilerin klorofil içeriğinde azalma görülebilmektedir. Su eksikliği, stomaların kapanmasına yol açarak karbondioksit alımını azaltmaktadır. Bu durum, fotosentez oranını düşürerek bitkilerin enerji üretimini kısıtlamakta ve sonuç olarak klorofil sentezinin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca su stresi, kloroplastların işlevselliğini olumsuz yönde etkileyerek oksidatif stresin artmasına yol açmaktadır. Artan oksidatif stres, klorofilin yapısal bütünlüğünün bozulmasına ve klorofil içeriğinin azalmasına neden olmaktadır (Flexas ve ark., 2013, Daler ve ark., 2024). Kuraklık koşulları, bitkilerin besin elementlerini, özellikle klorofil sentezi için kritik olan azot ve magnezyum gibi maddeleri almasını zorlaştırmakta; bu maddelerin eksikliği, klorofil içeriğinin azalmasına katkıda bulunmaktadır (Zheng ve ark., 2007). Su stresinin yaprak yaşlanma süreçlerini hızlandırması da klorofil kaybına yol açarak klorofil içeriğinin azalmasında etkili bir diğer faktördür. Oksalik asit uygulamaları sonucunda, kısıtlı sulanan bitkilerdeki klorofil içeriğinin, oksalik asit uygulanmamış kısıtlı sulanan bitkilere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Optimal sulama koşullarının klorofil içeriği

üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Optimal sulama koşullarında, bitkilerin su alımı yeterli düzeyde olduğu için klorofil sentezi desteklenmiş, dolayısıyla en yüksek klorofil içeriği elde edilmiştir. Kısıtlı sulama koşullarında ise bitkilerde yaşanan su stresi nedeniyle klorofil sentezi inhibe edilmiştir ve/veya mevcut klorofil parçalanarak klorofil kaybı yaşanmıştır. Oksalik asit uygulaması, bitkilerin stres yanıtlarını düzenleyerek klorofil sentezindeki düşüşü ve/veya klorofil parçalanmasını bir miktar azaltmış olabilir. Oksalik asit, reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimini engelleyerek klorofilin yapısal bütünlüğünü korumuş olabilir. Oksalik asidin bitkilerin besin elementlerini daha etkin kullanmalarına yardımcı olması da klorofil sentezini desteklemiş olabilir. Bu bağlamda, oksalik asidin hücre büyümesini teşvik etmesi ve kloroplast gelişimini artırması da klorofil içeriğini artırıcı bir etki yaratmış olabilir. Bu hipotezler, oksalik asidin stres koşullarında bitkilerin klorofil içeriğini koruyucu bir rol oynadığını ve/veya klorofil sentezini desteklediğini öne sürmektedir.

Oksalik asidin stres koşullarına toleransı artırmak amacıyla eksojen kullanımına dair sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte, bu çalışmalarda oksalik asidin; ROS ile aracılık edilen sinyal iletim yollarını etkileyerek ve ROS üretimini azaltarak oksidatif stresi baskıladığı (Liang ve ark., 2009), hücre ekspansiyonunu arttırdığı ve ksilem gelişimini desteklediği (Çoban ve Aras, 2023), bitki hücrelerinin asit-baz dengesini düzenlediği ve su dengesini sağladığı (Gupta ve ark., 2024), hormon seviyeleri ile DNA, RNA içeriklerini etkilediği, antioksidan enzimlerin aktiviteleri ile yeni yanıt veren protein bantlarının sayısını arttırdığı (Sadak ve Orabi, 2015), bitkilerde besin maddesi alımını artırmada kritik bir rol oynadığı (Pan ve ark., 2016) ancak bitkilerde azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) seviyelerinin düzenlenmesi veya alımı üzerindeki etkilerinin henüz tam olarak anlaşılamadığı (Anwar ve ark., 2018) rapor edilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen bu bulgular, oksalik asidin stres toleransındaki rolü hakkında bu çalışmada geliştirilen hipotezleri desteklemekte ve oksalik asit üzerine yürütülmüş / yürütülecek araştırmaların önemini vurgulamaktadır.

Yüksek konsantrasyonlarda oksalik asit kullanımının bitkilerde toksik etkilere neden olabileceği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2010). Bu çalışmada ise, oksalik asidin üç farklı konsantrasyonunun (1 mM, 3 mM, 5 mM) bitkiler üzerindeki olumlu etkilerinin artan konsantrasyonlarla birlikte yükseldiği tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgu, Wang ve ark., (2010) tarafından elde edilen sonuç ile örtüşmemektedir. Araştırmacılar, 5 mM L<sup>-1</sup> oksalik asit uygulamasının kurşun stresi altındaki *Iris lactea* var. *chinensis* bitkilerinde toksik etkiye neden olduğunu ve daha düşük konsantrasyonlarda kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonuçları arasındaki bu çelişki, bitki türü, yetiştirme koşulları ve stres faktörlerindeki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Kullanılan madde ile konsantrasyonun etkinliği, bitki



türleri arasında farklılık gösterebilir. Bitki türü ve yetiştirme koşullarının farklılığı, organik asitlerin bitkiler üzerindeki etkilerini önemli ölçüde etkileyebilir. Ağır metal stresi ve su stresi, bitkilerin fizyolojik yanıtlarını farklı şekillerde etkileyebilir. Birçok araştırmada da, oksalik asidin bitkilerdeki rolünün mevcut koşullara, konsantrasyona ve uygulama şekline bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir (Lehner ve ark., 2008; Chen ve ark., 2024). Diğer yandan, bu çalışmada elde edilen bulgular; kadife çiçeklerinde kuraklık stresi ve diğer stres faktörlerinin etkilerini araştıran birçok çalışma ile örtüşmektedir (Umar ve ark., 2017; Azizi ve ark., 2021; Babaei ve ark., 2021). Salisilik asit başta olmak üzere bitkilerde stres faktörlerinin etkilerini azaltmada başarılı bulunan diğer maddeler gibi, oksalik asidin de; bitkilerin stres yanıtlarını düzenleyerek, büyüme ve gelişmeleri ile morfolojik özelliklerini olumlu yönde etkileyebileceği görülmektedir.

Bitkide meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikler, stres koşullarının şiddetine bağlı olarak morfolojik özellikler üzerinde belirgin etkilere yol açabilmektedir. Bu değişimler, bitkinin büyüme ve gelişmesi ile genel görünümünü önemli ölçüde etkileyebilir. Su eksikliği, yaprak alanı, bitki boyu ve çiçek çapı gibi morfolojik parametrelerde gözle görülür azalmalar ile kendini gösterebilir (Anjum ve ark., 2017; Umar ve ark., 2017). Su eksikliği durumunda, stomaların kapanması ve klorofil seviyelerinin düşmesi gibi faktörler nedeniyle; fotosentez verimliliği azalabileceği için yaprak, çiçek ve sürgün büyüme ve gelişmesi olumsuz etkilenebilir. Hem büyüme ve gelişme sınırlanabilir hem de organlarda büzülme ve küçülme meydana gelebilir. Diğer bir ifadeyle, hem büyüme performansında düşüş yaşanabilir hem de fiziksel yapılarda bozulmalar görülebilir. Hücrelerin su alımındaki azalma, hücre büyüklüğü ve sayısında bir düşüşe yol açabilir ve bu durum, yaprak alanının küçülmesi, çiçek çapının daralması ve bitki boyunun kısalmasıyla sonuçlanabilir. Bu çalışmada, kısıtlı sulanan bitkilerin yaprak alanı, çiçek çapı ve bitki boyu özelliklerinde optimal sulanan bitkilere göre bir azalma olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresinin, hücre içi su dengesinin bozulmasına ve hücre zarında hasara yol açarak bitkilerin genel görünümünde kalite kaybı yaşatan bir dizi fizyolojik ve biyokimyasal değişikliğe neden olduğu saptanmıştır. Bitki boyu önemli ölçüde kısalmış, çiçek çapı ve yaprak alanları ise küçülmüştür. Bitkilerin kompakt yapılarında bozulmalar gözlemlenmiştir. Bitkilerin genel görünümü dikkate alınarak oluşturulan kuraklık indeksi değeri de, bu bulguları desteklemektedir. Kısıtlı sulanan bitkilerde kuraklık indeksi, kalite kaybının %66.67 oranında gerçekleştiğini göstermektedir.

Oksalik asit uygulamaları, kısıtlı sulama koşulları altında kadife çiçeklerinin yaprak alanı ve çiçek çapı özelliklerini iyileştirmiştir. Oksalik asidin yaprak alanı üzerindeki olumlu etkileri, büyüme ve gelişmeyi iyileştirmesinden daha ziyade, stres koşullarına verilen yanıtta

savunma mekanizmalarını aktive ederek bitkiye destek sağlamasından kaynaklanıyor olabilir. Çiçek çapındaki olumlu etkiler ise, büyüme ve gelişme üzerinde artırıcı etkileri ile birlikte stresle başa çıkma yeteneğini iyileştirmesinden ileri geliyor olabilir. Çünkü kadife çiçeklerinde, çiçeklenme aşamasında; vejetatif aksamın büyüme ve gelişmesi önemli ölçüde sınırlanmaktadır ve generatif büyüme ve gelişme devam etmektedir (Ramashala, 2024). Bununla birlikte, bitki boyu üzerinde oksalik asit uygulamasının anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Bu durum, oksalik asidin kuraklık stresine maruz kalmadan önce uygulanmış olması ve kadife çiçeklerinin belirli bir büyüme aşamasına ulaşmış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Oksalik asidin, birçok tarımsal üründe morfolojik özellikler üzerine olumlu etkilerinin varlığını rapor eden başka çalışmalar bulunmaktadır (Anwar ve ark., 2018, Çoban ve Aras, 2023; Soukht Saraei ve ark., 2024).

Fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ile morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler, korelasyon analizi ile açıkça ortaya konmuştur. Birçok araştırmacı tarafından da stres koşulları altında MDA içeriği, membran zararlanma indeksi ve prolin içeriği gibi parametrelerdeki artışa karşılık; çiçek çapı, yaprak alanı ve bitki boyu gibi morfolojik özelliklerde bir azalış ile kendini gösteren negatif korelasyonlar rapor edilmiştir. Aynı zamanda yaprak oransal su içeriği, klorofil içeriği gibi parametrelerdeki artış ile morfolojik özelliklerde bir artış olduğuna ilişkin pozitif korelasyonlar olduğu belirtilmiştir (Umar ve ark., 2017; Daler ve ark., 2024; Zhao ve ark., 2024). Çiçek çapı ile yaprak alanı, bitki boyu, klorofil içeriği ve yaprak oransal su içeriği arasındaki güçlü pozitif korelasyonlar, bitkilerde su dengesinin iyi durumda olduğuna ilişkin bir göstergedir. Bununla birlikte, membran zararlanma indeksi ile prolin içeriği, kuraklık indeksi ve MDA içeriği arasındaki pozitif korelasyonlar, bitkilerin su stresine maruz kaldığında hücre zarlarında hasarın artması ve bu hasara karşı savunma mekanizmalarının devreye girmesiyle açıklanabilir. Bu, hasarın morfolojik özellikler üzerinde ciddi yansımaları olduğunu göstermektedir. Negatif korelasyonlar ise, kuraklık koşullarında çiçek çapı, yaprak alanı, bitki boyu ve klorofil içeriğinin azalmasının, hücre zarlarının zarar görmesiyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Membran zararlanma indeksi, yaprak oransal su içeriği ile negatif yönde ilişkili olduğundan, bu durum, bitkinin su kaybı yaşadığı anlamına gelmektedir.

Hiyerarşik kümeleme ısı haritasına göre, kısıtlı sulama koşullarında 5 mM oksalik asit uygulamasının stres göstergelerinde düşük, morfolojik parametrelerde yüksek değerler sağlaması, oksalik asidin bitkilerin fizyolojik performansını iyileştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, oksalik asidin kuraklık stresini azaltıcı etkisini destekler nitelikte olup, bitkilerin

kuraklık koşullarında mevcut durumlarını sürdürülebilir potansiyelini artırdığına işaret etmektedir.

Genel olarak, elde edilen bulgular, sulama rejimlerinin ve oksalik asit uygulamalarının bitki gelişimi üzerindeki önemli etkilerini vurgulayarak, tarımsal uygulamalarda stres yönetimi için stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Ancak, kontrollü koşullar altında uygulanmış olması, bulguların farklı iklim koşullarında geçerliliğini sorgulatmaktadır. Tarım alanlarında karşılaşılan değişken çevresel faktörler, sulama rejimleri ve oksalik asit uygulamalarının etkilerini farklılaştırabilir.

## 5. Öneriler

Kadife çiçeklerinde kuraklık stresinin neden olduğu belirtileri azaltmada 5 mM konsantrasyonunda oksalik asidin etkili olduğu belirlenmiştir. İdeal konsantrasyonlarda uygulandığında oksalik asidin, abiyotik stres toleransını artırmak için umut verici bir elisitör adayı olduğu görülmektedir. Oksalik asit uygulaması, optimal sulama koşullarında da bitki morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerini olumlu yönde etkilemiştir. Bitkisel tasarımlarda kullanılacak bitki türlerinde, dikim öncesinde ve/veya yetiştiricilik sırasında elisitör uygulamalarının, bitkilerin kuraklık ve diğer çevresel stres faktörlerine karşı toleransını artırmada etkili bir strateji olabileceği düşünülmektedir. Bu uygulamalar, bitkilerin stres altında performanslarını iyileştirerek sürdürülebilir bitkisel tasarımların geliştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir. Ancak, elisitör uygulamalarının ideal konsantrasyonlarının belirlenmesi ve etkilerinin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Oksalik asidin ve diğer elisitörlerin farklı bitki türleri ve yetiştirme koşullarında etkilerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması, bu uygulamaların etkinliğini artırabilir ve sürdürülebilirliği destekleyebilir. Gelecek araştırmalar, elisitörlerin etki mekanizmalarını derinlemesine anlamak ve çeşitli stres koşulları altında bitki performansını artırmak için kapsamlı değerlendirmeler yapmalıdır. Ayrıca, elisitörlerin bitki büyümesi, stres toleransı ve görsel kalite üzerindeki uzun vadeli etkileri üzerine de çalışılmalıdır. Bu yaklaşım, kuraklık gibi zorlu koşullarla başa çıkma yeteneğini artırarak sürdürülebilir peyzaj tasarımları ve tarım uygulamalarının geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

## Teşekkür

Bu çalışma, VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde poster bildiri olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Anonymous. (2024a). <https://www.google.com.tr/maps/place>. Erişim Tarihi: 21.06.2024.
- Anonymous. (2024b). <https://www.bioinformatics.com.cn/en>. Erişim Tarihi: 21.06.2024.
- Ahmad, B., Zaid, A., Sadiq, Y., Bashir, S., & Wani, S. H. (2019). Role of selective exogenous elicitors in plant responses to abiotic stress tolerance. In Hasanuzzaman, M., Hakeem, K., Nahar, K., Alharby, H. (eds), *Plant Abiotic Stress Tolerance: Agronomic, Molecular and Biotechnological Approaches* (pp. 273-290). Springer, Cham.
- Amnan, M. A. M., Aizat, W. M., Khaidizar, F. D., & Tan, B. C. (2022). Drought stress induces morpho-physiological and proteome changes of *Pandanus amaryllifolius*. *Plants*, *11*(2), 221. <https://doi.org/10.3390/plants11020221>.
- Anjum, S. A., Ashraf, U., Zohaib, A., Tanveer, M., Naeem, M., Ali, I., Nazir, U., & Tabassum T. (2017). Growth and development responses of crop plants under drought stress: a review. *Zemdirbyste-Agriculture*, *104*(3), 267-276. <https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.034>.
- Anwar, R., Gull, S., Nafees, M., Amin, M., Hussain, Z., Khan, A. S., & Malik, A. U. (2018). Pre-harvest foliar application of oxalic acid improves strawberry plant growth and fruit quality. *Journal of Horticultural Science and Technology*, *1*(1), 35-41. <https://doi.org/10.46653/jhst180101035>.
- Arbani, M. R., Jari, S. K., Fatehi, F., Khalighi, A. (2020). The effect of humi-forthi and L-arginine amino acid on growth, physiological and biochemical characteristics of Marigold (*Tagetes erecta*) under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *51*(2), 365-373. <https://doi.org/10.22059/ijhs.2019.262454.1483>.
- Asghari, J., Mahdavia, H., Rezaei-Chiyaneh, E., Banaei-Asl, F., Amani Machiani, M., Harrison, M. T. (2023). Selenium nanoparticles improve physiological and phytochemical properties of basil (*Ocimum basilicum* L.) under drought stress conditions. *Land*, *12*(1), 164. <https://doi.org/10.3390/land12010164>.
- Çoban, G. A., & Aras, S. (2023). Effects of ascorbic and oxalic acids on cucumber seedling growth and quality under mildly limey soil conditions. *Gesunde Pflanzen*, *75*(5), 1925-1932. <https://doi.org/10.1007/s10343-022-00809-w>.
- Azizi, F., Moghaddam, M., Farsaraei, S., & Moshfegh, D. M. (2021). The effect of azomite application on reducing the damage of salinity stress in Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.). *Plant Productions*, *44*(2), 247-258. <https://doi.org/10.22055/ppd.2019.29933.1778>.

- Baenas, N., García-Viguera, C., & Moreno, D. A. (2014). Elicitation: a tool for enriching the bioactive composition of foods. *Molecules*, *19*(9), 13541-13563. <https://doi.org/10.3390/molecules190913541>.
- Babaei, K., Moghaddam, M., Farhadi, N., & Pirbalouti, A. G. (2021). Morphological, physiological and phytochemical responses of Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.) to drought stress. *Scientia Horticulturae*, *284*, 110116. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110116>.
- Barrs, H. D., & Weatherley, P. E. (1962). A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Australian Journal of Biological Sciences*, *15*(3), 413-428. <http://dx.doi.org/10.1071/BI9620413>.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. A., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, *39*, 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>.
- Chaves, M. M., Zarrouk, O., Francisco, R., Costa, J. M., Santos, T., Regalado, A. P., Rodrigues, M. L., & Lopes, C. M. (2010). Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*, *105*(5), 661-676. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq030>.
- Chen, J., Tang, L., Guo, W., Wang, D., Sun, Y., & Guo, C. (2024). Oxalic acid secretion alleviates saline-alkali stress in alfalfa by improving photosynthetic characteristics and antioxidant activity. *Plant Physiology and Biochemistry*, *208*, 108475. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108475>.
- Daler, S., Korkmaz, N., Kılıç, T., Hatterman-Valenti, H., Karadağ, A., & Kaya, O. (2024). Modulatory effects of selenium nanoparticles against drought stress in some grapevine rootstock/scion combinations. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, *11*(1), 108. <https://doi.org/10.1186/s40538-024-00609-6>.
- Daler, S., & Uygun, E. (2024). Effects of putrescine application against drought stress on the morphological and physiological characteristics of grapevines. *Applied Fruit Science*, *66*(2), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10341-024-01109-5>.
- Earl, H. J. (2003). A precise gravimetric method for simulating drought stress in pot experiments. *Crop Science*, *43*(5), 1868-1873. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1868>.
- Farieri, E., Toscano, S., Ferrante, A., & Romano, D. (2016). Identification of ornamental shrubs tolerant to saline aerosol for coastal urban and peri-urban greening. *Urban Forestry & Urban Greening*, *18*, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.02.014>.
- Flexas, J., Niinemets, Ü., Gallé, A., Barbour, M. M., Centritto, M., Diaz-Espejo, A., Douthe, C., Galmes, J., Ribas-Carbo, M., Rodriguez, P. L., Rosello, F., Soolanayakanahally, R.,

- Tomas, M., Wright, I. J., Farquhar, G. D. & Medrano, H. (2013). Diffusional conductances to CO<sub>2</sub> as a target for increasing photosynthesis and photosynthetic water-use efficiency. *Photosynthesis Research*, *117*, 45-59. <https://doi.org/10.1007/s11120-013-9844-z>.
- Gupta, M., Kumar, S., Dwivedi, V., Gupta, D. G., Ali, D., Alarifi, S., Patel, A., & Yadav, V. K. (2024). Selective synergistic effects of oxalic acid and salicylic acid in enhancing amino acid levels and alleviating lead stress in *Zea mays* L.. *Plant Signaling & Behavior*, *19*(1), 2400451. <https://doi.org/10.1080/15592324.2024.2400451>.
- Hussain, S., Hussain, S., Qadir, T., Khaliq, A., Ashraf, U., Parveen, A., Saqib M., & Rafiq, M. (2019). Drought stress in plants: An overview on implications, tolerance mechanisms and agronomic mitigation strategies. *Plant Science Today*, *6*(4), 389-402. <https://doi.org/10.14719/pst.2019.6.4.578>.
- Jamiołkowska, A. (2020). Natural compounds as elicitors of plant resistance against diseases and new biocontrol strategies. *Agronomy*, *10*(2), 173. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020173>.
- Karamian, R., Ghasemlou, F., & Amiri, H. (2020). Physiological evaluation of drought stress tolerance and recovery in *Verbascum sinuatum* plants treated with methyl jasmonate, salicylic acid and titanium dioxide nanoparticles. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, *154*(3), 277-287. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1591535>.
- Kapluhan, E. (2013). Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, *27*, 487-510.
- Kılıç, T. (2023). Seed treatments with salicylic and succinic acid to mitigate drought stress in flowering kale cv. 'Red Pigeon F<sub>1</sub>'. *Scientia Horticulturae*, *313*, 111939. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111939>
- Lawlor, D. W. (2002). Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*, *89*(7), 871-885. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf110>.
- Lehner, A., Meimoun, P., Errakhi, R., Madiona, K., Barakate, M., & Bouteau, F. (2008). Toxic and signalling effects of oxalic acid: Oxalic acid-natural born killer or natural born protector?. *Plant Signaling & Behavior*, *3*(9), 746-748. <https://doi.org/10.4161/psb.3.9.6634>.
- Li, A., Sun, X., & Liu, L. (2022). Action of salicylic acid on plant growth. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 878076. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.878076>.

- Liang, Y., Strelkov, S. E., & Kav, N. N. (2009). Oxalic acid-mediated stress responses in *Brassica napus* L.. *Proteomics*, 9(11), 3156-3173. <https://doi.org/10.1002/pmic.200800966>.
- Lutts, S., Kinet, J. M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78(3), 389-398. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>.
- OIV & International Plant Genetic Resources Institute. (1997). *Descriptors for grapevine (Vitis spp.)* (Vol. 19). Bioversity International.
- Pan, F., Liang, Y., Zhang, W., Zhao, J., & Wang, K. (2016). Enhanced nitrogen availability in karst ecosystems by oxalic acid release in the rhizosphere. *Frontiers in Plant Science*, 7, 687. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00687>.
- Panchal, P., Miller, A. J., & Giri, J. (2021). Organic acids: versatile stress-response roles in plants. *Journal of Experimental Botany*, 72(11), 4038-4052. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab019>.
- Pichakum, N., & Pichakum, A. (2021). Evaluating the drought endurance of landscaping ground cover plants in a roof top model. *Horticulturae*, 7(2), 31. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020031>.
- Procházková, D., Jan, S., Abd-Allah, E. F., & Ahmad, P. (2016). Water stress in grapevine (*Vitis vinifera* L.). In Ahmad, P. (ed.), *Water Stress and Crop Plants: A Sustainable Approach* (pp. 412-421). Wiley.
- Ramashala, T., (2024). Marigold flower production guideline. Erişim adresi: [www.dalrrd.gov.za](http://www.dalrrd.gov.za), Erişim Tarihi: 20.08.2024.
- Sadak, M. S., & Orabi, S. A. (2015). Improving thermo tolerance of wheat plant by foliar application of citric acid or oxalic acid. *International Journal of ChemTech Research*, 8(1), 111-123.
- Soukht saraei, N., Varasteh, F., & Alizadeh, M. (2024). The effect of foliar application of ascorbic acid and oxalic acid on the physiological responses of strawberry cv. Camarosa. *Journal of Horticultural Science*, 37(4), 1073-1086. <https://doi.org/10.22067/jhs.2023.81120.1240>.
- Savé, R. (2007). What is stress and how to deal with it in ornamental plants?. *VI International Symposium on New Floricultural Crops, Acta Horticulturae*, 813, 241-254. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.813.31>.
- Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroğlu, T., Abdul-Wajid, H. H., & Battaglia, M. L. (2021). Drought stress impacts on plants and

- different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*, *10*(2), 259. <https://doi.org/10.3390/plants10020259>.
- Taylor, L. H. (2020). Reasons to consider drought-tolerant landscaping. <https://www.th.espruce.com/drought-tolerant-landscaping-what-to-know-2736660>.
- Toscano, S., Ferrante, A., & Romano, D. (2019). Response of Mediterranean ornamental plants to drought stress. *Horticulturae*, *5*(1), 6. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5010006>.
- Wach, D., & Skowron, P. (2022). An overview of plant responses to the drought stress at morphological, physiological and biochemical levels. *Polish Journal of Agronomy*, *50*, 25-34. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.435.2022.04>.
- Wang, H. Y., Tong, H. Y., Huang, S. Z., & Yuan, H. Y. (2010). Effects of citric acid and oxalic acid on the growth and physiology of *Iris lactea* var. *chinensis* under Pb stress. *Chinese Journal of Ecology*, *29*(07), 1340-1346.
- Webb, M. A., Cavaletto, J. M., Carpita, N. C., Lopez, L. E., & Arnott, H. J. (1995). The intravacuolar organic matrix associated with calcium oxalate crystals in leaves of *Vitis*. *The Plant Journal*, *7*(4), 633-648. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.1995.7040633.x>.
- Umar, S., Sharma, M. P., Khan, W., & Ahmad, S. (2017). Variation in ornamental traits, physiological responses of *Tagetes erecta* L. and *T. patula* L. in relation to antioxidant and metabolic profile under deficit irrigation strategies. *Scientia Horticulturae*, *214*, 200-208. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.037>.
- Yamasaki, S., & Dillenburg, L. R. (1999). Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, *11*(2), 69-75.
- Yildirim, E., Ekinci, M., Yüce, M., Turan, M., & Ors, S. (2022). Drought and biostimulant treatments affected organic acid content of tomato seedlings. *Proceedings of the International Conference on Agriculture*, *7*(1), 21-28. <https://doi.org/10.17501/26827018.2022.7103>.
- Zahedi, S. M., Moharrami, F., Sarikhani, S., & Padervand, M. (2020). Selenium and silica nanostructure-based recovery of strawberry plants subjected to drought stress. *Scientific Reports*, *10*(1), 17672. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74273-9>.
- Zahedi, S. M., Hosseini, M. S., Hoveizeh, N. F., Kadkhodaei, S., & Vaculík, M. (2023). Comparative morphological, physiological and molecular analyses of drought-stressed strawberry plants affected by SiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub>-NPs foliar spray. *Scientia Horticulturae*, *309*, 111686. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111686>.



- Lei, Z., Mingyu, S., Chao, L., Liang, C., Hao, H., Xiao, W., Xiaoqing, L., Fan, Y., Fengqing, G., & Fashui, H. (2007). Effects of nanoanatase TiO<sub>2</sub> on photosynthesis of spinach chloroplasts under different light illumination. *Biological Trace Element Research*, *119*, 68-76. <https://doi.org/10.1007/s12011-007-0047-3>.
- Zhao, B., Wu, F., Cai, G., Xi, P., Guo, Y., & Li, A. (2024). Physiological response mechanism and drought resistance evaluation of *Passiflora edulis* Sims under drought stress. *Phyton International Journal of Experimental Botany*, *93*(6), 1345-1363. <https://doi.org/10.32604/phyton.2024.050950>.

## Determination of Pollen Fertility of Some Cut Rose Varieties in Different Periods

### Bazı Kesme Gül Çeşitlerinin Farklı Dönemlerdeki Polen Kalitesinin Belirlenmesi

 Şüheda Basire AKÇA YILMAZ<sup>1\*</sup>,  Soner KAZAZ<sup>2</sup>

#### Abstract

In rose breeding by hybridization, the viable pollen and germination rate of the male parent increases the rate of successful pollination. Therefore, a good variety of pollinators is always needed in hybridization studies. This study was carried out at Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture to determine pollen viability and germination rates of Magnum, Harmonie and Lady Rose cultivars at three different periods (May, June and July) during flowering. The pollen viability rate was determined by "IKI test" and the pollen germination rate was determined by "saturated petri dish method". According to the data obtained from the study, the pollen viability rate showed significant differences among cultivars and within months. The highest pollen viability rate was observed in Harmonie variety in July (51.00%) and the lowest pollen viability rate was observed in Lady Rose variety in June (16.19%). The highest pollen germination rate was obtained from Harmonie variety with 19.84%. In all three varieties, the highest values in terms of both viable pollen and germination rates were found in July.

**Keywords:** Cut rose, Breeding, IKI, Pollen viability

#### Özet

Melezleme yoluyla gül ıslahında, baba ebeveynin canlı polen ve çimlenme oranı başarılı tozlaşma oranını artırmaktadır. Bu nedenle, melezleme çalışmalarında her zaman iyi bir tozlayıcı çeşide ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Magnum, Harmonie ve Lady Rose çeşitlerinin çiçeklenme döneminde üç farklı dönemde (Mayıs, Haziran ve Temmuz) polen canlılığı ve çimlenme oranlarını belirlemesi amacıyla yürütülmüştür. Canlı polen oranı "IKI testi", çimlenme oranı "doymuş petri yöntemi" ile tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre en yüksek polen canlılık oranı Temmuz ayında ve Harmonie (%51.00) çeşidinde bulunurken, en düşük polen canlılık oranı ise Haziran ayında Lady Rose (% 16.19) çeşidinde gözlemlenmiştir. Polen çimlenme oranında en yüksek değer ise %19.84 ile Harmonie çeşidinden elde edilmiştir. Canlı polen oranları çeşitler arasında ve aylar içinde önemli farklılıklar göstermiştir. Üç çeşitte de hem canlı polen hem de çimlenme oranı açısından en yüksek değerler Temmuz ayında saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kesme gül, Islah, IKI, Polen canlılığı

Received: 09.29.2024, Revised: 02.11.2024, Accepted: 22.11.2024

Address:<sup>1</sup>Zonguldak Bülent Ecevit University, Çaycuma Food and Agriculture Vocational School, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies

<sup>1</sup>Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture

E-mail: sbasire.akca@beun.edu.tr

## 1. Introduction

Roses are one of the most significant plant species worldwide and are used in various fields beyond the ornamental plants sector. Often referred to as the "Queen of Flowers," the rose is the most beloved flower worldwide. Today, despite the existence of more than 37,000 rose varieties that enhance and beautify the quality of life in the world, there has been significant interest and high concern in rose breeding (Salcă Roman et al. 2024). Rose breeding studies particularly aim to improve factors such as new and attractive flower colors, thornless, form, fragrance, long vase life, recurrent blooming, long flower stem length, flower diameter, propagated by cuttings, tolerant to lower temperatures, being able to grow in subtropical conditions, resistance to diseases and pests, high oil content, etc. (Gudin 2000; Gudin 2001; Datta 2018).

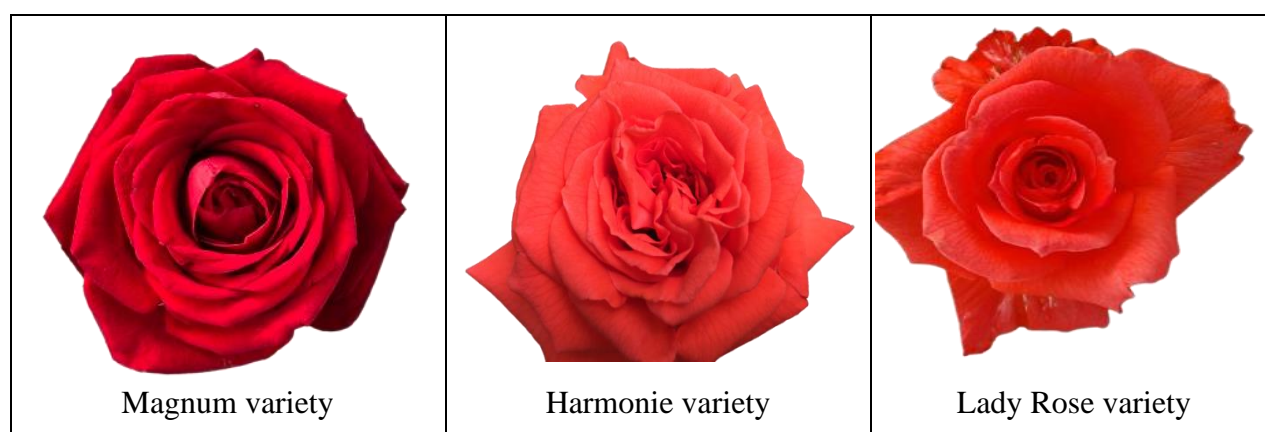
Most new rose cultivars are developed through artificial breeding and preservation of viable pollen, which is essential for achieving high fruit set yields (Khosh-Khui et al. 1976; Marcellán and Camadro 1996; Jeong and Park 2022). Pollen preservation directly impacts viability and is strongly influenced by storage conditions (Macovei et al. 2016; Jeong and Park 2022). While rose pollen can remain viable for extended periods under dry and low-temperature conditions, its viability deteriorates under excessive humidity and high temperatures. Specifically, pollen germination capacity declines significantly after 4 to 5 days at temperatures exceeding 25°C (Ogawa 1961; Jeong and Park 2022).

Different species and cultivars of roses exhibit varying levels of fertility (Zlesak 2009), and differences in fruit and seed set are primarily due to pollen viability rather than incompatibility (Visser et al. 1977; Nadeem et al. 2013). Breeders have selected male parents with high productivity (i.e. increasing the number of seeds formed per hybridization) and desirable traits to avoid deficient seed formation (Zlesak 2006; Pipino et al. 2011). Recognition of fertility-related parameters can improve the general efficiency of a breeding program (Pipino et al. 2011). Although there are many steps for forming a new variety after germination, pollen viability and germination rate of the paternal parent increase the rate of successful pollination. Therefore, evaluating paternal parents' pollen viability and germination rate before rose breeding studies is important. This study intended to assess the pollen viability and germination rate of three distinct rose varieties (Magnum, Harmonie, and Lady Rose) in May, June, and July.

## 2. Material and Method

### 2.1 Plant Material

The research was conducted in the Cytology laboratory of the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ankara University. Three different commercial cut rose varieties (Magnum, Harmonie, Lady Rose) were used as plant material in the study. Images of the cut rose varieties used are given in Figure 2.1 and some of their characteristics determined are given in Table 2.1.



**Figure 1.** Images of plant materials

**Table 1.** Cut rose varieties and their characteristics used in the study

Variety	Color (RHS code)	Fragrance	Number of petals/flower	Flower diameter (cm)	Number of pistil/flower	Number of anther/flower
Magnum	Red (N45A)	No	31.00	6.69	89-147	93-133
Harmonie	Salmon Pink (41C)	Yes	20.00	7.12	54-62	112-123
Lady Rose	Pomegranate blossom (40C)	Yes	21.00	7.89	85-89	95-106

### 2.2 Methods

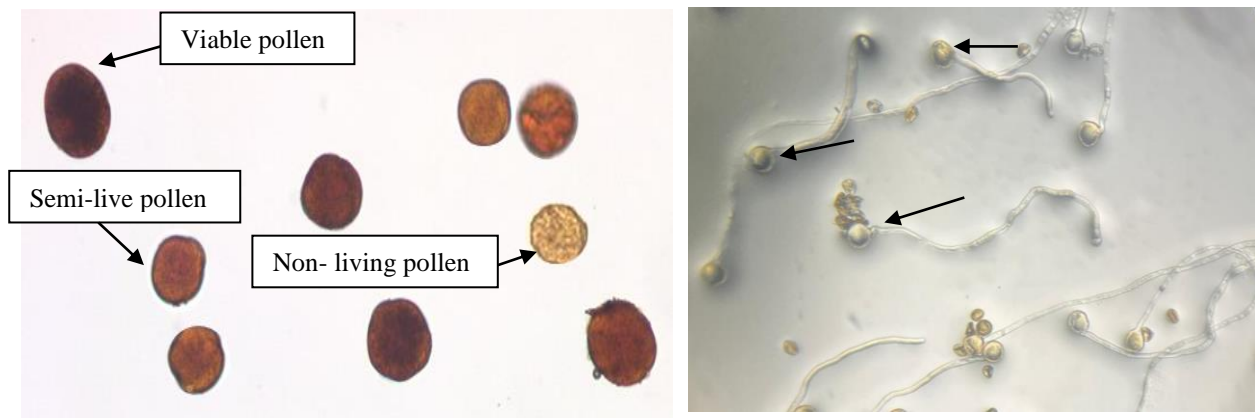
Pollen viability and germination rate were assessed by collecting pollen from flowers during the 50-60% blooming stage of the varieties within the greenhouse where the research was conducted. After carefully removing the petal leaves of the flowers, the anthers were taken with the help of forceps placed in glass petri dishes, and stored in an incubator at 20°C and 60-65% humidity for 24 hours to allow the anthers to burst. Pollen viability and germination rate were determined with Leica brand DM1000 model light microscope with x20 and x40 objectives.

### 2.2.1 Pollen viability rate

Pollen viability rate was evaluated using the IKI (Iodine-Potassium Iodide) test. In pollen viability tests, black and brown stained pollen were considered as "absolute viable"; red, orange and light brown pollen as "semi-viable", yellow or colorless pollen as "non-viable" and morphologically deformed pollen as "abnormal pollen" (Figure 2.2). Half of the "semi-viable" pollen was added to the "absolute viable" and the other half to the "non-viable" pollen amounts, and the pollen ratio was calculated (Eti 1990).

### 2.2.2 Pollen germination rate

The pollen germination rate was evaluated using the 'Saturated Petri Method' (Imrak 2010). In this method, it was prepared by adding 20% sucrose and 10 ppm boric acid to 1% agar medium and the mixture was poured into 2-3 mm thick petri dishes. After solidification, the agar medium was sectioned into four parts, and pollen was applied using a brush. The petri dishes were incubated in a growth cabinet at 24°C and 60% humidity for 8 hours (Imrak 2010). Afterwards, the sections taken from the petri dishes were examined under a light microscope (Figure 2.2). Pollen grains increased to 1.5 times their original size and formed a pollen tube was regarded as germinated (Leus 2005).



**Figure 2.** Pollen viability and images of germinated pollen grains observed under the microscope

### 2.2.3 Statistical Analysis

A Randomized Plot Trial Design with four replicates was utilized to assess pollen viability and germination rate. In this study, the data obtained for determining pollen viability and germination rate were analyzed using the IBM SPSS 23 statistical software. The percentage values obtained in the experiment were subjected to angle transformation, and the differences between the means were evaluated using Duncan's Multiple Range Test.

### 3. Results and Discussion

The knowledge about viable pollen rate of plant materials is one of the important factors for a successful breeding plan. In our study, the data on pollen viability and germination rate of three various cut rose varieties in May, June, and July when hybridization studies were carried out are given in Table 3.1.

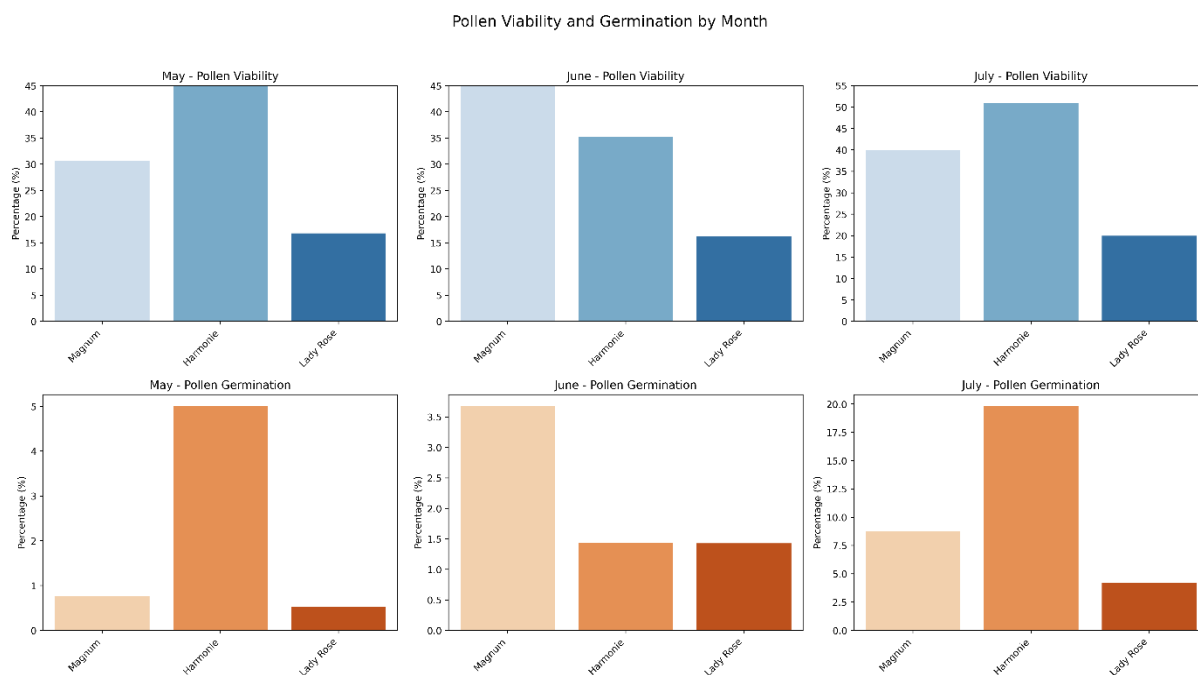
**Table 2.** Viability and germination rate of pollen in cut rose varieties. (%)

Variety	Months					
	May		June		July	
	Pollen viability rate (%)	Pollen germination rate (%)	Pollen viability rate (%)	Pollen germination rate (%)	Pollen viability rate (%)	Pollen germination rate (%)
<b>Magnum</b>	30.69±1.41b	0.77±0.83	45.52±7.19a	3.68±3.91	39.88±5.45b	8.78±0.74b
<b>Harmonie</b>	45.75±7.93a	5.01±5.54	35.20±5.57a	1.44±2.41	51.00±4.76a	19.84±4.89a
<b>Lady Rose</b>	16.83±2.42c	0.53±0.22	16.19±1.65b	1.43±1.98	19.95±1.25c	4.20±0.43b

\*Differences between means shown with different letters in the same column are statistically significant ( $p \leq 0.05$ ).

In this study, where the pollen viability and germination rate of some cut rose varieties were examined in different months; the differences between pollen viability rate in May, June and July were found to be significant ( $p \leq 0.05$ ). In our study, only the differences in pollen germination rate in July were observed to be statistically significant ( $p \leq 0.05$ ).

While the viable pollen rate of the varieties in May, June and July varied between 16.19-51.00%, the pollen germination rate varied between 0.53-19.84% (Table 3.1). According to the results, the highest pollen viability rate was recorded in July for the 'Harmonie' variety (51.00%), while the lowest pollen viability rate was observed in June for the 'Lady Rose' variety (16.19%). The highest pollen germination rate was observed in the 'Harmonie' variety, with a value of 19.84% (Figure 3.1).



**Figure 3.** Viable pollen and germination rate of cut rose varieties according to months (%)

In our study, when the viability rate of pollen in cut rose varieties were evaluated in May, the viable pollen was divided into three different statistical groups. The highest pollen viability rate was recorded in the 'Harmonie' variety at 45.75%. In May, the highest pollen germination rate was also observed in the 'Harmonie' variety (5.01%). However, no statistically significant differences were found between this variety and the 'Magnum' (0.77%) and 'Lady Rose' (0.53%) varieties.

When the viability rate of pollen in cut rose varieties in June were considered, the viable pollen rate were divided into two different statistical groups. The first group was formed by Magnum (45.52%) and Harmonie (35.20%) varieties, while the second group was formed by Lady Rose variety with 16.19%. When the pollen germination rate in June was examined the highest rate was observed in the Magnum variety at 3.68%, and no statistically significant difference was noted between this variety and the Harmonie (1.44%) and Lady Rose (1.43%) varieties.

When the viability rate of pollen in cut rose varieties in our study were examined in July the viable pollen rates were divided into three different statistical groups. The highest viability rate was obtained from the Harmonie variety which was 51.00%. When the germination rates in July were examined, the highest was observed in the Harmonie variety with 19.84%, while the lowest was recorded in the Lady Rose variety with 4.20%.

This study revealed significant pollen viability and germination rate variations among the three rose varieties across different months. The 'Harmonie' variety demonstrated greater resilience to changing conditions, consistently exhibiting higher overall viability and germination rate. In contrast, the 'Magnum' variety showed a consistently lower germination rate over time.

Many studies have been conducted to observe pollen viability and germination rate in different rose species and varieties. In the study conducted to find the pollen viability and germination rate of *R. gallica*, *R. canina*, *R. elliptica*, and *R. rubiginosa* species, it was stated that pollen viability varied between 22.2-97.5% and pollen germination rate varied between 10.5-86.7% (Koncalova et al. 1976). In *R. villosa* and *R. dumalis* species, pollen viability has been reported to vary between 34.80-48.36% according to the IKI test and 33.90-47.24% according to the TTC test (Erçişli 2007). It was indicated that pollen germination in 11 different hybrid tea rose cultivars varied between 0-46.5% (Pipino et al. 2011). Lakhotia et al. (2011) reported that the pollen viability in different rose varieties varied between 6.45-78.07%. It was indicated that the pollen viability rate of four different rose varieties varied between 11.58-65.73%, and the pollen germination varied between 0-29.93% depending on the month (Anand and Raju 2016). Giovannini et al. (2017) stated that the pollen germination rate of various hybrid tea rose cultivars under different storage conditions varied between 6.0-99.0%. Khan et al, (2021) reported that in their study to find pollen viability and germination in 21 rose varieties, pollen viability ranged between 28.6-67.4%, and pollen germination ranged between 6.99-54.23%. It was observed that the pollen viability of 10 different rose varieties under different storage conditions and at different flowering stages varied between 46.4-84.2%, and the germination varied between 2.42-49.5% (Jeong and Park 2022). It could be understood from the studies reviewed above that pollen viability and germination rate might vary among rose species and varieties. In the studies reviewed, it is seen that pollen viability rate varied between 6.45-97.5%, and pollen germination varied between 0.0% and 99.0%. In our study, pollen viability rate varied between 16.19-51.00%, and pollen germination varied between 0.53-19.84%. The results obtained from our study on pollen viability and germination of some cut rose varieties in different months are generally similar to the studies mentioned above, although the lower and upper limit values differ. The pollen viability and germination rate are largely influenced by the ploidy level of the cultivars (Erçişli 2007; Zlesak, 2009), pollen productivity (Visser et al. 1977), time of flowering after vernalization (Gudin 1992), and temperature during microgametogenesis (Visser et al. 1977;



Zlesak et al. 2007), species and variety differences, climatic conditions (temperature, humidity), collection time (season, flower development period) (Gudin et al. 1991; Zlesak et al. 2007; Martins et al. 2017, Kazaz et al. 2022), method differences (biological or chemical), and pollen storage conditions and duration (Giovannini et al. 2017; Jeong and Park 2022) variable results are obtained. It is stated that the pollen viability of roses generally decreases due to male meiotic or post-meiotic deviations (Jacob and Ferrero, 2003; Macovei et al. 2016). Differences in the lower and upper threshold values in pollen viability and germination rate may be due to these reasons. Findings from this study, it can be concluded that pollen viability and germination rate were different among various *Rosa* species and cultivars.

#### **4. Conclusion**

In the study, viable pollen rates varied significantly among cultivars and within months. The highest values in relation to both viable pollen and germination rate in all three varieties were detected in July. Pollen germination rates also varied among varieties and within months. When pollen germination rates were evaluated the Harmonie variety generally had higher rates compared to other varieties.

Viable pollen rates varied significantly among varieties and within months. The Harmonie variety generally had the highest viable pollen rate, while the Magnum and Lady Rose varieties had lower rates. Especially in July, the viable pollen rate of the Harmonie variety was determined to be 51.00%, which is a significant difference compared to other varieties. According to the data obtained, the Harmonie variety stands out due to its high pollen viability and germination rate within three months. Understanding the variations in pollen viability and germination rate is crucial for hybridization breeding programs. Further research is needed to optimize the key factors contributing to these differences.

#### **Acknowledgements**

This study was presented as an oral presentation at the VIII. National Ornamental Plants Congress. (14-17 October 2024).

## Refereces

- Anand, P., Raju, D.V.S. (2016). Effect of seasonal variation on pollen viability and hip set in rose. *Journal of Ornamental Horticulture*, 19(1-2), 1-6.
- Datta, S. K. (2018). Breeding of new ornamental varieties: Rose. *Current Science*, VOL.114(6), NO.1194-1206.
- Ercişli, S. (2007). Determination of pollen viability and in vitro pollen germination of *Rosa dumalis* and *Rosa villosa*. *Bangladesh Journal of Botany*, 36(2), 185-187.
- Eti, S. (1990). iek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. ukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(4), 49-58.
- Giovannini, A., Macovei, A., Caser, M., Mansuino, A., Ghione, G.G., Savona, M., Carbonera, D., Scariot, V. ve Balestrazzi, A. (2017). Pollen grain preservation and fertility in valuable commercial rose cultivars. *Plants*, 6(17), 1-8. doi: 10.3390/plant6020017. PMID: 28441780; PMCID: PMC5489789.
- Gudin, S. (1992). Influence of bud chilling on subsequent reproductive fertility in roses. *Scientia Hort.* 51, 139-144.
- Gudin, S. (2000). Rose: genetics and breeding. *Plant Breed. Rev.*, 17, 159-189.
- Gudin, S. (2001). Rose breeding technologies. *Proc. III IS Rose Research*. Eds. N. Zieslin & H. Agbaria. *Acta Hort.* 547, ISHS 2001.
- Imrak, B. (2010). ‘Bazı kiraz çeşitlerinin subtropik iklim koşullarındaki performansları ve çoklu dişi organ oluşumu sorununun çözümüne ilişkin araştırmalar’. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Jacob Y, Ferrero F. (2003). Pollen grains and tubes. In: Roberts AV, Debener T, Gudin S (Eds). *Encyclopedia of Rose Science Vol 2*, Elsevier pp 518-523.
- Jeong, N.-R. and Park, K.-Y. (2022). Rose pollen management methods to improve productivity. *Agronomy*, 12, 1285. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061285>.
- Kazaz S., Karagüzel Ü. Ö., Kaya A.S., Baydar H., Erken S., Özçelik H. ve Tuna Savaş G. (2022). Türkiye florasında yayılış gösteren gül türlerinden melezleme ıslahı yöntemiyle kokulu kesme gül çeşitlerinin geliştirilmesi. 1001 Tübitak Projesi Sonuç Raporu. Proje No:217O010.
- Khan, M. F., Hafiz, I. A., Khan, M. A., Abbasi, NA, Habib, U, Shah M. K. N. (2021). Determination of pollen fertility and hybridization success among *Rosa hybrida*. *Pakistan Journal of Botany* 53(5):1791–1800. DOI:10.30848/PJB2021-5(15).

- Khosh-Khui, M.; Bassiri, A.; Niknejad, M. (1976). Effects of temperature and humidity on pollen viability of six rose species. *Can. J. Plant Sci.* 56, 517–523. Available online: <http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/cjps76-085>.
- Koncalova, M.N., Jicinska, D., Sykorova, O. (1976). Effect of calcium and sucrose concentration on pollen germination in vitro of six Rosa Species. *Biologia Plantarum*. 18(1).
- Lakhotia, P. (2011). 'Pollen viability and in vitro germination studies in rose'. Yüksek Lisans Tezi, Division of Floriculture and Landscaping Indian Agricultural Research Institute, Hindistan.
- Leus, L. (2005). Resistance breeding for powdery mildew (*Podosphaera pannosa*) and black spot (*Diplocarpon rosae*) in roses. Ghent University.
- Macovei, A., Caser, M., Donà, M., Valassi, A.I., Giovannini, A., Carbonera, D., Scariot, V., Balestrazzi, A. (2016). Prolonged cold storage affects pollen viability and germination along with hydrogen peroxide and nitric oxide content in Rosa hybrida. *Not. Bot.Hortic. Agrobot. Cluj-Napoca*, 44, 6–10.
- Marcellán, O.N. and Camadro, E.L. (1996). The viability of asparagus pollen after storage at low temperatures. *Sci. Hortic.*, 67, 101–104.
- Martins, E.S., Davide, L.M.C, Miranda, G.J., Barizon, J.O., Junior, F.A.S., de Carvalho, R.P. ve Gonçalves, M.C. (2017). In vitro pollen viability of maize cultivars at different times of collection. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 47(02), 1-8.
- Nadeem, M., Akond, M., Riaz, A., Qasim, M., Younis, A. ve Farooq, A. (2013). Pollen morphology and viability relates to seed production in hybrid roses. *Plant Breeding and Seed Science*, 68(1), 25-38.
- Ogawa, T. (1961). Studies on the Seed Production of Onion. I. effects of rainfall and humidity on the fruit setting. *J. Soc. Hortic. Sci.* 30, 222–231.
- Pipino, L., Scariot, V., Gaggero, L., Mansuino, A., Van Labeke, M. C., Giovannini, A. (2011). Enhancing seed germination in hybrid tea roses. *Propagation of Ornamental Plants*, 11(3), 111-118.
- Salcă Roman G. M., Lehel L. , Somsai, A. P., Stoian-Dod, R. L., Dan, C., Bunea, C. I., Sestras, A. F., Sestras, R. E. (2024). The use of genetic resources in rose breeding and creation of new rose cultivars through hybridization and selection. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. Volume 52, Issue 1, Article number 13585. DOI:10.15835/nbha52113585.

- Visser, T., De Vries, D.P., and Scheurink, J.A.M., and Welles, G.W.H. (1977). Hybrid tea-rose pollen I. Germination and storage. *Euphytica* 26, 721-728.
- Zlesak, D. C. (2006). Rose. *Rosa hybrida*. In: Anderson N. O. (Ed.). *Flower breeding and genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century*, Springer, 695-738, Amerika.
- Zlesak, D. C., Zuzek, K. and Hokanson, C. (2007). Rose pollen viability over time at varying storage temperatures. *Proc. IVth IS on Rose Research and Cultivation* Ed. H.B. Pemberton *Acta Hort.* 751, ISHS 2007.
- Zlesak, D.C. (2009). Pollen diameter and guard cell length as predictors of ploidy in diverse rose cultivars, species and breeding lines. In: J.A. Taxeira da Silva (ed.), *Floriculture and ornamental biotechnology* London: Global Science Books, pp. 53-70.

## Kent İçi Yol Ağaçlandırmalarının Önemli Sorunları: Çanakkale Kent Merkezinden Örnekler

### Important Problems of Urban Road Silviculture: Examples From Çanakkale City Center

 Füsun ERDURAN NEMUTLU<sup>1,\*</sup>

#### Özet

Planlı gelişen kentlerde yollar kentin iskeletidir. Yollar mekanlar arası bağlantılar kurar, kent ekosistemini destekler, kente estetik değer katar ve kimlik kazandırır. Ancak kentlerde yapısal elemanlarının hızla artması yol ağaçlandırmalarında sorunlar olmasına neden olmaktadır. En önemli sorun ise yol ağaçlandırmalarında bitkisel tasarım ilkelerinin dikkate alınmaması ve gerekli bakım çalışmalarının yapılmamasıdır. Çalışmada öncelikle kent içi yol ağaçlarının işlevleri belirlenmiş, kent ekosistemini sürdürülebilirliği, sosyal yaşamı için önemi ortaya koyulmuştur. Çalışmanın amacı Çanakkale kent merkezindeki bazı yol ağaçlarında görülen kullanım, işlev, estetik ve bakım sorunlarının belirlenmesidir. Çalışmanın farklı bölgeler için örnek oluşturması yanı sıra gelecekte Çanakkale kent içi yollarında yapılacak çalışmalara veri oluşturulması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel tasarım, Kent tasarımı, Plantasyon, Yol ağaçları

#### Abstract

In planned developing cities, roads are the skeleton of the city. Roads establish connections between spaces, support the urban ecosystem, add aesthetic value to the city and give it an identity. However, the rapid increase in structural elements in cities causes problems in road plantation. The most important problem is that planting principles are not taken into account in road plantation and necessary maintenance is not carried out. In the study, firstly the functions of urban road trees were determined and their importance for the sustainability and social life of the urban ecosystem was revealed. The aim of the study is to determine the usage, function, aesthetic and maintenance problems seen in some road trees in Çanakkale city center. In addition to setting an example for different regions, the study aims to provide data for future studies to be carried out on Çanakkale urban roads.

**Keywords:** Planting design, Urban design, Road trees, plantation

## 1. Giriş

Kentler farklı kamusal hizmetlere ve olanaklara sahip olduğundan gittikçe daha fazla tercih edilmekte ve yapısal olarak sürekli büyümektedirler (Karataş ve Kılıç, 2017). Hızlı kentleşmeyle birlikte araç trafiği de giderek artmakta ve antropojenik karbondioksit (CO<sup>2</sup>) emisyonları oluşmaktadır (Gül vd., 2021). Bu sorunların giderilmesi, kentlerin sahip olduğu doğal, sosyal ve yapısal çevre arasındaki ilişki ve etkileşim dikkate alınarak planlanmasına bağlıdır (Suher vd., 2004; Gültürk Doğruyol ve Şişman, 2021).

Kentsel yaşam alanlarında olumlu görsel etkinin oluşturulmasında (Çelik vd., 2017) ve insan ile doğa arasında dengeli bir ilişkinin kurulmasında en önemli elemanlar bitkilerdir (Balel ve Çelik Çanga, 2023) ve kent planlamasında bu dikkate alınmalıdır. Bitkiler içerisinde ağaçların kentsel peyzajdaki görsel ve işlevsel etkilerinin anlaşılması antik çağlara kadar dayanır (Harris, 1983; Uzun, 2007). İnsan ve doğa arasındaki ilişkileri düzenlemek açısından bitki materyalleri fonksiyonel ve estetik tasarımlar için kullanılmaktadırlar (Erduran Nemutlu ve Çelik Çanga, 2021). Bu tasarımlar sonucu oluşan yeşil alanların temel elemanı olan ağaçlar, kent ekolojisinin temelini oluştururlar. Kentsel yeşil alanlar her türlü kirliliği ve gürültüyü azaltmak, iklim ve su dengesi sağlamak, karbonu bitki biyo-kütlesinde ve toprak altında depolamak vb. işlevleri ile kente ekolojik, ekonomik, estetik, sosyal, fiziksel katkılar sunmakta ve yaşam kalitesini iyileştirmektedirler (Aydemir, 2004; Etli, 2002; Gezer ve Gül, 2009; Gül vd., 2009; Gülgün vd., 2016; Gül, vd., 2021; Tuğluer ve Çakır, 2019; Tuğluer ve Gül, 2018; Türkoğlu ve Kısar Koramaz, 2012). Bu nedenlerle dengeli bir kent, yeşil alanların koridorlar şeklinde bir ağ gibi olmasına bağlıdır.

Doğru plan kararları alınan bir kentte, sosyal refahın göstergesi yollardır (Çelik, 2012). Wentworth (2016), bunu destekleyen çalışmasında, insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen birçok fiziksel ve psikolojik hastalığın yeşil alanların az olduğu kentsel alanlarda daha sık görüldüğünü belirlemiştir.

Kent içi yol ağını caddeler, sokaklar, yürüyüş yolları, bulvarlar, orta refüj ve kavşaklar oluşturur. Çelik ve Pirselimoglu Batman (2016)'nın da belirttiği gibi, insanların birbirlerine, aktivitelere, hizmetlere ve her yere, her zaman kolay erişebilmesi bu ulaşım akslarının etkinliğine bağlıdır. Modern kent planlarında bu aksların çevresinde ve yapılar ile yollar arasında ağaç, çalı ve yer örtücüler kullanılarak yeşil bariyerler oluşturulur. Bu alanlar kentte yaşayan insanlara rekreasyonel olanaklar sağlarken kente estetik değer katarak kimlik kazandırır. Ancak bir çok kent merkezinde yollar ile yapısal alanlar arasında yeterli ölçü ve nitelikte ekolojik alan bulunmamaktadır ve mevcut yol ağaçları, sağlıksız gelişim

göstermektedir. Kentlerde bu sorunun çok yaygın olmasından yola çıkılarak bu çalışma yapılmıştır. Çalışmada Çanakkale kent merkezinde en yoğun kullanılan yol ağaçlandırmaları örnek seçilerek onlarda görülen kullanım, işlev, estetik ve bakım sorunlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### **1.1. Kent içi Yol Ağaçlandırmalarının İşlevleri**

Kentin fiziksel yapısı genel anlamda kitle ve boşluklardan oluşur. Kitleleri kent yapıları, boşlukları ise yollar ve açık alanlar meydana getirir. Bu nedenle yollar kentin iskeletini oluşturur ve gelişiminin yönünü belirler (Aslanboğa, 1997). Kent içi yollarda yayaların güvenli, sağlıklı yürüyüş ve ulaşım yapabilmeleri için bir bariyer görevi görebilecek yeşil bant ile araçlardan ayrılmaları önemlidir.

Ağaçların yollarda estetik görünüm yaratma, fon oluşturma, sert yüzeyleri yumuşatma, görüş çerçeveleme, tasarımı güçlendirme, rüzgâr perdesi, vurgu, yönlendirme, ışık kontrolü yaparak trafik güvenliğini sağlama işlevleri ön plana çıkmaktadır. Ayrıca kente gelen ziyaretçilerin iyi izlenimler edinmelerini ve kentin ekonomik değer kazanmasını sağlarlar (Kösa ve Karagüzel, 2016; Pouya, 2019; Yang vd., 2012). Yol ağaçlandırmalarının diğer işlevleri şöyle özetlenebilir (Aslanboğa, 1997; Küçük ve Gül, 2005; Öztürk, 2002; Uzun, 2007; Ürgenç, 1998): Doğal bir ortam oluşturmak, yola perspektif ve derinlik kazandırmak, monotonluğu kırmak, yapıları ve mekânları bağlamak ve ayırmak, gölge sağlamak (yaklaşık 80°C'lik sıcaklık düşüşü sağlar), gürültüyü azaltmak, erozyonu engellemek, havayı temizlemek (Ağaçlar havayı %70 oranında filtre etme gücüne sahiptirler), sürücülere sinyal etkisi sağlamak, O<sup>2</sup> üretmek, bağıl nemi yükseltmek, sıcaklığı dengelemek, UV-B radyasyonunu engellemek, kentte yaşayanlara zevkli ve sağlıklı yürüyüş olanağı sunmak, hastalıklardan korumak. Yollar kentsel alanların hızla betonlaşan mekânları arasında yeşil koridorlar ve bantlar oluşturarak, yapılaşmayı kontrol eder-insan ölçeğine indirger ve yaban hayatını destekler. Ağaçlar yapı yüzeylerinde karışıklık yaratan ilanlar, ışıklı panolar ve vitrinlerin sürücünün dikkatini bozmasını engeller.

### **1.2. Yol Ağaçlandırmasının Temel İlkeleri**

Kentlerde yol ağaçları kentte yaşayanların en yakın temasta olduğu bitkiler olmasına karşın, gereken bakım ve özen gösterilmemektedir (Aksoy ve Yılmaz, 2009). Öncelikle yollar ile yürüyüş alanı veya yapılar arasında yeterli doğal alanlar bırakılmalıdır. Aksi durumda ağaçların kök, gövde ve taç yapıları zarar görmektedir. Ayrıca kent trafiği vb. nedenlerle yol ağaçları daha fazla zarar görmekte ve düzenli bakıma ihtiyaç duymaktadırlar.

Bu bakım önlemleri yeterince ve zamanında olmazsa, yol ağaçlarının ömrü tür özelliklerine bağlı olarak kısalmakta ve şekil bozukluklarına rastlanmaktadır. Aslanboğa (1997)'nin belirttiği gibi yol ağaçları her alt yapı için ayrı kanal açılması gibi farklı fiziksel zararlara da maruz kalırlar. Ayrıca Harris ve ark (2004), kentlerin havasında kırsal bölgelere göre 5-25 kat daha fazla kirli gazlar bulunduğunu belirlemiştir. Toz partikülleri kentlerde 10 kat daha fazla yoğunlaşmaktadır (Yazıcı, 2017). Tüm bunlar dikkate alındığında öncelikle yol ağaçlandırmalarında doğru tür seçimi ve devamında sürekli bakım yapılması çok önemlidir.

Bölge ekolojisine, yolun fiziksel ve çevresel faktörlerine kolay uyum sağlayabilecek türler seçilmesi ilk ilkedir. Bu seçimin başarılı olabilmesi için, yolun niteliği, kullanım durumu, trafiğin hızı, yolun kent içindeki konumu, ağaç dikim alanının genişliği-derinliği, yapılarla, çevre donatıları, alt ve üst yapı olanakları, yaya ve taşıtlarla yolun ilişkisi dikkate alınmalıdır. Ayrıca yolların kent kullanıcıları ile yakın ilişkisi dikkate alındığında, estetik ve fizyolojik olarak düzgün gövdeye sahip, her mevsim farklı tasarım öğeleri, meyve, yaprak ve çiçek renkleri, kokuları ile etkili ağaç türlerine yer verilmesi önemlidir. Yollarda dikim yerlerinin durumu da önemlidir. Dar ve yüzeysel toprak seviyelerinde gelişmeye uygun, kolay ve hızlı adapte olabilen, hızlı büyüyen, dalları kırılkan olmayan, uzun ömürlü türler kullanılmalıdır. Seçilen türlerin yolların yapısal bölümlerine zarar vermemesi için yan kök veya kök sürgünü yapmaması gereklidir. Böcek ve mantar hastalıklarına da dayanıklı türler seçilmelidir (Uzun, 2007; Önder ve Polat, 2007).

Tür seçiminde ağaçların boy ve taç genişliğinin ölçüsü önemlidir. Yolda elde edilmek istenen kompozisyona göre, dikey yönde gelişmiş yol ağaçları isteniyorsa sık dikim yapılmalı; yatay yönde gelişme isteniyorsa seyrek dikim tercih edilmelidir. Arnold (1990), çalışmasında yol ağaçlarının yaya ve taşıt trafiğini engellemeleri için, taçlanma yüksekliklerinin en az 2,5 m. olmasını önermektedir. Bu yükseklik, trafik ışığı, lamba vb. donatıların kapatılmaması için, 4.5 m'ye kadar çıkabilir. Bitki seçiminde özellikle Sedir, Ladin, Gökmar gibi türler yol ağacı olarak kullanılmamalıdır (Uzun, 2007). Geniş caddelerde, Meşe, Çınar, Ihlamur, bazı Karaağaç melezleri tercih edilebilir. Ancak dar caddelerde Dişbudak, Yalancı akasya, Üvez, Sumak türleri, Oya ağacı v.s. kullanılmalıdır (Önder ve Polat, 2007). Aynı zamanda ağaç formlarının yıllar içinde değiştiği dikkate alınarak gelecekte alacağı forma göre önlem alınmalı ve tür seçilmelidir. Ağaçlar toza, binaların yarattığı rüzgar koridorlarına karşı dayanıklı olmalıdır. Tüm bunlara ek olarak yol ağaçlandırması yapılırken şu teknik özelliklere de dikkat edilmelidir: Ağaçlar, bordürden en az 1m sonra dikilmeli ve çevrelerinde 2.5-3.5 m'lik yeşil bant olmalıdır. Türk Standartları Enstitüsü, yol ağaçlarının kök yayılma alanı üzerinde korunması gereken toprak yüzeyinin



en az 1m x 1m olduğunu belirtmektedir (Kösa ve Karagüzel, 2016; Küçük ve Gül, 2005; Ürgenç 1998). Yol ağaçlandırması yapılırken dikim aralığını; ağaçların taçlanma çapı, taç yüksekliği, binaların ışık alımına etkisi, yolun genişliği, ağacın maksimum ulaşacağı yükseklik ile çevre binalarla ilişkisi, ağaçtan beklenen tasarım etkisi belirlemektedir. Bütün bunlar dikkate alındığında dikim aralığı 6-12 m arasında değişmektedir. Ancak bu aralıklarla dikilen ağacın mekânlarda etkili olabilmesi 5-15 yıl sürebilir. Bu nedenle dikim aralığının yarı uzaklığında ikincil ağaçlar kullanılmalıdır. Temel ağaçlar olgunlaştıktan sonra, ikincil olanlar farklı yerlerde kullanılmak üzere taşınabilir. Daha pahalı bir yöntem ise doğrudan büyük boylu ağaçların dikimidir (Şahin ve Kurum, 2006).

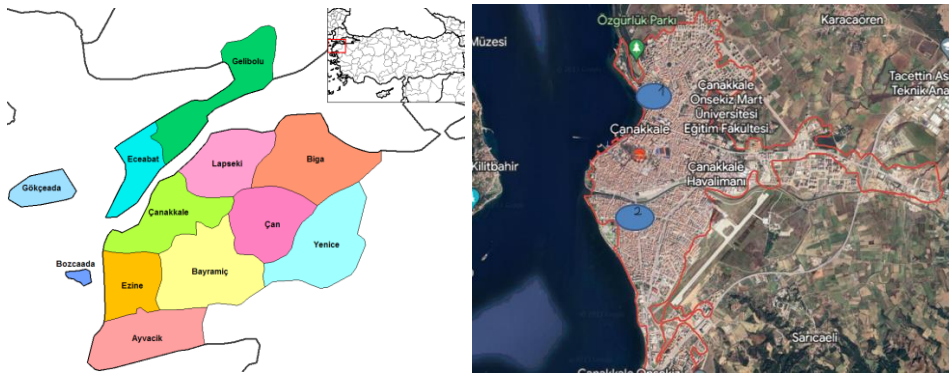
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Çanakkale kent merkezinde yer alan yollardan seçilen örnekler ve bu alanlardaki ağaçlar oluşturmaktadır. Bu alanlar 2024 yılında incelenmekle birlikte kent içi yol ağaçlandırmaları 15 yıldır takip edilmektedir.

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Türkiye'nin kuzeybatısında, Avrupa kıtası (Gelibolu Yarımadası) ile Asya kıtasında (Biga Yarımadası) toprakları olan Çanakkale kent merkezidir (Şekil 1). İl, 25° 40'-27°30' doğu boylamları ve 39°27'-40°45' kuzey enlemleri arasında 9.933 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplar. Deniz seviyesinden yüksekliği 2m.'dir (Çanakkale İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2024).



Şekil 1. Çanakkale ve iki çalışma alanının konumu (World Map, 2024b)

Çalışma alanı olarak Çanakkale kent merkezinde en yoğun kullanılan caddeleri ve çevresi seçilmiştir. Birinci çalışma bölgesi (Şekil 2a): Kayserili Ahmet Paşa Caddesi, İnönü Caddesi, Piri Reis Caddesi ve Mehmet Akif Ersoy Caddeleri ile onların çevresindeki

sokaklar; Anafartalar sokak, Ordu sokak, Ziveriye sokak, Gül sokak, Albay Hakkı Burak sokak, Arıburnu sokak kent çekirdeğindedir. İkinci çalışma bölgesi ise (Şekil 2b) kentin yeni gelişim bölgesi olan güney doğusuna doğru uzanan Atatürk Caddesi'dir. Bu alanlar hem kentte yaşayanların en yoğun kullandığı odak alanlar olmaları, hem de araç trafiğinin yoğun olduğu bölgeler olmaları nedenleri ile seçilerek irdelenmiştir.



**Şekil 2.** (a): Kent merkezinde çalışma alanları (b): Atatürk Caddesi (Goggle Earth, 2023)

## 2.2. Yöntem

Çalışmada öncelikle literatür araştırması yapılarak kent içi yol ağaçlandırmasının önemi ve temel ilkeleri belirlenmiştir. Çalışma yöntemi gözlem, fotoğraf çekimi, veri toplama ve değerlendirmeden oluşmakta olup şu aşamalardan oluşmaktadır: 1- Çanakkale kent haritaları elde edilerek kent merkezinde en yoğun kullanılan alanlar belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen çalışma alanları tüm çevreleri ile beraber yerinde gezilerek fotoğraflanmış ve bitkileri irdelenmiştir. 2- Çalışma alanlarının bitkileri, Kösa ve Karagüzel (2016)'in de çalışmalarında belirttikleri gibi bitkisel tasarımı ilkeleri olan; uyum, proporsiyon, aralık, çeşitlilik, vurgu, denge, ritim, zıtlık, uyum, koram ve özellikle ağaçların kitlesel etkisi açısından irdelenmiştir. 3- Orta refüj, kavşak ve yol kenarı ağaçlandırmalarında en önemli sorunların ortaya koyulması amacı ile Çizelge 1 oluşturulmuştur. Ağaç türlerinin tek tek tür tespiti çalışma konusu olmamakla birlikte uygun olmayan türlerin yarattığı sorunlar da açıklanmıştır. Çizelge 1'de yol ağaçlarının kullanım, işlev ve estetik etkileri açısından sorunları belirlenmiştir. 4- Çalışma sonucunda hazırlanan tabloda belirlenen sorunlar tartışılmış ve tasarım ilkeleri yönünde öneriler verilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmaya kentin doğusundan başlanmış ve Piri Reis caddesindeki ağaçlar irdelenerek fotoğraflanmıştır (Şekil 3). Kent çekirdeğine uzanan bu cadde trafik hız sınırının 50 km olduğu, çift şeritli bölünmüş, iki yönlü yol dur. Yolun orta refüjü Top Akasya ile

ağaçlandırılrsa da kaldırımda yürüyenlerin gölgelenmesi için ağaçlandırma yapılmamıştır. Küçük bölümler halinde kaldırıma dikilmiş olan yol ağaçları da binalar tarafından gölgelendiği için zayıf gelişmiştir. Yayaların yoğun olarak kurlsızca karşıya geçtikleri dikkate alınırsa, yüksekten taçlanan Yalancı Top Akasyalar, taşıtların görüşünü kapatmayacaktır. Ancak orta refüjde çok karışık bir tasarım görülmektedir. Özellikle *Gladiçya triacanthos* L. (Üçdiken) tehlikeli dikenleri ile ciddi bir sorun yaratabilir. Palmiyeler sahil kimliğini yansıtsa da bakımları yapılmamıştır.



**Şekil 3.** Piri Reis caddesinden bir görünüş (2024)

Kentin kordon kıyısına gelmeden, kıyıya paralel olarak kuzey güney doğrultuda uzanan İnönü caddesinde yaşlı ağaçlar kaldırım ve orta refüjde kent estetiğini olumsuz etkilemektedir ve koniferler kasvet yaratmaktadır (Şekil 4 ).



**Şekil 4.** İnönü caddesinin ağaçlandırması (2024)

Kayserili Ahmet Paşa Caddesi ise kentin eski kordon bölgesinde yer alır ve özellikle yazın çok yoğun kullanılmaktadır. Sahil hissi uyandıran Palmiyeler ile yaşlı Çam ağaçları hem bakımsız, hem de görsel açıdan estetik değildir. Boğaz kıyısı olması nedeni ile rüzgârdan dolayı yeni dikilen ağaçlarda bile şekil bozuklukları oluşmaktadır (Şekil 5).



**Şekil 5.** Kayserili Ahmet Paşa caddesi (2024)



Kayserili Ahmet Paşa Caddesi ile İnönü Caddesi arasındaki sokaklarda, birçok sokak gibi, ağaç dikimi için yeterli alan yoktur ve araç park yeri olarak kullanılmaktadır. Mevcut yeşil potansiyel, daha çok binaların bahçelerinden oluşmaktadır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Mehmet Akif Ersoy Cd., Anafartalar, Ordu ve Arıburnu sokakları (2024)

Kent merkezinden İzmir yönüne uzanan Atatürk Caddesi, alışveriş merkezleri bulunması nedeni ile yoğun kullanıma sahiptir. Orta meydana barış kentini simgeleyen güvercin figürleri yanı sıra bölgeye ait zeytin ağaçları estetik bir görüntü oluşturmuştur. Ancak Zeytin ağacı ve yer örtücü bitkiler susuzluktan ve bakım hataları nedenleri ile kurumuştur (Şekil 7). Kaldırımında yaşlı Kızılcım ağaçları yaya geçişini engellemekte ve iz yolu ile yaya arasında mesafe kalmamaktadır. Kaldırımlara yeni dikilen ağaçlar da (Çınar ağaçları) gelecekte aynı sorunu oluşturacaktır. Orta refüjde Top Yalancı Akasyalar kullanılması yola çıkabilecek ek yayaların görülmesi açısından iyi bir seçim olarak görülmekle beraber, sığ köklü ve tepe ağırlıkları fazladır, bölge çok rüzgârlı olduğundan devrilme riskleri vardır.



**Şekil 7.** Atatürk Caddesinden görünüş (2024)

Çalışma alanlarında yapılan incelemelerde kentin bir çok yol ağacında da görülen sorunlar Çizelge 1’de belirtilerek literatürde ortaya koyulan ilkelerle tartışılmıştır. Bu yönde alınması gerekli önlemler belirtilmiştir. Elde edilen bulgular Çanakkale kent yollarının genelinde büyük oranda görülmektedir. Yapılan bazı iyileştirme çalışmalarında bilimsel veriler doğrultusunda tür seçimi yapılmaması ve bakım önlemlerinin sürekli alınmaması veya yanlış budamalar yapılması bu sorunlara neden olmuştur. Aynı zamanda kentin çok hızlı büyümesi aşamasında kırsal nitelikli bölgelerdeki bazı ağaçlar yol kenarlarında

kullanılmıştır. Bu duruma yeşil alan potansiyelini artırmak olarak bakılsa da yol ağaçlarının işlevine uygun çözümler elde edilememesine neden olmaktadır.

### Çizelge 1. Çalışma alanı ve yakınındaki ağaçlardan örnekler ve değerlendirmeler

Yol Ağaçlarından örnekler (2024)	Kullanım, Estetik, İşlev ve Bakım Sorunları	İlkelere göre öneriler Kösa ve Karagüzel (2016), Uzun (2007) ile tartışılarak oluşturulmuştur
	Yola uygun mesafede dikilmesine karşın yola gölge işlevi yapamayacak şekilde gelişmiştir. Çınar ağacı mekanik zararlara uğramış ve bakımı yapılmadığından şekil bozukluğu vardır. Ancak yanında dut ağacı plansız dikilmiş ve yanlış budanmıştır.	Estetik açıdan eğri gelişim gösteren ağaçlar alandan çıkarılmalıdır. Meyve ağaçları yollar için uygun değildir.
	Yürüme yolunun ve sahil kıyısının kenarında bariyer amaçlı yapılan yeşil alanda bitkiler kompoze edilmeksizin tek tek tanıtım yapılır gibi kullanılmıştır. Gelişimlerinde yapraklı türler koniferlerin üstünü kapatacağı için güneş alamayarak eğri gelişecekler.	Yayaların en yakın temas ettiği bitkiler özellikle estetik niteliği olan türlerden seçilmelidir. Yıl boyu çiçek, meyve veya sonbaharda yaprak renkleri ile etkili olanlar kent genelinde yoktur, onlara yer verilmelidir.
	Tüm kentte yaygın olarak kullanılan Top Akasyalar sert budamalara maruz kalmıştır. Bunlar vejetasyon başlayınca çok fazla su sürgünleri vereceğinden kök tepe dengesi bozulmaktadır. Bunu engellemek için seyreltme yerine kabaklama yapılması estetik değildir.	Çanakkale iklimine uygun Her dem yeşil Kurtbağlı refüjlere daha yoğun kullanılırsa kış döneminde de etkili olacaktır. Aynı zamanda yavaş gelişmektedir.
	Yaşlı ve bakımsız kaldırım ağaçları olarak seçilen türler de uygun değildir. Atatürk Cd.'de Dut ağaçlarının şekilleri bozuktur ve meyve döneminde kirlilik oluşmaktadır.	Tasarım ilkeleri açısından kaldırımda yayaların geçişine uygun mesafe kalacak şekilde bitkiler değiştirilmeli, yenilenme yapılmalıdır.
	Ziveriye sokakta yer alan şekli bozulmuş ve sert budanmış ağaçlar yayalar için hem tehlikeli hem de görsel olarak kötüdür.	Kent merkezinde toplu taşıma araçlarının da geçtiği çok dar bir caddedir. Burada araç parkları kaldırılmalı ve bitkiler yapraklılarla yenilenmelidir.
	Yaya geçitlerinde ve otopark alanlarında sert zeminlere zarar veren ve bakımı yapılmamış ağaçlar bulunmaktadır.	Yol yapısal alanlarına zarar veren yüzeysel ve sert köklü bitkiler alandan çıkarılmalı ve yerlerine yapraklı bitkiler dikilmeli. Hastalık taşıyan koniferler de yenilenmelidir.

#### 4. Sonuçlar

Türkiye’de, genel olarak; yoğun yapılaşma ve trafik, mekanik zararlar, yanlış uygulamalar, insan müdahaleleri, hava kirliliği, atılan tüm atıkların kent içi yol ağaçlandırmalarında önemli zararlara neden olduğu bilimsel çalışmalarda belirlenmiştir. Aynı zamanda en önemli temel sorunlar ve bakım hataları şöyle belirtilmektedir: Ağaçların kent yapısal mekan planlaması ile bağlantılı yapılmaması; tür seçimlerinde temel ilkelere dikkat edilmemesi, ağaçlandırmalarda ölçü, form, renk, doku gibi bitkisel tasarım öğelerinin uyum, kontrast, denge, oran, aralık gibi tasarım ilkeleri ile bağlantılı yapılmaması; ağaçların yol ve çevresinde yarattığı kitlesel etki ve işlevlere dikkat edilmemesi; standartlara, yol genişliklerine ve alt yapılara dikkat edilmemesi; sınırlı tür kullanılarak tekdüze bitkisel tasarım yapılması; yeterli bakım yapılmaması; dikim tekniğinde hatalı uygulamalar yapılması (Aklıbaşında ve Erdoğan, 2016; Doygun ve Ok, 2006; Erdoğan ve Özer, 2009; Kaplan ve Yazıcı 2022; Küçük ve Gül, 2005; Uzun, 2007; Yazıcı, 2017). Çalışma alanı olarak seçilen sokak ve caddelerde de aynı sorunlar belirlenmiştir. Sokakların ve yaya yollarının çok dar olması, hatta bazı yerlerde olmaması, ağaçların dikimine ve yayaların güvenle geçişine olanak vermemektedir. Bu durum, konutların ve yayaların yoldan gelen gaz ve tozlara yoğun maruz kalmasına da neden olmaktadır.

Kentin hızlı ve plansız gelişimi nedeni ile yaşlı Dut, Çınar, Kızıl Çam ve Servi ağaçlarının kentin birçok yerinde yaygın olduğu belirlenmiştir. Çok sık dikimi olan bu bitkilerin bakımları uygun tekniklerle yapılmadığından hem görsel kirlilik oluşmuş hem de yayaların geçişi zorlaşmıştır. Ayrıca yol ağaçlarından beklenen, yönlendirme, ışık kontrolü, trafik güvenliği sağlama etkilerini sağlamadıkları belirlenmiştir. Yaya kaldırımlarında yer alan bitkilerin özellikle, estetik etki yaratma, gölgeleme, perdeleme ve vurgulama gibi işlevlere sahip olması gereklidir. Aynı zamanda trafiğin yayalar için oluşturabileceği tehlikelere karşı bir bariyer görevi görebilecek ağaçlandırmalar çok az yerde vardır. Binaların yoğun olduğu ve dar sokaklarda yaya yolu ve ağaçlandırma yapma olanağı bulunmadığı dikkate alınırsa kent merkezinde yer alan, çalışma alanındaki sokakların yaya yolu haline getirilmesi ve araç trafiğine kapatılması zorunludur. Kordon boyunun önünden geçen Kayserili Ahmet Paşa Caddesi yayalaştırılırsa kordonun kullanımını da rahatlayabilecek ve ara sokakların araç trafiği bir üst cadde olan İnönü caddesinden yapılabilecektir. Acil durumlar için bu sokak ve caddelere araç girişi tek yön şeklinde verilerek araçların oto park alanlarına taşınması ve yeni çok katlı otopark yapılması bölgede önemli bir rahatlama yaratacaktır.

Refüjlerde bitkilendirme yapılırken refüj genişlikleri ve bitki türlerinin gelecekte alacakları en son tepe tacı genişlikleri dikkate alınmalıdır (Karaşah ve Var, 2012). Küçük ve Gül (2005)'e göre 3m'den dar refüjlerde ağaç türleri yerine çalı ve yer örtücü türler tercih edilmesi gerekirken gözlem yapılan yollarda refüj genişliğinin 1.5 m'nin altında olmasına karşın ağaç, ağaçcık ve yoğun çalı grubu birlikte kullanılmıştır. Bazı yerlerde çok geniş gövdeli ağaç türleri bulunmaktadır. Çalışmada fotoğraflarla belirtildiği üzere orta refüjlerde bir standart bulunmadığı gibi çok karışık bitkilendirme yapıldığı görülmektedir. Orta refüjde ağaçları sürekli zor şartlara maruz kaldığı ve kent iklimi dikkate alınarak özel bakım önlemleri alınmasını gerektirir. Çanakkale kışın sert rüzgârlara açıktır ve yaz aylarında uzun süreli kurak ve sıcak dönemler vardır. Bu nedenle ağaçlarda hereklerle sabitleme ve otomatik sulama sistemleri kurulmalıdır. Yollarda toprak derinlikleri de fazla olmadığı gibi birçok dönem farklı kazı ve bakım çalışmaları ile bitki kökleri zarar görebilmektedir. Bu nedenle bitki tepe çapı genişliği ve dal yoğunluğu azaltılarak kök tepe dengesi kurulması zorunludur. Aksi durumda Top Akasya gibi tepe kısmı çok ağırlaşan türler ve yaşlı ağaçlar, Şekil 8'de görüldüğü gibi çevreye veya yayalara zarar verebilmektedir.



**Şekil 8.** (a): Orta refüjde rüzgâr nedeni ile yıkılan Yalancı Top Akasya (2015). (b):Yüz yıllık bir Çınar ağacı binaya doğru yıkılmıştır (Suiçmez, 2018).

Kentleşmenin yarattığı en önemli risklerden olan iklim değişikliğine karşı Mc Kinsey Company tarafından sunulan serin kaldırımlar çözüm önerisi (Boland ve ark, 2021) çalışma alanı için de uygulanmalıdır. Bu kapsamda bölge iklimine uyumlu olan ve yolların gürültüsünü engelleyebilecek bitkilere örnek olarak verilebilir: *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. buergerianum* Miq., *Alnus glutinosa* (L.) GAERTNER, *Arbutus unedo* L., *Betula verrucosa* Roth., *Carpinus betulus* L., *Fraxinus exelsior* L., *F. ornus* L., *Lagerstromia indica* L., *Ligustrum japonicum* Thunb., *Melia azedera* L., *Prunus ceracifera* Ehrh. Çanakkale iklimi, yazın sıcak, kurak ve rüzgarlıdır. Parlak kaygan yüzeyleri ile yolun tozunun yapışmasını

engelleyecek, su kaybına kalın yaprakları ile dayanabilecek, *Arbutus unedo* L. ve *Ligustrum japonicum* Thunb. (üstten taçlı) kullanılabilir. Geniş yol kenarları ve geniş caddelerde meşe ve ıhlamur gibi ağaçlar tercih edilebilir.

**Teşekkür:**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.



## Kaynaklar

- Aklıbaşında, M. ve Erdoğan, A. (2016). Nevşehir kentiçi yol bitkilendirmelerinin estetik-fonksiyonel yönden değerlendirilmesi ve kullanılan bitki türlerinin tespiti. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 18(1), 57-71.
- Aksoy, Y. ve Yılmaz, F. (2009). Şehir içi yol bitkilendirmelerinin İstanbul ili Beyoğlu ve Şişli ilçeleri Cumhuriyet Caddesi, Halaskargazi caddesi ve Büyükdere cad. yol bitkilendirmeleri örneğinde irdelenmesi. *Journal of Yasar University*, 4(16), 2699-2728.
- Arnold, F. (1990). *Trees in urban design*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York.
- Aslanboğa, İ. (1997). *Kentlerdeki yol ve meydan ağaçlarının işlevleri, ağaçlamanın planlanması, uygulanması ve bakımlarıyla ilgili sorunlar*. İSFALT Yayınları, No: 3.
- Aydemir, S. E. (2004). *Kentsel alanların planlanması ve tasarımı: Kentsel açık ve yeşil alanlar-rekreasyon*. (Ed. Aydemir, Ş.), Akademi Kitabevi, 284–337, Trabzon.
- Balel, E. M. ve Çelik Çanga, A. (2023). Evaluation of Sivas city Selçuklu park in terms of plant design principles. *International Journal of Landscape Architecture Research*, 7(2), 152-169.
- Boland, B., Charchenko, E., Knupfer, S. & Shivika Sahdev S. (2021). Research identifies 15 proven ways that urban areas around the world can adapt to climate risk. How Cities Can Adapt To Climate. <https://www.mckinsey.com/tr/our-insights/15-action-recommendations-to-help-cities-adapt-to-climate-change> (Erişim tarihi: 20.07.2024).
- Çanakkale İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (2024). Coğrafya. Erişim tarihi: 20.07.2024). <https://canakkale.ktb.gov.tr/TR-70467/cografya.html>.
- Çelik, A. (2012). The landscape of Kocaeli pedestrian walkway as an example of urban outdoor and user views. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(2), 1262-1268.
- Çelik, A., Otar, S. ve Yücel Hacıalioğlu, A. (2017). Sanayi bölgelerinde tasarımı bitkileri kullanımının ekolojik açıdan değerlendirilmesi: Gebze örneği. *Uluslararası Peyzaj Mimarlığı Araştırma Dergisi*, 1(1), 1-7.
- Çelik, A. ve Pirselimioğlu B. Z. (2016). Kocaeli highway in terms of road-plant relationship. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 30(Special Issue), 654-660.
- Doygun, H. ve Ok, T. (2006). Kahramanmaraş kenti açık-yeşil alanlarında ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi ve öneriler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(2), 94-103.
- Erdoğan, A. ve Özer, S. (2009). Kayseri kenti yol ağaçlarının estetik ve fonksiyonel yönden incelenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 10(2), 66-78.

- Erduran Nemutlu F. ve Çelik Çanga A. (2021). Peyzaj mimarlığında bazı geofitlerin kullanım olanakları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat F. Dergisi*, 35(2), 377-387.
- Etli, B. (2002). Edirne ili merkez ilçe yeşil alan sisteminin peyzaj mimarlığı ilkeleri yönünden irdelenmesi. *Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi, B Serisi*, 3(1), 47-59.
- Gezer, A. ve Gül, A. (2009). *Kent ormancılığı*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayını, No, 86, Isparta.
- Gül, A., Topay, M. ve Özaltın, O. (2009). *Küresel ısınma tehdidine karşı kent ormanlarının önemi*. Uluslararası Davraz Kongresi Bildiri Kitabı (24-27 Eylül), 221-234, Isparta.
- Gül, A., Tuğluer, M., Akkuş, F. G. (2021). Kentsel yol ağaçlarında yaprak yüzeyi karbon tutma değerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 516-535.
- Gülgün, B., Yazıcı, K., Dursun, Ş. ve Tahta Türkyılmaz, B. (2016a). Earthquake park design and some examples from the world and Turkey. *Journal of International Environmental Application and Science*, 11(2), 159-165.
- Gültürk Doğruyol, P. ve Şişman, E. E. (2021). Kentsel yeşil alan sistem kurgulanmasına yönelik bir model önerisi. *Kent Akademisi*, 14(3), 593-615.
- Harris, R.W. (1983). *Arboriculture. Care of Trees, Shrubs and Vines in the Landscape*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA, 688s.
- Harris, R. W., Clark, J.R. ve Matheny, N.P. (2004). *Arboriculture. Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*. Pearson Education Inc., USA, 578 p.
- Kaplan, M. ve Yazıcı, K. (2022). Kent içi yol bitkilerinin estetik ve fonksiyonel özelliklerinin değerlendirilmesi-Yozgat Lise Caddesi örneği. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 95-108.
- Karavaş, B. ve Var, M. (2012). Trabzon ve bazı ilçelerinde kent dokusundaki bitkilendirme tasarımlarının ölçü-form açısından irdelenmesi. *Bartın Orman F. Dergisi*, 14, 1-11.
- Karataş, A. ve Kılıç, S. (2017). Sürdürülebilir kentsel gelişme ve yeşil alanlar. *SİYASAL: Journal of Political Sciences*, 26(2), 53-78. <http://dx.doi.org/10.26650/siyasal>. (Erişim tarihi: 05. 06. 2024).
- Kösa, S. ve Karagüzel, O. (2016). Antalya, bazı kent içi yolların bitki materyali ve bitkisel tasarım yönünden değerlendirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(3): 105-116. <http://www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr/> (Erişim tarihi: 22.06.2024).
- Küçük, V. ve Gül, A. (2005). Isparta kent içi yol ağaçlandırmaları üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 111-118.

- Önder, S. ve Polat, A.T. (2007). *Yollarda bitkisel tasarım, Konya kenti örneği*. Kentsel Yeşil Dokunun Analizi ve Bakım Esasları Semineri Kitabı, Konya Büyükşehir Belediyesi Yayını, 78-92.
- Öztürk, B. (2002). *Kent içi ve kent dışı karayolu ulaşım sisteminde bitkilendirmenin trafik tekniği yönünden işlevleri*. Gazi Üniversitesi Uluslar Arası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi Bildiri Kitabı, 8-12, Ankara. (Erişim tarihi: 19.06.2024). <https://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/Arsiv/SiteAssets/Yayinlar/Bildiriler/pdf>
- Pouya, S. (2019). Rekreasyon alanlarında bitkisel tasarım yaklaşımı, Malatya örneği. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(96), 162-184.
- Suher, H., Ocakçı, M., Karabay Ayataç, H. ve Ertekin, Ö. (2004). An indicator of sustainable development: Urban identity. *ITU A/Z, 1*, 26-42.
- Suiçmez, M. (2018). Çanakkale'de fırtına 100 yıllık çınar ağacını devirdi. *Demirören Haber Ajansı-DHA*. <https://www.dha.com.tr/gundem/canakkalede-firtina-100-yillik-cinar-agacini-devirdi-1572081>.
- Şahin, Ş. ve Kurum, E. (2006). *Kent içi yol ağaçlandırmasında planlama ve tasarım*. Kentiçi Ağaçlandırma Çalışmalarında Teknikler ve Sorunlar (Ankara Örneği) Paneli. Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, Bildiriler Kitabı, 48-63, Ankara.
- Tuğluer, M. ve Çakır, M. (2019). UFORE modelinin kent ekosistemine hizmet eden bileşenlerinin irdelenmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(2), 193-200.
- Tuğluer, M. ve Gül, A. (2018). Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3), 293-307.
- Türkoğlu, H. ve Kısar Koramaz, E. (2012). Yaşam kalitesi ve kentsel yeşil alanlar. M. Ersoy (Der.), *Kentsel Planlama* içinde. 474-475, Ninova Yayıncılık, İstanbul.
- Uzun, A. (2007). *Kent içi ağaçlandırmaları ve İstanbul kent içi ve yol ağaçlandırmalarının kritiği*. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yayınları, <https://yesil.istanbul/Content/publications/22.pdf>. (Erişim tarihi: 05. 06. 2024).
- Ürgeç, S. (1998). *Genel plantasyon ve ağaçlandırma tekniği*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, No: 3997, İstanbul.
- Wentworth, J. (2016). *Green space and health*. Postnote. Houses of Parliament, The Parliamentary Office of Science and Technology, London, UK. <file:///C:/Users/CEREN/Downloads/POST-PN-0538.pdf>. (Erişim tarihi: 05. 06. 2024).
- World Map (2024). Canakkale City Map. (Erişim tarihi: 20.07.2024). [https://www.worldmap1.com/map/turkey/canakkale/map\\_of\\_canakkale.png](https://www.worldmap1.com/map/turkey/canakkale/map_of_canakkale.png).

Yazıcı, K. (2017). Kentiçi yol bitkilendirmelerinin fonksiyonel-estetik açıdan değerlendirilmesi ve mevcut bitkisel tasarımların incelenmesi: Tokat Örneği. *Ziraat Mühendisliği*, 364, 30-39.

## Okaliptus'te Klasik Bitki Doku Kültürü ve Yeni Nesil Biyoreaktör Uygulamalarında Son Gelişmeler

### Recent Developments in Classical Plant Tissue Culture and New Generation Bioreactor Applications in *Eucalyptus*

 Meslihna KARAYEL<sup>1,\*</sup>,  Recep YILDIZ<sup>2</sup>,  Senem UĞUR<sup>1</sup>,  
 Yeşim YALÇIN MENDİ<sup>1</sup>,  Mustafa ALBAYRAK<sup>2</sup>

#### Özet

*Eucalyptus* türleri, hızlı büyüme ve kereste kaliteleri nedeniyle dünya genelinde ormancılıkta önemli bir yere sahiptir. Bu türlerin mikroçoğaltımı, genetik olarak üstün klonların elde edilmesi ve geniş çapta yaygınlaştırılması amacıyla yaygın olarak yapılmaktadır. Bu derleme, *Eucalyptus* türlerinin mikroçoğaltımındaki güncel teknikleri, karşılaşılan zorlukları ve başarı oranlarını ele almaktadır. Bu çalışmada, hem klasik doku kültürü yöntemleri hem de yeni nesil biyoteknolojik yaklaşımlar incelenmiştir. Özellikle, bazı araştırmacıların çalışmalarında tanımlanan fizyolojik olaylar ve hızlı mikroçoğaltım protokollerine vurgu yapılmıştır. Mikroçoğaltım protokollerinin optimizasyonunda, eksplant kaynağı, ortam kompozisyonu ve çevresel faktörler son derece önemlidir. *Eucalyptus* türlerinin mikroçoğaltımında kullanılan eksplantlar (nodal segmentler, kotiledon ve yaprak eksplantları) farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir, farklı *Eucalyptus* hibritlerinin mikroçoğaltımında karşılaşılan zorlukları ve bu zorlukların nasıl aşılabileceğini tartışmışlardır. Ayrıca, bazı araştırmacıların genotipten bağımsız protokollerin geliştirilmesi ve bu protokollerin ticari uygulamalara entegrasyonunu incelemiştir. Bunlara ek olarak, geçici daldırma biyoreaktör sistemleri (TIS) ile sürgün çoğaltımının iyileştirilmesi ve bu sistemlerin sağladığı avantajlar, detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Sonuç olarak bu çalışma, *Eucalyptus* türlerinin mikroçoğaltımında, klasik doku kültürü yöntemleri ve biyoreaktörlerin kullanılması hakkında kapsamlı bir bilgi sunmaktadır. Bu tekniklerin optimizasyonu ve geniş çapta uygulanabilirliğinin artırılması, *Eucalyptus* türlerinin sürdürülebilir ormancılık uygulamalarında daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** *Eucalyptus*, Mikroçoğaltım, Doku Kültürü, Geçici Daldırma Sistemi (GDS).

#### Abstract

*Eucalyptus* species have an important place in forestry worldwide due to their rapid growth and timber quality. Micropropagation of these species is widely used to obtain genetically superior clones and to disseminate them on a large scale. This review discusses current techniques, challenges and success rates in micropropagation of *Eucalyptus* species. In this study, both classical tissue culture methods and new generation biotechnological approaches were examined. In particular, emphasis was placed on physiological events and rapid micropropagation protocols defined in the studies of some researchers. In the optimization of micropropagation protocols, explant source, medium composition and environmental factors are extremely important. Explants (nodal segments, cotyledon and leaf explants) used in micropropagation of *Eucalyptus* species were examined by different researchers, and they discussed the challenges encountered in micropropagation of different *Eucalyptus* hybrids and how these challenges can be overcome. In addition, some researchers have investigated the development of genotype-independent protocols and their integration into commercial applications. In addition, the improvement of shoot multiplication by temporary immersion bioreactor systems (TIS) and the advantages of these systems have been discussed in detail. In conclusion, this study provides comprehensive information on the use of classical tissue culture methods and bioreactors in micropropagation of *Eucalyptus* species. Optimization of these techniques and increasing their wide-scale applicability will enable more effective use of *Eucalyptus* species in sustainable forestry practices.

**Keywords:** *Eucalyptus*, Micropropagation, Tissue Culture, Temporary Immersion System (TIS).

## 1. Giriş

Angiospermae (kapalı tohumlu) bitkilerinin, Myrtales takımının, Myrataceae familyasının *Eucalyptus* cinsine mensup olan okalıptuslar, Akdeniz ve Ege'nin kıyı bölgelerinde yoğun olarak yetişmektedir. Anavatanı olan Avusturalya'da 150 m'ye kadar boylanabilen okalıptuslar, fakir topraklarda, bataklıklarda, kumsal ve çakıllı topraklarda yetişebilirler. Özellikle dünyanın tropikal ve subtropikal bölgelerinde yaygın şekilde yetiştirilen bitkiler arasındadır. Herdem yeşil bitkilerdir, çalılar halinde veya boylu ağaç olarak bulunan odunsu bitkilerdir ve çoğunlukla ağaç olarak bulunurlar. Yaprakları düz kenarlı, sade yaprak durumunda ve aşağıya doğru sarkıktır. Çiçekleri tek ya da şemsiyemsi salkım görünüşünde ve beyaz, kırmızı veya sarı renktedir. Meyveleri kapsül şeklindedir ve olgunlaştıkça kapsüllerin rengi yeşilden kahverengiye dönüşmektedir. Kazık kökleri güçlüdür. Yan kökleri genişçe bir alana yayılma gösterir (Etikan ve Kayabaşı, 2009; Brooker, 2002; Görcelioğlu, 1988).

Halk arasında sıtma ağacı, sağlık ağacı, kızıl okalıptus veya bataklık ağacı olarak da bilinmektedir (Özgün, 2013). Okalıptusların; odunları kereste olarak kullanılmasının yanı sıra yapraklarındaki değerli yağlardan, süs bitkisi olarak ve çiçeklerinin arıcılık gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Brooker, 2002; Görcelioğlu, 1988).

Dünyada görülen ekonomik gelişme ve hızlı nüfus artışı, odun hammaddesine olan ihtiyacı giderek arttırmakta ve dolayısıyla doğal ormanlarımız üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle, odun hammaddesi ihtiyacının karşılanmasında, hızlı büyüyen ağaç türleri ile endüstriyel orman ağaçlandırmalarının yaygınlaştırılması son derece önemlidir.

Türkiye'deki endüstriyel odun talebi yıllık 17-18 milyon m<sup>3</sup> civarındadır ve bu talebin yaklaşık %94'ü yerli kaynaklardan karşılanmaktadır. Kalan miktar ise ithalat yoluyla temin edilmektedir. Ormancılık Ana Planı'na göre, Türkiye'de kişi başına düşen odun hammaddesi tüketimi yıllık 0,571 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

Gelişmiş ekonomilere sahip ülkelerde ise bu değer, kişi başına 1,0-1,5 m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Bu durum, artan odun hammaddesi talebini karşılayabilmek için Endüstriyel Plantasyon İşletmeciliği'ne daha fazla önem verilmesi gerektiğini ve bu sayede odun üretiminin artırılmasının hedeflendiğini göstermektedir (OGM, 2013).

Biyoteknolojik doku kültürü yöntemleri ile yılda yaklaşık 1 milyon fidan elde edilebilmekte, klonal fidan üretimi ile hem birim alandan daha fazla ürün elde etme, hem de istenilen miktarda üstün nitelikli bireylerin elde edilmesine olanak sağlanmaktadır.

Son yıllarda klasik doku kültürüne alternatif olarak da ticari ölçekte fidanlıklarda klonal üretimin sağlanması için yeni nesil biyoreaktör sistemleri (RITA, PlantForm, SETIS, ELECTIS vb. gibi özel yetiştirme kapları) kullanılmaya başlanmıştır.

Bu sistemin avantajları arasında : Bitkinin besin ortamına homojen bir şekilde temas etmesi, oksijensizlik nedeniyle gelişmemesi (boğulma) ve vitrifikasyon sorunlarının minimum seviyede görülmesi, kahverengileşmeye yol açan toksik bileşiklerin katı-sıvı ortama oranla birikmesi, kültür kapları içindeki atmosferin periyodik olarak değişmesi sayesinde CO<sub>2</sub> ve etilen gibi zararlı gazların birikmesinin önlenmesi, büyük ölçekli kültür kapları kullanılmasıyla altkültür süresinin uzaması, iş gücünden tasarruf sağlanması, hava sirkülasyonu nedeniyle oluşan baloncukların hücre bölünmesini teşvik etmesi ve böylece hem çoğalma oranının hem de sürgün kalitesinin artması sayılabilir.

Bu çalışmada ise okalıptus'te klasik bitki doku kültürü ve yeni nesil biyoreaktör uygulamalarında son gelişmeler hakkında bazı bilgiler derlenmiştir.

## 2. Okalıptus Bitkisi Çoğaltım Yöntemleri

Okalıptus'da fidan eldesi, tohum, çelikle veya doku kültürü ile sağlanmaktadır (Schroeder, 2017). Çelikle çoğaltımda büyük bir köklenme problemi yaşandığı için alınan çeliklerde %50-60 civarında kayıplar yaşanmaktadır. Bu nedenle, *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. klonlarının üretilmesine yönelik hızlı klonal çoğaltma tekniklerine, genel verimliliğin artırılmasına yönelik stratejik yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

### 2.1. Okalıptus Fidanlık Tekniği

Okalıptus fidanı yetiştirmek için tohum ve çelik (klonal fidan üretimi) kullanılmaktadır (Anonim, 2024).

### 2.2. Çelikten Fidan Üretimi

Çelikten yetiştirilmiş fidan (klonal fidan), ıslah çalışmaları sonucu belirlenen üstün niteliklere sahip bireylerden alınan dal, gövde, kök vb parçaların köklendirilmesiyle elde edilmektedir. Çelikle okalıptus fidanı yetiştirilmesindeki amaç, geleneksel ıslah çalışmaları sonucu bulunan üstün nitelikli ağaçların üstün özelliklerini kaybetmeden aynı genetik özellikleri taşıyan birbirinin kopyası bireyler elde etmektir (Anonim, 2024).

Okalıptus zor köklenen bitki türleri arasında yer almaktadır ve çelikle fidan üretiminde etkili faktörler arasında çelik alacak materyalin (anaç ve çelik) fizyolojik olarak genç olması,

nem, sıcaklık ve ışığın optimum derecede olması istenmektedir. Köklenme için ise tür için istenen köklenme ortamları hazırlanması gerekmektedir (Anonim, 2024).

Yapılan köklendirme çalışmalarına bakıldığında, 2 farklı *Eucalyptus camaldulensis* klonlarının, farklı yetiştirme ortamlarında (Hindistan cevizi torfu, vermikompost ve kül) ve IBA'nın (Kontrol, 3000 ppm, 4000 ppm ve 5000 ppm) kullanarak filizlenmesi ve köklenme tepkisi üzerine etkisini incelemiştir. IBA konsantrasyonlarında, 3000 ppm IBA uygulanan çeliklerde, en yüksek sürgün yüzdesi, sürgün uzunluğu, çelik başına yaprak sayısı, çelik başına kök sayısı, köklenme yüzdesi, hayatta kalma yüzdesi, kök uzunluğu ve toplam bitki boyu elde etmiştir ve en yüksek ölüm yüzdesi kontrol (IBA içermeyen) ortamı olduğu bildirmiştir (Kumar, 2021).

*Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden türünde yapılan çelikle çoğaltma çalışmasında, 48 saat boyunca 20 mg.l<sup>-1</sup> oksin solusyonuna daldırma uygulamışlar ve en az 4 hafta bekletildikten sonra daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (Luckman ve Menary, 2002).

### 2.3. Tohumdan Fidan Üretimi

Kaliteli fidan üretimi, ekilecek tohum kaynağının tespiti ile başlar. Tohum kaynağı olarak öncelikle tohum bahçeleri ve döl denemeleri sonucuna göre tesis edilmiş tohum plantasyonları kullanılmalıdır. Tohum plantasyonlarının bulunmaması durumunda ağaçlandırma sahalarından düzgün gövdeli çevresindeki ağaçlara göre daha boylu ve kalın çaplı, sağlıklı, birbirinden en az 45 m mesafede, asgari 5 ağaçtan alınacak tohumlar karıştırılarak kullanılmalıdır. Mevsimi dışında çiçek açan ve rastgele ağaçlardan veya birkaç bireyin bulunduğu ağaç topluluklarından tohum alınmamalıdır. Bu şartları sağlayan ağaçlardan *E. camaldulensis*'te Eylül aylarından sonra tohum toplanabilir (Anonim, 2024).

### 2.4. Doku Kültürü İle Üretimi

Son yıllarda, doku kültürü teknikleri ile orman bitkilerinin mikroçoğaltılması konusunda yapılan araştırmalar hız kazanmıştır. Ülkemiz koşullarına uyum sağlayabilen ve ekonomik açıdan yetiştiriciliği yapılabilen iki okaliptüs türü, *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. ve *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, doku kültürü çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu türler, hem biyotik hem de abiyotik zararlılara karşı dayanıklı olup, aynı zamanda yüksek odun verimi sağlayan ağaç ırklarının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Geleneksel ıslah yöntemleri ile modern biyoteknolojik tekniklerin birleştirilmesi, hızlı



büyüyen yerli orman türlerinin üretim potansiyelini artırmak amacıyla yapılan araştırmaların temel odak noktalarından biridir. Biyoteknolojinin süs bitkileri sektöründe kullanımı, bu iki alanın hızla gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Günümüzde biyoteknolojik yöntemler, üretilmesi güç olan veya ticari değeri yüksek türlerin (örneğin; ficus, orkide, aloe vera, anthurium, krizantem, gül, Afrika menekşesi, eğrelti ve spathiphyllum gibi iç mekan süs bitkileri) çoğaltılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

## 2.5. Okaliptus Bitkisinde Doku Kültürü Çalışmaları

Orman ağaçlarında yürütülen biyoteknoloji çalışmalarının sayısı son yıllarda hızlı bir şekilde artmaktadır. Biyoteknolojik uygulamalardan doku kültürü ve klonal çoğaltım vs. yaygın olarak kullanılmaktadır (Filiz ve ark., 2011).

1980'li yıllardan itibaren orman ağaçları biyoteknolojisi gelişmeye başlamış ve ağaç fizyolojisi, ağaç ıslahı ve çoğaltımını kapsayacak şekilde günümüzde de gelişmeye devam etmektedir (Burdon ve Libby, 2006). Biyoteknolojide; mikroçoğaltım, somatik embriyogenesis, anter kültürü, protoplast kültürü gibi doku kültürü teknikleri ile çoğaltım önem kazanmıştır. Diğer tarımsal türlerin aksine, orman ağaçlarındaki uzun jenerasyon süresi geleneksel ıslah için önemli bir engel oluşturmaktadır (Filiz ve ark., 2011).

Süs bitkileri sektörü ve biyoteknolojinin kullanımı hızla gelişen sektörler arasındadır. Biyoteknoloji sektörü günümüzde; çoğaltılması zor olan türlerin ve ticari olarak önemli olan tür ve çeşitlerin çoğaltımında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Doku kültüründe, *Eucalyptus camaldulensis* Dehn.'nin sürgünleri mikro çoğaltım için en yaygın kullanılan tekniktir ve her biri 2 ile 6 hafta süren aşamalardan oluşur. Sürgün kültürü, sürgün çoğaltımı, sürgün uzaması, kök oluşumu ve dış koşullara alıştırmaya, ortalama 6 ay civarında bir süre gerektirir (Sumkaew ve ark, 2010). Bu protokollerin süresini kısaltmanın olası bir yolu, bazı aşamaların aynı zaman diliminde yoğunlaşmasıdır.

Bu yüzden son yıllarda doku kültürü teknikleri kullanılarak orman bitkilerinin mikro çoğaltımı yapılmaktadır. Yurdumuzun ekolojik koşullarına uyum sağlayabilen ve ekonomik olarak yetiştiriciliğinin yapılabileceğine karar verilen iki okaliptüs türü belirlenmiştir. Bunlar; *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. ve *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden türleridir (Anonim, 2024).

Nitekim birim alandaki odun üretiminin artırılması ve biyotik-abiyotik zararlılara karşı dayanıklı orman ağacı ırklarının geliştirilmesi amacıyla hızlı gelişen yerli orman ağacı

türlerinde geleneksel ıslah ile modern biyoteknolojik yöntemlerin birlikte kullanılması hakkında araştırmalar artmaktadır.

Ne yazık ki, *Eucalyptus camaldulensis* türünde odunsu aşılama, budama veya köklü çelikler gibi geleneksel eşeysiz çoğaltma teknikleri başarılı bir şekilde geliştirilememiştir. Okalıptus'un çelikle üretiminde optimal sera koşullarında dahi %50-60 kayıplar yaşanmaktadır (Anonim, 2024)

*In vitro* çoğaltım, hem iğne yapraklı hem de sert ağaç türlerinde ağaçların kitlesel klonal üretimi için uygun bir tekniktir. Okalıptuslarla yapılan çalışmalar incelendiğinde ise;

Soğuğa toleranslı iki tür (*E. macarthurii* ve *E. smithii*), soğuğa toleranslı bir melez (*E. macarthurii*×*E. grandis*) ve *E. saligna*, tarlada yetiştirilen fidelerden ve klonal çitlerden toplanan düğüm eksplantlarından *in vitro* çoğaltılmıştır. Sürgün büyümesi, 0.1 mg.l<sup>-1</sup> BA içeren modifiye MS ortamında başlatılmıştır. 0.2 mg.l<sup>-1</sup> BA + 0.01 mg.l<sup>-1</sup> NAA içeren modifiye MS ortamı, sürgün çoğalmasını teşvik etmede en etkili olarak bulunmuştur. Kök oluşumu, 2 mg.l<sup>-1</sup> IBA içeren yarı-kuvvetli modifiye MS ortamında gerçekleştirilmiştir (Le Roux ve Staden, 1991).

*Eucalyptus nitens* Maiden'in mikro çoğaltılmasında fideler ve 1 yaşındaki sürgün uçları ve düğümleri kullanılmıştır. En iyi çoğalma oranı (2.25) ise Murashige ve Skoog (1962) ortamının makro besin maddelerini (yarı kuvvette) ve mikro elementlerini içeren ortamda kültüre alındığında elde edilmiştir. Büyüme düzenleyicilerinin bulunmadığı bazal ortamda da kök oluşumuna rastlanmıştır. Kök gelişimi için en iyi sonuçlar, 14,7 µM 3-indolebutirik asit (%60.0 kök indüksiyonu) içeren bir ortamda elde edilmiştir (Gomes ve Canhoto, 2003).

Mikroçoğaltım amacıyla tarlada yetiştirilen *E. grandis* Hill ex Maiden ve *E. grandis* melezlerinin, sürgün materyalinin toplanması ve kısa süreli depolanması için basit bir yöntem oluşturulmuştur. İlk çalışmalar, sera dışında yetiştirilen, gübre ve fungusit uygulaması yapılmayan bitkilerle yürütülmüştür. Yöntem, daha sonra test edilmiştir ve tarlada yetiştirilen klonlara uyarlanmıştır. Bu işlem, üç boğumlu ve yapraksız 35-50 mm uzunluğundaki sapların toplanmasını, bunlara %70 (h/h) etanol püskürtülmesini ve nemli steril vermikülit içeren cam şişelerde 48 saat boyunca saklanmasını içermiştir. İlk kültür ortamına (tomurcuk kırılması) 1 g.l<sup>-1</sup> kalsiyum hipoklorit eklenmesi endojen kontaminasyonunu inhibe etmiştir. Tarlada yetiştirilen bitkilerden alınan eksplantların

depolanmasından sonra çoğalma verimi, klona bağlı olarak 160-264 sürgün/100 eksplant olmuştur (Paula ve ark., 2003).

*Eucalyptus globulus* Labill'in *in vitro* elit genotiplerini çoğaltmaya yönelik bir yöntem planlanmıştır. Bitki materyalinin toplanması için en uygun dönemin Kasım-Nisan arasında olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde epikormik bir tomurcuğun filizlenmesi için gereken sürenin daha kısa olduğu ve filizlenen dalların oranının ve filizlenen epikormik tomurcukların ortalama sayısının diğer toplama zamanına (Mart'tan Temmuz'a) göre daha yüksek olduğu bilinmekteydi. Aksenik kültürleri oluşturmak için en iyi tepki, mikroçoğaltım sürgün uçlarından başlatıldığında elde edilmiştir. Büyüme düzenleyicilerle ilgili olarak çoğalma için en iyi yanıt 6-benzilaminopurin (BA) ve Indolebutirik asit (IBA) ile elde edilmiş ve en iyi sonuçlar sırasıyla 0.2 mg.l<sup>-1</sup>/0.02 mg.l<sup>-1</sup> olmuştur. Değerlendirilen 58 klondan beşinin çoğalmaya iyi yanıt verdiği kabul edilmiştir. En iyi uzama, 0.1 mg.l<sup>-1</sup> BA/0,5 mg.l<sup>-1</sup> IBA içeren ortamdan sağlanmıştır. Köklenme tepkisi klona ve tedaviye bağlı olarak değişkenlik göstermiş ve %25'i geçmemiştir. Köklenen sürgünler seradaki saksı toprağına başarıyla aktarılmıştır (Sotelo ve Monza, 2007).

Oldukça önemli okalıptus melezlerinin çoğaltılmasına yönelik mikro çoğaltma protokolleri elde edilmiştir. FRI-5 (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn x *Eucalyptus*) olarak iki okalıptus melezi ve FRI-14 (*Eucalyptus torelliana* F. V. Muell x *Eucalyptus citriodora* Hook) için seçilmiş olgun ağaçlardan (30 - 32 yaş arası) eksplant olarak düğüm segmentleri kullanılarak mikro çoğaltma sağlanmıştır. Bu okalıptus melezleri Dehradun Orman Araştırma Enstitüsü tarafından üretilmiştir (Arya ve ark., 2009).

*Eucalyptus tereticornis* Sm.'nin seçilmiş seçkin bir klonunun mikro çoğaltılmasını etkileyen çeşitli faktörler araştırılmıştır. Test edilen farklı sitokinler arasında 6-benziladenin'in, sürgün çoğalması ve uzaması için en etkili sitokin olduğu kanıtlanmıştır. Maksimum köklü sürgün sayısı (%80.7), 5.0 µM indolebutirik asitle desteklenen 1/4 kuvvetindeki MS ortamından elde edilmiştir. Fotosentetik olarak aktif radyasyon (PAR) altında inkübe edilen kültürlerde, soğuk floresan ışıklar (CFL) altında inkübe edilen kültürlerle karşılaştırıldığında, çoğalan, uzayan sürgünlerin sayısı, köklenme sıklığı ve bitkilerin iklimlendirilmeden sonra hayatta kalmasının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Aggarwal ve ark., 2012).

Bu araştırmanın amacı bu türün kotiledon boğumlarından mikro çoğaltılmasına yönelik bir protokol oluşturmaktır. Donör olarak 16 günlük fidanlar kullanılmıştır.

Eksplantlar kotiledon boğumlarının uyarılması için iki bölümden oluşmuştur. Karanlık bir kültür ve bunu takip eden bir açık kültür. Baz alınan ortama, 30 g.l<sup>-1</sup> sakaroz, % 10 hindistan cevizi suyu eklenmiş ve 7 g.l<sup>-1</sup> agar ile katılaştırılmıştır. Karanlık kültür için ortam 3.6 µM NAA (Naftalenoasetik asit) ve 4.4 µM BAP (6-Benzilaminopurin) ile desteklenmiştir (Da Silva ve ark., 2015).

De Oliveira ve ark. (2017)'nin yapmış oldukları çalışmada, *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* AEC 224 klonunun yaprak eksplantlarından dolayı organogenez için bir protokol oluşturulması amaçlanmıştır. Kalojenez aşaması sırasında, çeşitli NAA konsantrasyonları ve ardından TDZ ile birleştirilmiş NAA veya 2,4-D, 30 gün boyunca JADS kültür ortamında test edilmiştir, ardından eksplantların, 5.0 uM BA ve 0.5 uM NAA içeren rejenerasyon ortamında alt kültürü yapılmıştır. Bu ortamlarda eksplant oksidasyon oranı yüksek çıkmıştır (%95). Bu nedenle oksidasyonu azaltmak için farklı kültür ortamları karşılaştırılmıştır (De Oliveira ve ark., 2017).

Bu çalışma, çoğaltılması zor olan okalıptusların üstün tam kardeş melezlerinde (7 yaşındaki ağaçlar) makro ve mikro çoğaltma yoluyla köklendirme hakkındaki bilgi birikiminin artırılması amaçlanmıştır. Varyans Analizi (ANOVA), *Enterobacter* sp. (106 cfu.ml<sup>-1</sup>) ile desteklenen IBA (2.000-4.000 ppm) hormon uygulamasının makropropagasyon yoluyla hibrit köklenmesini önemli ölçüde artırdığını ( $p < 0.05$ ) ortaya koymuştur. Özellikle, FRI-PH3 (*Corymbia torelliana* × *C. citriodora*; 2A) ve FRI-PH4 (*E. pellita* × *E. urophylla*; 1D) hibrit genotipleri için 3.000 ppm IBA'da sırasıyla %10,00 ± 0,91 ve %3,75 ± 0,48 maksimum kök gelişimi ile köklenme gözlenmiştir. Mikroçoğaltım çalışmalarında, FRI-4s genotipi (*E. tereticornis* × *E. camaldulensis* baltalık sürgünleri, 100) çeşitli hormon kombinasyonları (BAP, KIN ve TDZ) ile önemli farklılıklar ( $p < 0.01$ ) göstermiş; ve maksimum sürgün sayısı (4. 0 ± 0.82) çoğalması ve ortalama sürgün uzunluğunun 2.5 ± 0.15 cm olması Duncan Çoklu Aralık Testi (DMRT)'ne göre 0.5 mg.l<sup>-1</sup> BAP, ½ MS ortamı ve 0.5 mg.l<sup>-1</sup> KIN'de gözlemlenmiştir (Bhandari ve ark., 2022).

*Maerua crassifolia* Forssk'un mikro çoğaltımı için hızlı ve etkili bir *in vitro* çoğaltma protokolü geliştirilmiştir. 7.5 µM 6-benzilaminopurin (BA) ve 1.0 µM 1-naftaleneasetik asit (NAA) içeren Murashige ve Skoog (MS) ortamı, en yüksek sürgün oluşumunu (yetiştirilen hipokotillerin %85.7'sinde eksplant başına 13.9 sürgün) sağlamıştır. Diğer tüm uygulamaların yanı sıra, en iyi *in vitro* kök oluşumu, 1.0 µM indol 3-butirik asit (IBA) içeren yarı-kuvvetli MS ortamından elde edilmiştir. Yetiştirilen sürgünlerin %94.1'i mikro sürgün başına ortalama 6.8 kök oluşturmuştur. Mikro çoğaltılan bitkilerin genetik doğruluğu akış

sitometrisi yoluyla doğrulanmıştır. Mevcut çalışmanın sonuçları, nesli tükenmekte olan *M. crassifolia* ağaçlarının mikro çoğaltılmasına yönelik basit, uygun maliyetli ve etkili bir protokolü açıklamıştır (Alatar ve ark., 2023).

Geçici daldırma biyoreaktör sistemleri, sıvı besin ortamı veya sıvı/hava giriş ve çıkış sistemleri kullanılarak steril koşullarda bitki yetiştirilmesini sağlayan bir çoğaltım sistemidir. Sistem, ayarlanabilir havalandırma ve basınç altında daldırma sistemine sahiptir ve hava akımı vasıtasıyla çalıştırılır. Geçici daldırma sisteminin (TIS) avantajları arasında emek ve zamandan tasarruf, çok sayıda bitkicik üretiminin kolaylaştırılması ve bitkiciklerin ortamla teması yoluyla besinlerin kolayca alınmasının kolaylaştırılması yer alır. Dezavantajları arasında, sürekli daldırılan kültürlerde fizyolojik bozukluklar, asfiksi, hiperhidrisite ve kontaminasyon tüm bitkiciklerin kaybına yol açabilir. Geçici daldırma sistemleri; RALM, SETIS, ELECTIS, PLANTFORM, BIT<sup>®</sup>, PLANTIMA ve RITA<sup>®</sup> sistemlerini içerir. Bunlara ek olarak, modifiye edilmiş biyoreaktörler de vardır (Murthy ve ark., 2023).

Okaliptus bitkilerinde yapılan geçici daldırma sistemi (GDS) ile yapılan çalışmalar kısıtlıdır fakat yapılan çalışmalar incelendiği zaman kullanılan GDS sistemlerinden BIT<sup>®</sup>, RITA<sup>®</sup> ve modifiye edilmiş sistemler kullanılmaktadır. *Eucalyptus* türlerinde yapılan çalışmalar Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** *Eucalyptus* türlerinin geçici daldırma sistemi ile çoğaltılması

Türler	Eksplant	GDS	Daldırma Süresi	Referanslar
<i>Eucalyptus grandis</i> ve <i>hybrids</i>	Sürgün	RITA <sup>®</sup>	30 sn / 10 dk	Alister ve ark., 2005
<i>Eucalyptus camadulensis</i>	Sürgün	İkili katman ve ikili şişe	1 dk / 8 sa	Sumkaew ve ark., 2010
<i>Eucalyptus globulus</i>	Sürgün	BIT <sup>®</sup>	2 dk / 12 sa	González ve ark., 2011
<i>Eucalyptus urograndis</i>	Sürgün	Modifiye TIS	3 dk / 12 sa	Palhares ve ark., 2018

### 3. Sonuç ve Öneriler

Ekonomik gelişme ve hızlı nüfus artışı, odun hammaddesine olan ihtiyacı giderek arttırmakta ve dolayısıyla doğal ormanlarımız üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu

nedenle, odun hammaddesi ihtiyacının karşılanmasında hızlı büyüyen ağaç türleri ile endüstriyel orman ağaçlandırmalarının yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Okalıptus, hızlı bir selüloz hamuru ve masif odun kaynağı olarak son yıllarda büyük önem kazanmış bir odunsu bitki türüdür. Bu çalışmada ise *Eucalyptus* türünün geleneksel ve biyoteknolojik yöntemlerle üretilmesine yönelik mevcut çalışmalar derlenmiştir. Okalıptus bitkisinin çoğaltım tekniklerine baktığımız zaman klasik çoğaltım yöntemlerinin (tohumla ve çelikle) avantajlar arasında, bu yöntemlerin basit ve düşük maliyetli olması öne çıkar. Aynı zamanda, tohumla üretim genetik çeşitliliği artırarak çevresel koşullara uyum sağlar. Ancak, bu durum ticari üretim için genellikle istenmeyen bir durumdur. Çelikle okalıptus üretimi, üstün özellikteki anaçların, üstün özelliklerini kaybetmeden aynı genetik özellikleri taşıyan birbirinin kopyası bireyler elde edilmektedir. Seçilen bitkilerin özelliklerini koruma imkanı sunar. Bu tekniğin dezavantajları arasında çelikle üretimde köklenme oranları genellikle düşüktür ve bu durum üretimde kayıplara neden olabilir. Ayrıca, her iki yöntemde de süreçler genellikle daha uzun sürer, hastalık ve zararlılara karşı duyarlılık yüksektir.

Geleneksel yöntemlerin sınırlamaları, biyoteknolojik yöntemlerin bu alandaki önemini arttırdığı ve daha verimli çözümler sunduğu ortaya çıkmaktadır. Biyoteknoloji sektörü günümüzde; çoğaltılması zor olan türlerin ve ticari olarak önemli olan tür ve çeşitlerinin üretilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda doku kültürü yöntemleri ile kitlesel çoğaltım yapan araştırmacılar, geçici daldırma sistemlerini kullanarak protokoller geliştirmişlerdir. Bu yöntemle bitkinin tüm özellikleri birebir yeni bitkilere aktarılır. Bu, özellikle üstün özelliklere sahip ticari türlerin çoğaltılması için idealdir. Ayrıca, bu yöntem sayesinde hızlı ve klonal üretim sağlamaktadır. Bitkicikler, kontrollü ve steril koşullarda olduğu için hastaliksız olarak çoğaltılmaktadır. *Eucalyptus* sürgünlerinin çoğaltımında en yaygın kullanılan teknik olarak ortaya çıkmaktadır ve bu durum araştırmacıların çalışmalarına göre desteklenmektedir.

Biyoteknolojik yöntemler arasında özellikle geçici daldırma sistemi, klonal çoğaltımın hızlandırılmasında öne çıkmaktadır. *Eucalyptus* bitkilerinde geçici daldırma sistemi tekniğini kullanarak yapılan çalışmalar kısıtlıdır fakat bu teknik ticari doku kültürü laboratuvarlarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemin başlıca avantajları yüksek miktarlarda klonal çoğaltım, hızlı üretim ve hastaliksız bitkicikler elde edilmektedir. *Eucalyptus camaldulensis* klonlarının üretilmesine yönelik hızlı bitkisel çoğaltım tekniklerine, genel verimliliğin artırılmasına yönelik stratejik bir yolda ulusal ve dünya çapındaki ormancılık şirketleri tarafından ihtiyaç duyulduğu FAO tarafından duyurulmuştur.

Bu araştırmalar göz önüne alındığında *Eucalyptus* türünün biyoteknolojik çalışmalar ile desteklenmesinin ve üretilmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süz Bitkileri Kongresinde poster sunum olarak sunulmuştur.

**Kaynaklar**

- Aggarwal, D., Kumar, A., Sharma, J., & Reddy, M. S. (2012). Factors affecting micropropagation and acclimatization of an elite clone of *Eucalyptus tereticornis* Sm. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 48, 521-529.
- Alatar, A. A., Qahtan, A. A., Abdel-Salam, E. M., Faisal, M., & El-Sheikh, M. A. (2023). Development of an Efficient and Rapid Micropropagation Protocol for in vitro Multiplication of *Maerua crassifolia* Forssk. *Forests*, 14(6), 1160.
- Alister, B. M., Finnie, J., Watt, M. A., & Blakeway, F. (2005). Use of the temporary immersion bioreactor system (RITA®) for production of commercial *Eucalyptus* clones in Mondi Forests (SA). *Liquid culture systems for in vitro plant propagation*, 425-442.
- Anonim. (2024). *Okalıptus yetiştiriciliği*. Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü.
- Arya, I. D., Chauhan, S. S. S., & Arya, S. (2009). Micropropagation of superior eucalyptus hybrids FRI-5 (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn x *E. tereticornis* Sm) and FRI-14 (*Eucalyptus torelliana* FV Muell x *E. citriodora* Hook): A commercial multiplication and field evaluation. *African Journal of Biotechnology*, 8(21), 5718.
- AVCIOĞLU, E. (1982). Türkiye'de Okalıptüsle Ağaçlandırılacak Orman Alanları Özel Ağaçlama Sahalarının Miktar ve Koşulları Üzerine Etüt Çalışmaları. *Kavak ve Hızlı GYTOA Araştırma Enstitüsü Dergisi, İZMİT*, 61-73.
- Bhandari, M. S., Maikhuri, S., Thakur, A., Panwar, G. S., Shamoan, A., & Pandey, S. (2022). Rapid multiplication of mature *Eucalyptus* hybrids through macro-and-micropropagation. *The Nucleus*, 65(3), 379-389.
- Brooker, I. (2002). Botany of the eucalypts. In *Eucalyptus* (pp. 17-49). CRC Press.
- Burdon, R. D., & Libby, W. J. (2006). *Genetically modified forests: from Stone age to modern biotechnology* (p. 79). Durham, North Carolina, USA: Forest History Society.



- Da Silva, A. L. L., Gollo, A. L., Brondani, G. E., Horbach, M. A., Oliveira, L. S., Machado, M. P., ... & Costa, J. (2015). Micropropagation of *Eucalyptus saligna* Sm. from cotyledonary nodes. *Pak. J. Bot*, *47*(1), 311-318.
- de Oliveira, C., Degenhardt-Goldbach, J., de França Bettencourt, G. M., Amano, E., Franciscon, L., & Quoirin, M. (2017). Micropropagation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* AEC 224 clone. *Journal of Forestry Research*, *28*, 29-39.
- Etikan, S., & Kayabaşı, N. (2009). Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt) Ağacının Yapraklarından Elde Edilen Renkler ve Bu Renklerin Bazı Haslıkları Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *10*(2), 153-161.
- Filiz, E., Çiçek, E., & Aydın, Y. (2011). Forest genetics and biotechnology. *Turkish Journal of Forestry*, *12*(2), 155-162.
- Gomes, F., & Canhoto, J. M. (2003). Micropropagation of *Eucalyptus nitens* Maiden (shining gum). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, *39*, 316-321.
- González, R., Ríos, D., Avilés, F., & Sánchez-Olate, M. (2011). In vitro multiplication of *Eucalyptus globulus* by temporary immersion system. *Revista Bosque*, *32*(2), 147-154.
- Görcelioğlu, E. (1988). Ormancılık ve çevre açısından okaliptüs. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, *38*(1), 37-44.
- Gürses, M. K., Gülbaba, A. G., & Özkurt, A. (1995). Türkiye’de okaliptüs yetiştiriciliğinin geliştirilmesi hakkında rapor. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü*.
- Kumar, G. (2021). *Effect of rooting hormone with different growing media on sprouting and rooting response of Eucalyptus clones* (Doctoral dissertation, College of Forestry, Ranichauri Campus, VCSG Uttarakhand University of Horticulture and Forestry).
- Roux, J. L., & Staden, J. V. (1991). Micropropagation of *Eucalyptus* species.
- Luckman, G. A., & Menary, R. C. (2002). Increased root initiation in cuttings of *Eucalyptus nitens* by delayed auxin application. *Plant Growth Regulation*, *38*, 31-35.

- Murthy, H. N., Joseph, K. S., Paek, K. Y., & Park, S. Y. (2023). Bioreactor systems for micropropagation of plants: present scenario and future prospects. *Frontiers in plant science, 14*, 1159588.
- Özgün, C. (2013). Osmanlı ağaç kültüründe yeni ve egzotik bir tür: Okalıptüs. *Çağdaş Türkiye Tarihi Araştırmaları Dergisi, 13(26)*, 5-29.
- Palhares, G. A., Sánchez, R. R., Ruiz, M. C., Trina, D. P., García, Y. G., & González-Olmedo, J. L. (2018). Effects of photomixotrophic conditions on plants of *Eucalyptus urograndis* propagated in temporary immersion bioreactors. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 3(2)*, 239101.
- Paula Watt, M., Berjak, P., Makhathini, A., & Blakeway, F. (2003). In vitro field collection techniques for *Eucalyptus* micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 75*, 233-240.
- Schroeder, P. F. (2017, April). Propagation of eucalypts. In *Durable eucalypts on drylands: protecting and enhancing value* (Altaner, CM, Murray, TJ, Morgenroth, J.(eds). *Workshop proceedings* (pp. 104-111).
- Sotelo, M., & Monza, J. (2007). Micropropagation of *Eucalyptus maidenii* elite trees. *Agrociencia Uruguay, 11(1)*, 81-89.
- Sumkaew, R., Pankaew, Y., Puangchit, L., Siripatanadilok, S., & Kokkatiem, S. (2010). In vitro seedling of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. using temporary immersion system with twin flasks.

## Erzincan'da İklim Değişikliği Sürecinde Kuraklığa Toleranslı İklim Dostu Süs Bitkilerinin Kullanımı

### Use of Drought Tolerant Climate Friendly Ornamental Plants in Erzincan During Climate Change

 Gökhan ASKAN<sup>1,\*</sup>,  Hakan KALENDAROĞLU<sup>2</sup>,  Meral ASLAY<sup>2</sup>

#### Özet

Bu çalışma, Türkiye'nin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin giderek daha belirgin hissedildiği ve su stresi yaşayan ülkeler arasında bulunmasından dolayı, peyzaj planlamalarında kurakçıl peyzaj yaklaşımını ön plana çıkarmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın materyalini Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne ait süs bitkileri koleksiyon bahçesindeki türler ile Erzincan kent merkezi ve 8 farklı ilçesinde bulunan bazı doğal bitkilerden oluşan Ağlayan gelin (*Fritillaria imperialis*), Allı Gelin (*Hesperis isatidea*), Çöven (*Gypsophila* sp.) Osman çiçeği (*Vinca soneri*), Yayla süseni (*Iris spuria* ssp. *Musulmanica*), Püsküllübaş (*Muscari tenuiflorum*), Keşişbaşı (*Muscari azureum*), Yaban lalesi (*Tulipa julia*), Sümbül (*Hyacinthus orientalis*), Çiriş (*Eremurus spectabilis*), Mürver otu (*Sambucus ebulus* L), Camışkiran (*Sicilia siberica* subsp. *armena*), Boyacı sumacı (*Cotinus coggyria*) peyzaj değeri olan doğal türler oluşturmaktadır. Çalışma doğal bitki türlerinin kentsel planlamaya dahil edilmesinin sağlayacağı mali avantajların belirlenmesi, varsa eksikliklerin giderilmesine yönelik öneriler sunulması, iklim dostu tasarımların artırılması, bitkilerin günümüz iklim şartlarına uyum sağlanabilmesi ve bu alanda çalışan peyzaj mimarları, kent karar vericileri, şehir plancıları ve araştırmacılar için bir referans teşkil etmesi amaçlanmaktadır. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinde oluşturulan 'Kurakçıl Mini Botanik Bahçesinde' kültüre alınan 13 farklı türün tamamına yakınının gerek peyzaj özellikleri gerekse iklim değişikliği sürecinde peyzaj tasarımının ana ögesi haline getirebilecek türler olduğu tespit edilmiştir. Kentin karar vericileriyle yapılacak görüşmelerle, bu türlerin gelecekteki peyzaj planlamalarında kullanılması teşvik edilecektir. Böylece, iklim dostu peyzaj planlamaları için kaynak değeri oluşturulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal ve Endemik bitkiler, Erzincan, İklim Değişikliği, İklim dostu Tasarım, Kurakçıl Peyzaj

#### Abstract

This study was conducted to highlight the arid landscape approach in landscape planning, as Turkey is among the countries experiencing water stress and where the negative effects of climate change are increasingly felt. The material of the study consists of species in the ornamental plants collection garden of Erzincan Horticulture Research Institute and some natural plants with landscape value such as Weeping Bride (*Fritillaria imperialis*), Allı Gelin (*Hesperis isatidea*), Gypsophila sp., Osman flower (*Vinca soneri*), Yayla iris (*Iris spuria* ssp. *Musulmanica*), Tasselhead (*Muscari tenuiflorum*), Monkfish (*Muscari azureum*), Wild tulip (*Tulipa julia*), Hyacinth (*Hyacinthus orientalis*), Çiriş (*Eremurus spectabilis*), Elderflower (*Sambucus ebulus* L), Camışkiran (*Sicilia siberica* subsp. *armena*), Boyacı sumac (*Cotinus coggyria*). The study aims to determine the financial advantages of including natural plant species in urban planning, to present suggestions for eliminating deficiencies if any, to increase climate-friendly designs, to ensure that plants adapt to today's climate conditions, and to serve as a reference for landscape architects, city decision makers, city planners and researchers working in this field. It has been determined that almost all of the 13 different species cultivated in the 'In the Mini Botanical Garden of the Dryad' established in Erzincan Binali Yıldırım University Yalnızbağ campus are species that can become the main element of landscape design both in terms of landscape features and in the process of climate change. The use of these species in future landscape planning will be encouraged through interviews with city decision makers. Thus, a resource value will be created for climate-friendly landscape planning.

**Keywords:** Natural and Endemic Plants, Erzincan, Climate Change, Climate-Friendly Design, Xeriscape Landscape

Geliş Tarihi: 30.09.2024, Düzeltme Tarihi: 02.11.2024, Kabul Tarihi: 13.11.2024

Adres: <sup>1\*</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Üzümlü MYO, Tasarım Bölümü

<sup>2</sup> Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzincan

E-mail: gaskan@erzincan.edu.tr

## 1. Giriş

Çevreyi ve doğal dünyayı yaratan kozmos her zaman evrimleşir ve değişir. Avrupa'daki sanayi devriminin ardından, birkaç ulus, tüm dünyaya yayılan hızlı bir kentleşme sürecine başladı. Küresel ısınma ve mevcut iklim değişikliği, ekolojiyle uyumlu olmayan politikalarla inşa edilen şehirlerden kaynaklandı (Abacıoğlu, 2020).

Türkiye'nin yakın gelecekte daha sıcak, daha kuru ve daha öngörülemez bir iklim rejimi deneyimlemesi ve önemli ölçüde daha az su kaynağına sahip olması bekleniyor. İklim değişikliği eylem planına (İDEP, 2011) göre ülke ayrıca kuraklık, çölleşme ve bunlarla ilişkili ekolojik bozulma gibi çeşitli etkilerden olumsuz etkilenecek.

Su yönetimi, bir ulusun ve doğal çevresinin bütünlüğünün korunması için kritik bir stratejidir (Kafafy ve Haroon, 2017).

Kentsel yeşil alanlar için bitki materyali seçimi, iklim ve çevresel koşullar da dahil olmak üzere bir dizi faktörden etkilenir. Bu bağlamda, özellikle son yıllarda kentsel peyzaj düzenlemelerinde, alana özgü olan ve çevreye uyum sağlamada sorun yaşamayan yerel bitki türlerine yönelik tercih önem kazanmıştır (Lai ve ark., 2019; Çimen ve Ulus 2020; Erbil ve Sağlam 2021).

Su kullanımı, dünyanın birçok bölgesinde su kıtlığını hafifletme şansı sunan kuru peyzaj stratejisinden olumlu etkilenebilir. Sovocool ve Morgan (2005)'e göre, kuru peyzaj standartlarını karşılayan bir tasarıma göre 1 m<sup>2</sup>'lik alanda yaklaşık 2271 litre su tasarrufu sağlandığını belirtmişlerdir. Kaliforniya eyaletinde yapılan bir araştırmaya göre, su tasarruflu kullanım ilkelerini uygulayan peyzaj alanlarında su tüketiminde yıllık yaklaşık %54 ve bakım giderlerinde tahmini %50 azalma görülmüştür (Baykan ve Birişçi, 2013).

Dünyada artan kentleşme sonucu doğal yeşil alanların giderek azalması nedeniyle park, bahçe ve oyun alanlarının bitkisel tasarımla düzenlenmesi gerekmektedir (Çay, 2010). Türkiye'nin 11.466 bitki taksonuna ev sahipliği yaptığı ve bunların 3.649'unun endemik olan ve çok yüksek bir tür çeşitliliğine ve endemizm oranına (%31,82) sahiptir (Güner ve ark., 2012). Doğal bitkiler buldukları ortama uyum sağlayan özelliklere sahiptir. Bu özellikler arasında buldukları yere özgü toprak, iklim, yağış, kuraklık ve don yer alır. Ülkemiz zengin bir bitki örtüsüne sahip olmasına karşın, peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanılan bitki türlerinin büyük çoğunluğu yabancı kökenlidir (Yazgan ve ark., 2005).

Peyzaj mimarlığı çalışmalarında bölgeye özgü doğal bitkilerin kullanılması; iklim koşullarına kolay uyum sağlamayı, bitki örtüsünün daha az bozulmasını, yaban hayatına destek olmayı, toprak verimliliğinin artmasını, bakım ve onarım masraflarının düşmesini, su

tüketiminin azalmasını ve kuraklığa dayanıklılığı sağlayacaktır (Özhatay, 2009; Tuttu ve ark., 2019).

Peyzaj tasarımı araştırmalarında doğal geofitlerin kullanılması, bakım maliyetlerini düşürerek ve yerel bitki türlerinin zenginleşmesine olanak tanıyarak ekonomiye katkı sağlar; bu da bitki çeşitliliğinin ve sürdürülebilirliğin korunmasına büyük katkı sağlar (Dilaver ve ark., 2020).

Colorado Su Dairesi, başlangıçta ABD'nin Denver kentindeki su kısıtlamaları nedeniyle peyzaj mimarları tarafından kurakçıl peyzaj dikim stili olarak adlandırılan stili kullanmıştır. Yerel ekolojiyi göz önünde bulundurarak, bu peyzaj yaklaşımı halihazırda mevcut olan su kaynaklarının kullanımını optimize etmeyi amaçlamaktadır. Amaç, su kullanımını en aza indirmek ve peyzaj tasarımlarında yerel bitki türlerini kullanmaktır. Dikkat çekici unsurlarıyla kuru peyzaj yaklaşımı, giderek diğer eyaletlere yayılmış ve yerel bir bakış açısı yerine küresel bir bakış açısı gerektiren bir peyzaj stiline dönüşmüştür (Wilson ve Feucht, 2007).

Kuraklığa dayanıklı bitkilerin yanı sıra su ihtiyacını tanıyan ve suya karşı daha hassas bir peyzaj stratejisinin tanıtılmasını teşvik etti. Günümüzde çöl peyzajı yaklaşımı daha sofistike hale geldi ve son yıllarda "Enerji Dostu Mimarlık" teknikleriyle iç içe geçti ve beraberinde "Ekolojik Planlama", "Enerji Tasarruflu Tasarım" ve "Rasyonel Enerji Kullanımı" gibi endişeleri getirdi. Çöl ortamı teknolojiyle birlikte gelişiyor, enerjinin ekonomik kullanımı ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı için çabalıyor (Taner, 2010).

Suyun etkin kullanımı fikri sürdürülebilirlikle ilişkili olarak önem kazanmıştır. Bingöl Üniversitesi'nde, zorlu doğal ortamlara karşı güçlü direnç gösteren 122 bitki türünün kullanımıyla başarı elde edilmiştir. Sürdürülebilirlik, bu bitkilerin suyu daha az olan tercihten faydalanmıştır (Caf, 2019).

Erzincan'ın ikliminde yıllar içerisinde önemli değişiklikler meydana geldi. Şehrin yıllık yağışı düştü, ancak son yıllarda daha dramatik sıcaklık artışları oldu. Son on yılda, düzensiz yüzey akışları ve yağış, su tutma ile ilgili düzenlemelerde, barajlarda ve nehirlerde tutarsızlıklara yol açtı. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak peyzaj sulama sorunları yaşamaya başladı. Mevcut yeşil alanlar ve geliştirilmesi planlananlar bu zor durumun etkilerini hissetmeye başladı.. Bu bağlamda kentin yeşil alanlarının sürdürülebilirliği ve sulanması için çözümler arandı.

Doğal çevreyi korumak ve aynı zamanda para kazanmak, doğal bitki örtüsünde uygun ekolojilerde bir arada yaşayabilen türleri yetiştirmenin ve çekici bitkiler ve peyzaj tasarımlarında kullanım potansiyellerini araştırmanın gerekli olmasının iki nedenidir (Kostak,

1992). Türkiye, bitki materyali bulmak için çok önemli ve büyüleyici bir yerdir. Batı ülkelerinde, doğal bitki örtümüzde bulunan birkaç bitki türü dekoratif bitki olarak yetiştirilmektedir. Doğal floramızdaki birkaç yeni türün çekici bitkiler olarak kullanımı üzerine çalışmalar yakın zamanda yürütülmüştür (Köse, 1998).

Bu araştırmada; koleksiyon bahçesi ve arazi çalışmaları neticesinde yeni ıslah edilen kuraklığa toleranslı Erzincan'a özgü Aslay ve ark., (2013) tarafından 2006 yılından itibaren yürütülen kültüre alma çalışmaları sonucunda kurakçıl özellikleri ile öne çıkan Ağlayan gelin (*Fritillaria imperialis*), Allı Gelin (*Hesperis isatidea*), Çöven (*Gypsophila sp.*) Osman çiçeği (*Vinca soneri*), Yayla süseni (*İris spuria ssp. Musulmanica*), Püsküllübaş (*Muscari tenuiflorum*), Keşişbaşı (*Muscari azureum*), Yaban lalesi (*Tulipa julia*), Sümbül (*Hyacinthus orientalis*), Çiriş (*Eremurus spectabilis*), Mürver otu (*Sambucus ebulus L*), Camışkıran (*Sicilia siberica subsp. armena*), Boyacı sumacı (*Cotinus coggyria*) kullanılmış olup doğal türlerin yayılış yaptıkları sahalarda insan ve otlatma baskısı altında olması nedeniyle hem korunması, hem de peyzaj düzenleme çalışmalarına kazandırılması amaçlanmıştır.

Bu bitkilerin morfolojik ve ekolojik özellikleri bitki tasarım prensipleri açısından dikkate alınmış ve peyzaj uygulamalarında potansiyel kullanımları araştırılmıştır. Çünkü tasarım elemanları, prensipleri ve kriterleri bitkilerin peyzaj alanlarındaki görsel ve işlevsellik amacına göre düzenlenmesini etkilemektedir. Bu araştırmanın amacı, keşfedilen bitkileri tespit etmek ve doğal dünya ile uyumlu peyzaj tasarımlarına dahil edilen sürdürülebilir yeşil alanların geliştirilmesine yardımcı olmaktır.

Yürütülen bu çalışma iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini azaltılmasını, kültür bitkilerinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasını ve iklim dostu tasarımların en önemli ögesi su isteği az bitkilerin kullanımının artırılmasını sağlayacaktır.

Ayrıca, doğal bitki türlerinin kentsel planlamaya dahil edilmesinin sağlayacağı mali avantajların belirlenmesi, varsa eksikliklerin giderilmesine yönelik öneriler sunulması, iklim dostu tasarımların artırılması, bitkilerin günümüz iklim şartlarına uyum sağlanabilmesi ve bu alanda çalışan peyzaj mimarları, kentin karar vericileri, şehir plancıları ve araştırmacılar için bir referans teşkil etmesi amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

## 2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne ait süs bitkileri koleksiyon bahçesindeki türler ile Erzincan kent merkezi ve 8 farklı ilçesinde bulunan bazı doğal bitkiler oluşturmaktadır. Araştırma yürütülen alanlar (Şekil 1, Şekil 2).



Şekil 1. Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü koleksiyon bahçesi



Şekil 2. Kentte yürütülen çalışma alanları (Anonim, 2023)

## 2.2. Yöntem

Çalışma yöntemi;

- İklim değişikliği, kurakçıl peyzaj, doğal endemik bitkilerin kültüre alınması ve iklim dostu uygulamaları hakkında literatür toplanmış,
- Kentin ve Yerleşkenin mevcut fiziki dokusunun iklime değişikliğine karşı duyarlılık durumu belirlenmiştir/sorun tanımlama.

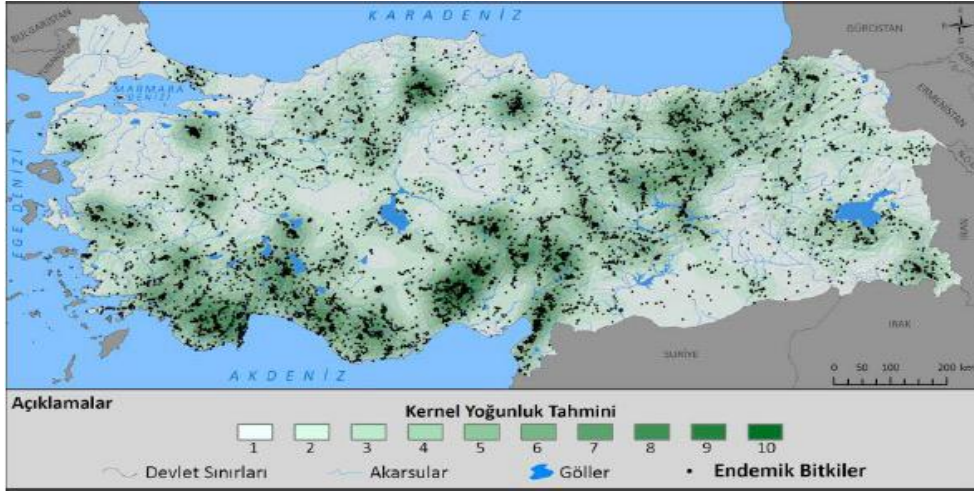
- Kampüsün yeni kurulan bir kampüs özelliği göstermesi kullanım alanlarının fazla olması kampüste kültüre alınmasının uygun olacağına karar verilmiştir.
- Doğadan türleri seçerken peyzaj özellikleri(çiçeklenme süresi, su istekleri, üretim şekilleri, yaprak ve çiçek rengi, biyoçeşitliliğe katkı durumu) dikkate alınarak doğadan toplanmıştır.
- Arazi çalışmalarında toplanan bitkilerin gerekli kültüre alınma işlemleri Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve 8 farklı ilçede gerçekleştirilmiştir. Doğal bitkilerin kültüre alınması ve gen kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak için Öğr. Gör. Gökhan ASKAN tarafından Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesinde 'Kurakçıl Mini Botanik Bahçe' projesi hazırlanmış olup kampüse uygulanmıştır.
- Yerleşkenin iklim değişikliğine karşı duyarlı duruma getirilebilecek iklim dostu tasarım senaryoları üzerinde durulmuştur. Bu amaçla;
- Çözüm odaklı doğal bitki önerileri geliştirme
- Uygulamaya yönelik tasarım geliştirme
- Sonuç ve önerilerden oluşmaktadır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde bulunan Erzincan, çeşitli topografyası (850 ila 3550 metre arasında değişen yüksekliklerle) ve jeolojik yapısıyla ünlüdür. İran-Turan fitocoğrafik kuşağında yer alması, Avrupa-Sibirya Flora kuşağına yakınlığı ve Anadolu Diyagonalindeki avantajlı konumu nedeniyle, bu alan önemli bir bitki yaşamı çeşitliliğine sahiptir. İlin önemli bir kısmı yüksek dağlarla kaplıdır ve bu dağlar, yerel sıcaklık değişimleri ve jeolojik yapı ile birlikte bitki çeşitliliğinin artmasına katkıda bulunur. Bu unsurlar, melezleşme ve fiziksel ve mevsimsel izolasyon süreçlerinden kaynaklanan türleşmeyi artırmış ve bu da Erzincan'ın bitki çeşitliliğini artırmıştır. Erzincan'da bulunan 596 endemik türden 64'ü sadece bu kente özgü türleri barındırmaktadır. (Kandemir, 2022).

Kandemir (2019) 'e göre Erzincan'ın 2500'den fazla yerel bitki türüne ev sahipliği yaptığı bildirilmektedir. Erzincan'ın bazı bölgelerinin floristik olarak keşfedilmemiş olması ve floranın tanımlandığı alanlara yapılan botanik gezilerde daha önce bilinmeyen bitki türlerine rastlanması göz önüne alındığında, ilin doğal florasında 2500'den fazla takson bulunabilir. Şenkul ve Kaya (2017) yaptıkları çalışmada, Türkiye'deki endemik bitkilerin dağılımını haritalayan bir araştırma yürütmüş ve bunların yoğunluğu Erzincan'da da bulunmuştur (Şekil 3).





**Şekil 3.** Endemik bitkilerin Türkiye’deki dağılımı (Şenkul ve Kaya, 2017)

Kentsel bölgelerin sayısı hızla artıyor; kentleşme doğal ekosistemleri bozuyor ve insanları doğal dünyadan daha da uzaklaştırıyor. Kent sakinleri, çevre, estetik, ekonomi ve rekreasyon açısından kentsel ekosistemin önemli bir bileşeni olan yeşil alanlardan büyük ölçüde yararlanıyor. Sürdürülebilir kentsel büyüme için kentsel yeşil alan tasarımı ve yönetimi çok önemlidir (Liu ve ark., 2005). Kentsel ekolojide bitki materyalinin önemi son yıllarda yürütülen çeşitli araştırmaların konusu olmuştur (Tzoulas ve James, 2008; Wu ve ark., 2008). Dirençli kentlerin en önemli ögesi olan doğal bitkilerin kültüre alınması ve peyzaja kazandırılması amaçlanmıştır.

Dirençli kentlerin en önemli ögesi olan doğal bitkilerin kültüre alınması ve düzenleme çalışmalarında kullanılacak bitkiler tespit edilerek, hangi alanlarda kullanımlarına ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma kapsamında iklim değişikliği sürecinde kültüre alınan ve alınması planlanan 13 adet farklı bitkinin; su istekleri, çiçeklenme zamanı, süresi, rengi, kalitesi gibi form ve doku açısından etkili olması estetik ve işlevsel özellikler dikkate alınmış olup Çizelge 1’de verilmiştir. Bitki türünün teşhisi ve yayılış alanlarının tespitinde Flora of Turkey kullanılmıştır (Davis, 1970).

**Çizelge 1.** Çalışma yürütülen bitkilerin genel özellikleri

Sıra no	Latince ismi/yerel ismi	Su isteği(az-çok)	Çiçeklenme süresi (Hafta)	Çiçek rengi	Kullanım amacı	Endemik
1	<i>Fritillaria imperialis</i> /Ağlayan gelin	Az	2-3	Turuncu /Kırmızı/Sarı	Kaya bahçeleri, grup bilgilendirme,	-
2	<i>Hesperis isatidea</i> / Allı gelin	Az	4-6	Eflatun/Lila	Erozyon kontrolü, kaya	+

					bahçeleri, parklarda,	
3	<i>Gypsophila</i> <i>sp./Çöven</i>	Az	4-8	Beyaz/Pembe	Kaya bahçesi	+
4	<i>Vinca soneri</i> / Osman çiçeği	Az	8-10	Beyaz/Pembe	Kaya bahçeleri, grup bitkisi, park ve bahçelerde	+
5	<i>İris spuria ssp.</i> <i>Musulmanica</i> / Yayla süseni	Az	1-2	Eflatun	Kaya bahçeleri, grup bitkisi, park ve bahçelerde	-
6	<i>Muscari</i> <i>tenuiflorum</i> / Püsküllübaş	Az	1-2	Mavi/Mor	Kaya bahçeleri, grup bilgilendirme,	-
7	<i>Muscari azureum</i> / Keşişbaşı	Az	1-2	Mavi/Mor	Kaya bahçeleri, grup bitkilendirme,	+
8	<i>Tulipa julia</i> / Yaban lalesi	Az	2-3	Kırmızı	Kaya bahçeleri, grup bitkisi, park ve bahçelerde	-
9	<i>Hyacinthus</i> <i>orientalis</i> / Sümbül	Az	2-3	Beyaz/Mavi	Kaya bahçeleri, grup bitkisi, park ve bahçelerde	+
10	<i>Eremurus</i> <i>spectabilis</i> / Çiriş	Az	2-3	Beyaz	Kaya bahçeleri, grup bitkisi, park ve bahçelerde	-
11	<i>Sicilia siberica</i> <i>subsp. Armena</i> / Camişkiran	Az	1-2	Mavi	Kaya bahçeleri, grup bitkisi, park ve bahçelerde	-
12	<i>Sambucus ebulus</i> L. / Mürver otu	Az	3-5	Beyaz	Park ve bahçelerde grup veya çit bitkisi	-
13	<i>Cotinus coggyria</i> / Boyacı sumacı	Az	4-6	Pembe	Park ve bahçelerde grup, soliter veya çit bitkisi	-

Çalışmada ele alınan bitkiler *Fritillaria imperialis* /Ağlayan gelin, *Hesperis isatidea* / Allı gelin, *Gypsophila sp.* / Çöven, *Vinca soneri* / Osman çiçeği, *İris spuria ssp. Musulmanica* / Yayla süseni, *Muscari tenuiflorum* / Püsküllübaş, *Muscari azureum* / Keşişbaşı, *Tulipa julia* / Yaban lalesi, *Hyacinthus orientalis* / Sümbül, *Eremurus spectabilis* / Çiriş, *Sicilia siberica subsp. Armena* / Camiškiran, *Sambucus ebulus* L. / Mürver otu, *Cotinus coggyria* / Boyacı sumacı tamamına yakını su isteği az olan bitki türleridir. 5 adeti soğanlı bitki türü, 1 adeti çalı ve 7 adeti ise otsu-yer örtücü bitkilerden oluşmaktadır.

Arazi çalışmalarında bitkilerin çiçeklenme dönemlerinde fotoğraf çekimi yapılmış olup dinlenmeye giren bitkiler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı – Doğa Koruma ve Milli Parklar

Genel Müdürlüğünden gerekli izinler alındıktan sonra bitki kültüre alma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarındaki bitkilerin görselleri Şekil 4’de verilmiştir.

Gerçekleştirilen projenin toplam alanı 150 m2 alan içerisine farklı sayıdaki 13 farklı doğal ve endemik bitki türleri doğadan ve Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünün koleksiyon bahçesinden yöntemine uygun bir çalışma yürütülmüştür.







**Şekil 4.** Çalışma kapsamında araziye kültüre alma çalışmaları

Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü koleksiyon bahçesinde bulunan bitkiler Şekil 5’de verilmiştir.





*Fritillaria sp.*/Ters lale



*Hesperis matronalis*/ Allı gelin



*Hesperis matronalis*/ Allı gelin



*Vinca minor* / Osman çiçeği



*Euonymus latifolius* / İğaçacı



*Iris spuria ssp. Musulmanica* / Yayla süseni





*Muscari tenuiflorum* / Püsküllübaş



*Muscari azureum* / Keşişbaşı



*Tulipa julia* / Yaban lalesi



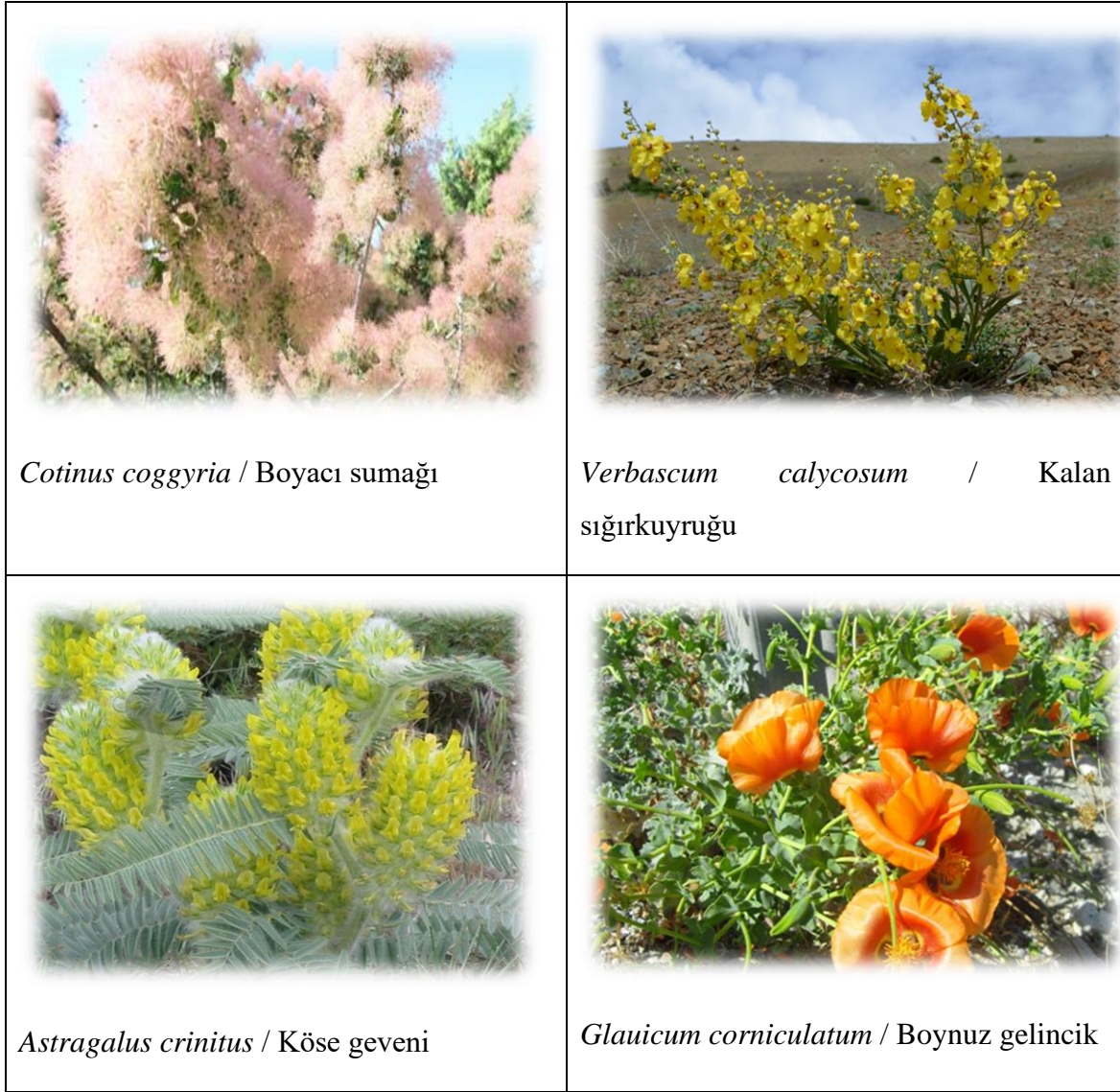
*Eremurus spectabilis* / Çiriş



*Gladiolus halophilus* / Çorak kılıçotu



*Rosa foetida* / Acem sarısı



**Şekil 5.** Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü koleksiyon bahçesinde bulunan bazı bitkiler

Düşük bakım maliyetleri, yüksek uyum yeteneği, kentsel peyzaj uygulamalarında bitki çeşitliliği, kentsel ekolojiye destek ve kentsel kimliğin şekillenmesinde rol oynaması gibi pek çok faydası nedeniyle doğal bitki türleri peyzaj tasarımı uygulama alanlarında giderek daha fazla kullanılmaktadır (Cengiz ve ark., 2013; Erduran, 2013; PAD, 2014). Cengiz ve ark., (2013)'ye göre peyzaj uygulamalarında doğal türlerin kullanılması, kullanımının teşvik edilmesi, üretilip çoğaltılması, uyum yetenekleri üzerine çalışmalar yapılması ve fidanlıklarda satışının garanti altına alınması kentsel peyzajların sürdürülebilirliğini sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

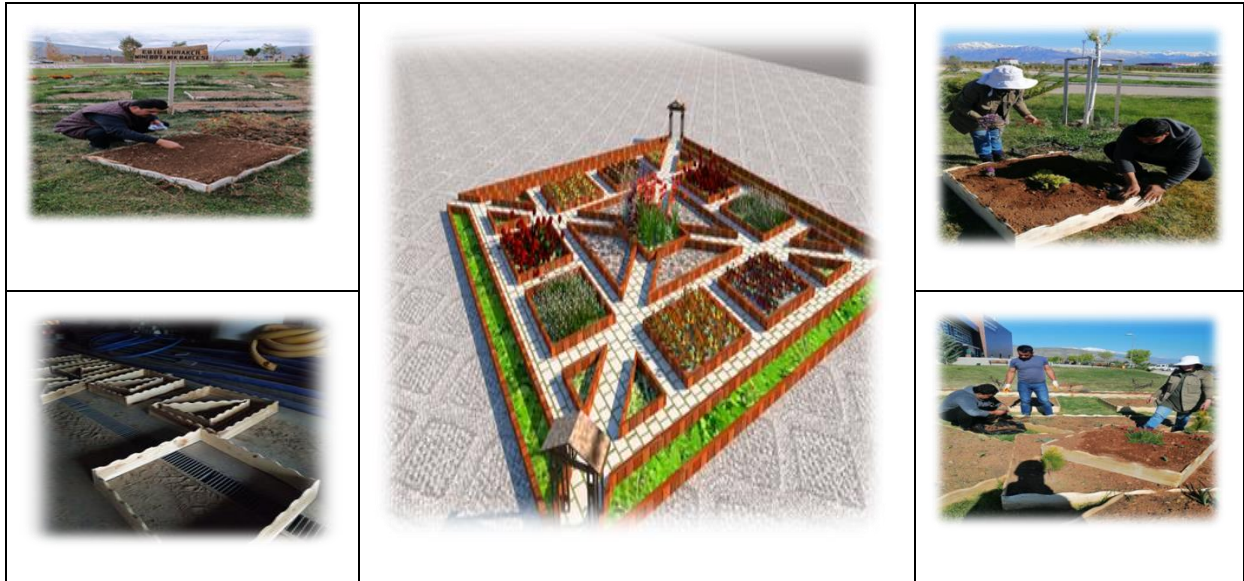
Peyzaj tasarımında doğal türlerin değerlendirilmesi birçok çalışmanın konusu olmuştur; bunlar arasında kuraklığa dayanıklı doğal türlerin belirlenmesi (Dilaver, 2014), doğal türlerin



bitkilendirme tasarımında potansiyel uygulamaları (Eroğlu ve ark., 2005, Deniz ve Şirin, 2005; Koçan, 2010; Atik ve ark., 2013; Bekçi ve ark., 2013; Kılıçaslan ve Dönmez, 2016; Kahveci ve ark., 2018; Şahin Kaya ve ark., 2020; Surat, 2020; Tel ve Akan, 2021) ve diğerleri yer almaktadır.

Şehirler, yerel kültürel değerlerin korunması ve kentsel peyzajlarında yerel bitki türlerinin kullanılması yoluyla kimliklerini kazanacaklardır. Bu, onları daha iyi bilinir hale getirecektir. Avusturya'nın başkenti Viyana'da en sık kullanılan doğal türler Avusturya karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *nigra*), meşe, ıhlamur, akçaağaç, kayın ve diğerleridir. Bu bölgeler ayrıca yol ağaçlandırmasını da içerir. Birçok İtalyan kasabasında, fıstık çamı, yerel meşe türleri ve özellikle zeytin ağaçları kentsel dikim için kullanılır (Turna, 2015).

Arazi çalışmalarında toplanan bitkilerin gerekli kültüre alınma işlemleri Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiştir. Doğal bitkilerin kültüre alınması ve gen kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak için Öğr. Gör. Gökhan ASKAN tarafından Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesinde '**Kurakçıl Mini Botanik Bahçe**' projesi hazırlanmış olup kampüse uygulanmıştır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesinde oluşturulan kurakçıl mini botanik bahçe projesi (G. Askan)

Ayrıca, bölgenin yerel bitkilerinin yeni çevrelerine uyum sağlamada sorun yaşamaması nedeniyle yerel yönetimler sürdürülebilir ve ekonomik olarak uygulanabilir kentsel tasarımlara öncelik vermektedir. Buna göre, peyzaj mimarlarının kentsel peyzajlar, ev ve bahçe peyzajı için projeleri ve uygulamaları, yerel bitkilerin ve doğal kültürel varlıkların



kullanımını artıracaktır. Ekoloji, estetik ve fayda açısından sürdürülebilir tasarımlar üretmek için son yıllarda doğal dekoratif bitkilerin kullanımı önem kazanmıştır (Sarı ve Acar, 2016).

#### 4. Sonuç ve öneriler

Doğal manzaranın ayrılmaz bir parçası olan otsu ve soğanlı taksonlar, peyzaj tasarımlarında uygun şekilde kullanıldığında yaşamı destekleyebilir, su kalitesini koruyabilir, biyolojik çeşitliliği artırabilir ve düşük bakım maliyetleriyle sürdürülebilir bir alan yaratabilir. Renk ve bitki formlarının çeşitliliği de estetik açıdan hoş manzaralar yaratmaya yardımcı olur. Bu nedenlerden dolayı, bu bitkileri peyzajda kullanmak sürdürülebilirlik, biyolojik çeşitlilik ve güzellik açısından çok önemlidir.

Peyzaj araştırmalarında yerel doğal türlerin kullanımı tercih edilmelidir. Bitki çeşitliliğini korumak, yaban hayatına yaşam alanı sağlamak, sağlıklı bitki dokusu üretmek, gübre, ilaçlama ve sulama ihtiyacını azaltmak, bakım maliyetlerini düşürmek, yerel ortama uyum sağlamak ve çevre kalitesini artırmak gibi doğal türleri bitki olarak kullanmanın sayısız avantajı vardır. Dikim planlarının ekolojik avantajlarına ek olarak, bölge yerel türlerin kullanımından, estetik ve ekonomik faydaların korunmasından ve su kaynaklarının korunmasından da faydalanır (Ertop, 2009).

Sıcaklıkların artacağı ve yağışların düşeceği, dolayısıyla dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerindeki su krizinin daha da kötüleşeceği yönünde, iklim değişikliği senaryosu geliştiriliyor.. Ülkemiz için de geçerli olan bu etkilerin konuma göre değişeceği söylenmeden geçilemez. Ülkemizin her yerini etkileyen artan kuraklığı durdurmak için uygun mesleki disiplinlerin harekete geçmesi hayati önem taşıyor. Yeşil alanlar da küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olarak kuraklıktan ve kuraklıkla ilgili sorunlardan etkileniyor. Peyzaj mimarları, özellikle bitki seçerken, dikim şemaları tasarlarırken bunu hesaba katıyor.

Endemik bitkilerin illere göre dağılımına bakıldığında en yüksek endemik sayısına ve oranına sahip ilin Antalya olduğu 862 endemik bitki lokasyonu ve %8,9'luk bir orana sahip olduğu görülmektedir. Erzincan kenti ise Türkiye'de 9'uncu sırada yer almaktadır (Şenkul ve Kaya, 2017). Erzincan ilinin bu zenginliği göz önüne alınarak Ağlayan gelin (*Fritillaria imperialis*), Allı Gelin (*Hesperis isatidea*), Çöven (*Gypsophila* sp.) Osman çiçeği (*Vinca soneri*), Yayla süseni (*İris spuria* ssp. *Musulmanica*), Püsküllübaş (*Muscari tenuiflorum*), Keşişbaşı (*Muscari azureum*), Yaban lalesi (*Tulipa julia*), Sümbül (*Hyacinthus orientalis*), Çiriş (*Eremurus spectabilis*), Mürver otu (*Sambucus ebulus* L.), Camışkıran (*Sicilia siberica* subsp. *armena*), Boyacı sumacı (*Cotinus coggyria*) doğal türlerin su isteğinin az olduğu bir

bölümünün bu sebeplerle kültüre alındığı ve bir kısmının da kültüre alınabilme açısından uygun türler olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma, mevcut iklim değişikliği ışığında, çok fazla bakım ve sulama gerektiren yabancı türler yerine doğal türlerin estetik açıdan hoş, kullanışlı ve sürdürülebilir bitki tasarımları oluşturmak için kullanılabilceğini göstermiştir. Dahası, yerel türlerimizi kentsel ortamlarda kullanmak, halkın bu bitkileri tanımaya ve onlar için korunan bir alan sağlamasına yardımcı olabilir.

'Kurakçıl Mini Botanik Bahçesi' oluşturulması ile;

\*Üniversitemizde ilk kez, yerel, doğal bitki örtüsü kullanıldı.

\*Üniversitenin iklim dostu kimliğine katkıda bulunuldu.

\*Kampüsün tüm kullanıcıları bitkileri tanıma ve doğaya karşı duyarlılıklarını geliştirme fırsatı buldu.

\*Bölgedeki önemli yerel bitkileri koruyarak bir tür gen bahçesi oluşturuldu.

\*Kentın doğal kaynaklarının önemi vurgulandı.

\*Tasarımlarda kurakçıl peyzaj bahçelerinin ne kadar önemli olduğu vurgulandı.

\*İklim dostu tasarımları yönlendirebilecek uygulamalara yer verildi.

\*Bilimsel çalışma şansı sunacak bitki materyali elde edildi.

Sonuç olarak, uygulanan '**Kurakçıl Mini Botanik Bahçe**' projesi kapsamında ülkemize özgü kültüre alınmış veya alınma aşamasında olan doğal türlerimizin kullanılması, disiplinler arası çalışmaların yapılması ve bu tarz çalışmaların yaygınlaştırılması bu çalışmanın çıktıları arasında yer almaktadır. Bitki ve yapısal tasarım açısından sıcak Erzincan koşullarına uygun, yaratıcı, iklim dostu park tasarımlarına doğru bir geçiş sağlanarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılabileceği düşünülmektedir. Bu tasarımlar, ekoloji ve iklim değişikliği konusunda uzman çeşitli meslek disiplinlerinin yardımıyla, ayrıca gündemlere ve teknolojik gelişmelere bağlı kalınarak ve uygulanarak mümkün olabilir. Bunun arkasındaki fikir, halkın kent için hazırlanan yeşil altyapı yaklaşımından haberdar edilmesi ve parkların yerleri ve bağlantılarının planlama aşamasından tasarım aşamasına kadar bütünsel bir yaklaşımla ilgili meslek disiplinlerindeki uzmanlar tarafından iş birliği içinde planlanmasıyla yaşanabilir bir dünya yaratılabileceğidir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

### Kaynaklar

Abacıoğlu Gitmiş, E., (2020). Kurakçıl peyzaj düzenlemelerine bir tasarım önerisi: Aliya İzzetbegoviç Parkı örneği, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 214-232.

Anonim, (2013). <http://cografyaharita.com/haritalarim/41-erzincan-ili-haritasi.png>, Erişim Tarihi: 9 Ocak 2023.

Aslay, M., Teken, M., Cukadar, K., Unlu, H. M., Kadiodlu, Z., & Kaya, E. (2013). Morphology and Germination of *Tchihatchewia isatidea* Boiss.(Brassicaceae). *Bot. Res. J*, 6, 6-8.

Atik, M., & Karagüzel, O. (2007). Peyzaj mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları ve süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım önceliği. *Tarımın Sesi TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Yayını*, 15, 9-12.

Baykan, N. M., & Birişçi, T. (2013). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi bahçesi örneğinde sürdürülebilir peyzaj tasarımı yaklaşımıyla Xeriscape*, V. Süs Bitkileri Kongresi, 6(09), 523-529, Yalova.

Bekçi, B., Var, M., Taşkan, G., (2013). Bitkilendirme Tasarım Kriterleri Bağlamında Doğal Türlerin Kentsel Boşluk Alanlarında Değerlendirilmesi: Bartın, Türkiye, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(1), s. 113-125.

Caf, A. (2019). 'Bingöl ili doğal vejetasyonundaki bitkiler ile kurakçıl bahçe oluşturulması üzerine bir araştırma'. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Cengiz, C., Cengiz, B., & Yıldız, Ş. (2013). *Fidanlıklarda Doğal Bitki Materyalinin Kullanım Düzeyinin Saptanması: Bartın Örneği*. V. Süs Bitkileri Kongresi, Bildiriler Kitabı, 1, 477-483, Yalova.

Çay, E. (2010). 'Ankara üniversitesi rektörlük kampüsü bitkisel tasarımında dekoratif amaçlı kullanılan ağaç ve çalılırların saptanması üzerine bir araştırma'. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çimen, Ş., & Ulus, A. (2020). Türkiye Milli Botanik Bahçesi'nde bulunan bazı doğal bitki taksonlarının süs bitkisi kullanım potansiyelinin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı), 269-290.

Davis, PH. (1970). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Edinburgh, p. 250.

Deniz, B., & Şirin, U. (2005). Samson dağı doğal bitki örtüsünün otsu karakterdeki bazı örneklerinden peyzaj mimarlığı uygulamalarında yararlanma olanaklarının irdelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 5-12.

Dilaver, Z., & Dilaver, Z. (2014). *İç Anadolu doğal bitki örtüsü örneklerinden peyzaj mimarlığında yararlanma. İklim değişikliğine yerel çözümler: Doğal bitki örtüsüyle sürdürülebilir uygulamalar, doğal bitkilerle iklim dostu Çankaya parkları projesi eğitim kitapçığı, Peyzaj Araştırmaları Derneği, Ankara.*

Dilaver, Z., Yılmaz, M., & Öztekin, M. (2020). Soğuksu Milli Parkında Yer Alan Bazı Doğal Taksonların Süs Bitkisi Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı), 197-216.

Erbil, F. B., & Sağlam, C. (2021). The propagation of endemic *Astragalus vulnerariae* DC. by cutting and possibility of use in landscape in Turkey, *TURJAF* 9 (1): 35-41.

Erduran Nemutlu F. (2013). Çanakkale’de Dış Mekân Süs Bitkisi İşletmelerinin Değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 72-83.

Eroğlu, E., Kesim, G. A., & Müderrisoğlu, H. (2005). Düzce kenti açık ve yeşil alanlarındaki bitkilerin tespiti ve bazı bitkisel tasarım ilkeleri yönünden değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 11(03), 270-277.

Ertop, G., 2009. Küresel ısınma ve kurakçıl peyzaj planlaması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T. (2012). *Türkiye bitkileri listesi:(damarlı bitkiler)*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul, p: 377-455.

İDEP, (2011). İklim değişikliği eylem planı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Kafafy, A.N., Haroon, S. (2017). Xeriscaping: A Greening Approach For Facing Waters Carcity İn Aridcities: The Case of Egypt, Faculty of Urban and Regional Planning, Cairo University.

Kahveci, H., Acar, C., & Hergül, Ö. C. (2018). Doğu karadeniz kıyı alanlarında yetişen perennial (çok yıllık otsu) bitkilerin peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(31), 4568-4579.

Kandemir, A. (2019). *Flora ve vejetasyon*, Erzincan Valiliği Yayını, Erzincan, s. 35-46.

Kandemir, A., Türkoğlu, H. İ., & Yıldız, F. (2022). Erzincan (Türkiye) florasına dair bazı gözlemler ve öneriler. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 9(1), 34-63.

Kılıçaslan, N., & Dönmez, Ş. (2016). Göller bölgesinde doğal olarak yetişen soğanlı bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanımı. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 17(1), 73-82.

Koçan, N. (2010). Peyzaj planlama ve tasarım çalışmalarında kuşburnu (*Rosa canina* L.) bitkisinin değerlendirilmesi. *Journal of the Faculty of Agriculture of Harran University (Turkey)*, 14(4): 33-37.

Kostak, S. 1992). ‘Türkiye’nin Doğal Bitki Örtüsünde Bulunan Bazı Karanfil Türlerini Fenolojik ve Morfolojik Karakterleri Üzerinde Araştırmalar’ Doktora Tezi (Basılmamış). E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Köse, H. (1998). Doğal bitki örtüsünde bulunan bazı odunsu süs bitkilerinin tohum çimlendirme yöntemleri üzerinde araştırmalar, *I. Arbutus unedo L. ve Arbutus andrachne L., Anadolu J. of AARI*, 8(2): 55-65.

Köse, H. (1998). Doğal bitki örtüsünde bulunan bazı odunsu süs bitkilerinin tohum çimlendirme yöntemleri üzerinde araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 10(2).

Lai, Y., Zhao, F., Du, Q., Xie, X., Chen, Q., & Qin, Z. (2019). *Study on application of native plants in Park Greening in Guilin*. E3S Web of Conferences, 118: 4006.

Li F., Wang R., Paulussen J., Liu X. (2005) *Comprehensive concept planning of urban greening principles: a case study in Beijing, China*. *Landscape and Urban Planning* 72,325–336.

Özhatay, E.C. (2009). ‘Türkiye’nin peyzajda kullanılabilecek bazı doğal bitkileri’. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

PAD, (2014). *Peyzaj Araştırmaları Derneği, İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar*. Doğal Bitkilerle İklim Dostu Çankaya Parkları Projesi Eğitim Kitapçığı, 1 (1), Ankara.

Sarı, D., & Acar, C. (2016). Hatıla Vadisi Milli Parkı Kayalık Habitat Bitkilerinin Peyzaj Tasarımında Kullanım Potansiyelleri. *Bati Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü VI. Süs Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı*, 74-80.

Sovocool, K. A. ve Morgan, M. (2005). *Xeriscape Conversion Study: Final Report*, AReport Submitted to Southern Nevada Water Authority, Las Vegas.

Surat, H. (2020). Artvin'de doğal olarak yetişen bazı tıbbi-aromatik ve ekonomik değere sahip odunsu bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanım alanlarının değerlendirilmesi. *Journal of International Social Research*, 13(74): 240-248.

Şahin, E. K., Bekar, M., & Güneroğlu, N. (2020). Türk Fındığı (*Corylus colurna L.*)’nin peyzaj mimarlığında kullanım olanakları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1), 91-99.

Şenkul, Ç. ve Kaya, S. (2017). Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi* (69): 109-120.

Taner, T. M. (2010). ‘Peyzaj Düzenlemesinde Suyun Etkin Kullanımı: Kurakçıl Peyzaj’. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Tel, H. Ö., & Akan, H. (2021). Şanlıurfa (Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü)'Da Doğal Yayılış Gösteren Bazı Geofitlerin Özellikleri Ve Peyzaj Mimarlığında Kullanımları. *Turkish Journal Of Forest Science*, 5(2), 366-381.

Turna, İ. (2015). Kent Ormancılığı (Bitki Materyali) KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon

Tuttu, G., Aytaş, İ. ve Dilaver, Z. (2019). Use opportunities of some natural herbaceous plants of Cankiri province in landscape applications. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5 (3), 136-147.

Tzoulas K., James P. (2008). *Finding links between urban biodiversity and human health and wellbeing*. The University of Salford, Manchester.

Wilson, C.; Feucht, J.R. (2007). *Xeriscaping: Creative Landscaping*, Colorado State University (no:7.228), USA.

Wu C., Qingfu Xiao E., McPherson G. (2008). A method for locating potential tree-planting sites in urban areas: a case study of Los Angeles, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*. 7:65-76.

Yazgan, M.E., Korkut A.B, Barış, E, Erkal S., Yılmaz R., Erken K., Gürsan K., Özyavuz M. (2005). *Süs bitkileri üretiminde gelişmeler*. VI. Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi, Ankara, 3-7

## *Liquidambar orientalis*'te Uygun Sterilizasyon ve Doku Kültürü Koşullarının Optimizasyonu

### Optimization of Proper Sterilization and Tissue Culture Conditions in *Liquidambar orientalis*

 İlker KAYA<sup>1,\*</sup>,  Senem UĞUR<sup>1</sup>,  Yeşim YALÇIN MENDİ<sup>1</sup>

#### Özet

Anadolu sığılası (*Liquidambar orientalis*), Güney Batı Anadolu'ya özgü endemik sığla türüdür. Genel olarak peyzaj bitkisi olarak kullanımının yanı sıra içeriğinde bulunan reçine sebebiyle de büyük önem taşımaktadır. Sığla bitkisinde tohum ve çelik ile üretime ek olarak, doku kültüründe de hızlı ve klonal çoğaltımda daha verimli, daha kaliteli materyal oluşturulması için çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmada, *Liquidambar orientalis* için uygun sterilizasyon yönteminin ve uygun büyüme ortamının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sterilizasyon için HgCl<sub>2</sub> (%0.1), NaClO (%20) ve fungusit (Captan, %0.3) solusyonlarının çeşitli süre ve yoğunluk kombinasyonları denenmiş, en iyi sterilizasyon yüzdesi (%97); 48 saat fungusit (Captan, %0.3)+10 dakika HgCl<sub>2</sub> (%0.1)+20 dakika NaClO (%20) kombinasyonundan elde edilmiştir. Thidiazuron (TDZ) ve Naftalin Asetik Asit (NAA)'in bitki gelişimi üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla, TDZ ve NAA'nın farklı kombinasyonları denenmiş ve en iyi gelişimin 1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ ve 0.1 mg.l<sup>-1</sup> NAA içeren WPM besi ortamında olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mikroçoğaltım, Naftalin asetik asit, Süs bitkileri, Thidiazuron

#### Abstract

Anatolian Sweetgum (*Liquidambar orientalis*) is an endemic sweetgum species native to Southwest Anatolia. In addition to its general use as a landscape plant, it holds significant importance due to the resin it contains. Beyond traditional propagation methods such as seed and cutting, research is being conducted on the use of tissue culture to produce more efficient and higher-quality material through rapid and clonal multiplication of the sweetgum plant. In this study, we aimed to determine the appropriate sterilization method and suitable growth medium for *Liquidambar orientalis*. Various combinations of HgCl<sub>2</sub> (0.1%), NaClO (20%), and fungicide (Captan, 0.3%) solutions with different durations and concentrations were tested for sterilization. The highest sterilization rate (97%) was achieved with a combination of 48 hours of fungicide (Captan, 0.3%) + 10 minutes of HgCl<sub>2</sub> (0.1%) + 20 minutes of NaClO (20%). To investigate the effects of Thidiazuron (TDZ) and Naphthalene Acetic Acid (NAA) on plant growth, different combinations of TDZ and NAA were tested, and the best growth was observed in WPM medium containing 1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ and 0.1 mg.l<sup>-1</sup> NAA.

**Keywords:** Micropropagation, Naphthaleneacetic acid, Ornamental plants, Thidiazuron

## 1. Giriş

Altingiaceae familyasında olan sığla ağacı, günümüzde doğal olarak sadece Anadolu, Amerika ve Çin'de yayılış gösteren Liquidambar cinsine ait türlerin ortak adıdır. Anadolu sığlası olarak da adlandırılan *Liquidambar orientalis* Miller (Anadolu Sığla Ağacı; Hamamelidaceae), ekolojik ve ekonomik açıdan önemli relik (Eski jeolojik dönemlerden kalma) endemik bir tür olup, Kuzey Amerika'dan Doğu Asya'ya kadar uzanan geniş bir coğrafi alana yayılmaktadır (Hoey ve Parks, 1991). Orman ağaçları arasında ender görülen bir özellik olan türün doğal olarak reçine üretmesi de *L. orientalis*'i ekonomik açıdan önemli kılmaktadır (Taşkın ve ark., 2007). *L. orientalis*'e ek olarak sığlanın dünya genelinde yaklaşık aynı enlemlerde (kuzey yarım küre) Amerika (*L. macrophylla* ve *L. styraciflua*) ve Asya (*L. edentata* ve *L. formosana*)'da 4 türü daha vardır (Ickert-Bond ve ark., 2005)

Relikt ve endemik olmasının yanı sıra sığla ağacı, yağındaki tarçın asidi, styrojanin, stresinol, styrol ve stacin gibi maddeleri içermesiyle sabun, parfümeri, kimya ve ilaç endüstrisinde oldukça geniş yer bulmaktadır. Günümüzde eczacılıkta parazit söktürücü ve iyi bir antiseptik olarak kullanılan sığla yağının, iyileştirici, cilt yumuşatıcı ve iltihap giderici etkileri bulunmaktadır. Ayrıca bu türün yetiştiği bölgelerde yaşayan halk tarafından özellikle mide ile ilgili rahatsızlıklarda kullanılmaktadır (Arslan ve Şahin, 2016).

Günlük ağacı olarak da isimlendirilen *L. orientalis*'in, dekoratif yaprakları dikkat çekici olup, kışın yaprağını dökmesi ve yaklaşık 20 m kadar boylanması ile gerek dış mekân süs bitkileri açısından gerekse sağlık, ekonomik ve kültürel açıdan önemi çok büyüktür (Akat, 2020). *L. orientalis* bitkisinin gövdelerinden alınan balsamlar parfümeri sanayisinde kullanılmakta olup, sığla yağı denen bu balsamlar, ülkemizin dış satım ürünüdür. Bitkinin kabuklarının alınması ile oluşan bu balsamlar, güzel koku olarak kullanıldığı gibi bu kabukların yakılması ile buhur olarak, ayrıca romatizmalarda, kabızlıkta ve idrar söktürücü olarak kullanılmaktadır (Aydingöz ve Bulut, 2014).

Sığla ormanlarının 1947 yılında yapılan toplam saha çalışması ile yaklaşık 7.000 ha alanı kaplarken, 1949 yılında 6.312, 1987 yılında bu rakamın 1.337, 2016'da ise 1.417 ha alana düştüğü görülmektedir (Arslan ve Şahin, 2016). Orman Genel Müdürlüğü Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü idaresinde, deneme alanı, tohum üretim alanı ve gen koruma alanı olmak üzere, toplamda yaklaşık olarak 360 hektar Anadolu sığla tesisi bulunmaktadır. Sığla ormanları günümüzde yaşlı, yıpranmış ve ıslaha ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle türün çoğaltımının önemi günden güne artmaktadır.



Yirminci yüzyılın başından bu yana, *L. orientalis* ormanlarının toplam alanında gerilemeler dikkati çekmektedir. Bu gerilemenin nedenleri arasında yağ çıkarımı için ağaçların aşırı zarar görmesi, ormanlık alanlarda turizmin gelişimi, orman yangınları, barınma ve tarım amaçlı olarak kullanım, sulak alanların kurutulması ve yetersiz koruma stratejileri sayılabilir (Taşkın ve ark., 2007; Küçükala ve ark., 2010). *L. orientalis*'in ve genetik mirasının gelecek nesiller için korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik çözüm önerileri büyük önem taşımaktadır.

Süs bitkisi sektörünün dünyada ve ülkemizdeki önemi gün geçtikçe artarken, süs bitkilerinin çoğaltımı ve koruma altına alınması amacıyla şüphesiz biyoteknolojik yöntemlerden faydalanılmaktadır. Geleneksel üretim yöntemlerinin doku kültürü yöntemine oranla çok daha yavaş olmasından dolayı, doku kültürü ile çoğaltım günden güne önem kazanmıştır (Parlak, 2012).

Bu çalışmada, *L. orientalis* türüne ait bitkilerde uygun sterilizasyon yönteminin belirlenmesi ve doku kültüründe etkili çoğaltım ortamının optimizasyonu amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada, bitkisel materyal olarak Çukurova Üniversitesi Balcalı kampüsünde yer alan ve dış mekân bitkisi olarak değerlendirilen *L. orientalis* genotipleri kullanılmıştır (Şekil 1 ve şekil 2).



**Şekil 1.** *L. orientalis* türü; A) Çukurova Üniversitesi kampüsünden bitkinin genel görünümü, B) Sürgün, C) Meyve kapsülü (Orijinal: Kaya, İ.).



Şekil 2. A) *L. orientalis* Sürgün, B) Örnek alımı, C) Alınan örnekler (Original: Kaya, İ.).

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Bitkisel Materyalin Sterilizasyonu

*L. orientalis* genotiplerinden temin edilmiş taze sürgün uçlarının laboratuvar ortamında yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Bu amaçla  $HgCl_2$  (%0.1),  $NaClO$  (%10) ve fungusit (Captan, %0.3)'in Çizelge 1'de verilen kombinasyonları kullanılmıştır.

Çizelge 1. Yüzey sterilizasyonunda kullanılan deneme kombinasyonu.

NaClO	HgCl <sub>2</sub>	Fungusit (Captan)		
		0 saat	24 saat	48 saat
10 dk	0 dk	+	+	+
	10 dk	+	+	+
	15 dk	+	+	+
	20 dk	+	+	+
20 dk	0 dk	+	+	+
	10 dk	+	+	+
	15 dk	+	+	+
	20 dk	+	+	+
30 dk	0 dk	+	+	+
	10 dk	+	+	+
	15 dk	+	+	+
	20 dk	+	+	+

Sıgla bitkisinin sürgünleri, 3 farklı fungusit (0, 24 ve 48 saat) uygulamasından sonra antibakteriyel sıvı sabunda 10 dakika yıkanarak, musluk suyu altında durulanmıştır. Daha sonra çeker ocak içine alınan örnekler, 0, 10, 15 ve 20 dakika % 0.1'lik  $HgCl_2$ 'de bekletildikten sonra steril saf su ile durulama işlemi yapılmıştır. Bu uygulamalardan sonra sonra laminar akımlı steril kabin içerisinde %70'lik EtOH'de 3 dakika bekletilmiştir. Steril saf su ile durulama sonrasında, birkaç damla Tween 20 eklenmiş %10'luk Sodyum Hipoklorit ( $NaClO$ ) içerisinde 10, 20 ve 30 dakika bekletildikten sonra steril saf su ile 3 kez durulama yaparak sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır.

### 2.2.2. Katı Kültür Mikroçoğaltım Denemeleri Kurulması

Katı kültür mikroçoğaltım denemesinde, NAA (0, 0.1 ve 0.5 mg.l<sup>-1</sup>)'nin TDZ (0, 1 ve 2 mg.l<sup>-1</sup>) kombinasyonları ile 30 g.l<sup>-1</sup> sakkaroz, 7.5 g.l<sup>-1</sup> agar içeren WPM (Woddy Plant Medium) ortamı kullanılmıştır. Besi ortamının pH'sı 5.7'e ayarlandıktan sonra, otoklavda 121°C sıcaklıkta 1.05 atmosfer basınç altında 15 dakika süresince steril edilmiştir. Kültüre alınan bitkiler, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyot gösteren 25±2 °C sıcaklık koşullarında iklimlendirme odasında bırakılmıştır. Dört haftada bir olacak şekilde toplamda 3 kez alt kültüre alınmıştır.

### 2.2.3. Deneme Planı, İstatistik Analizleri ve İncelenen Kriterler

*L. orientalis* türü ile kurulan denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Bitkisel materyalin yüzey sterilizasyonu ve mikroçoğaltım denemeleri 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 sürgün kültüre alınarak gerçekleştirilmiştir. Deneme sonucunda; yüzey sterilizasyonunda steril bitki oranı (%), mikroçoğaltım denemelerinde ise kallus oranı (%), bitki boyu (cm), yaprak sayısı (kardeş/bitki) ve kök oranı (%) parametrelerine ait gözlemler alınmıştır. İstatistiksel analizler, JMP 17.2.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Yüzey sterilizasyonu bulguları

Sıgla türünün sürgünlerine uygulanan sterilizasyon denemeleri sonucunda, 48 saat fungusitte bekletildikten sonra 20 dk. NaClO + 10 dk HgCl<sub>2</sub> uygulanan sürgünlerde %97 oranında başarı elde edilmiştir. %0 (sıfır) ile gösterilen bitkiler ölmüştür. Parantez içerisinde belirtilen değerler açı transformasyonu değerleridir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Yüzey sterilizasyonunda elde edilen sağlam sürgün oranları.

NaClO	HgCl <sub>2</sub>	Steril Bitki Oranı (%)		
		Fungusit (Captan)		
		0 saat	24 saat	48 saat
10 dk	0 dk	53 (46.7)y	58 (49.6)w	64 (53.1)t
	10 dk	69 (56.2)r	72 (58.1)q	78 (62.0)n
	15 dk	85 (67.2)j	91 (72.5)e	94 (75.8)c
	20 dk	0 (0.0)z	0 (0.0)z	0 (0.0)z
20 dk	0 dk	55 (47.9)x	61 (51.4)v	81 (64.2)l
	10 dk	75 (60.0)o	82 (64.9)k	<b>97 (80.0)a</b>
	15 dk	86 (68.0)ı	89 (70.6)g	95 (77.1)b
	20 dk	0 (0.0)z	0 (0.0)z	0 (0.0)z
30 dk	0 dk	62 (51.9)u	67 (54.9)s	73 (58.7)p
	10 dk	79 (62.7)m	88 (69.7)h	90 (71.6)f

	15 dk	89 (70.6)g	91 (72.5)e	93 (74.7)d
	20 dk	0 (0.0)z	0 (0.0)z	0 (0.0)z
<b>Ortalama</b>		54.4 (44.3)	58.3 (47.0)	63.8 (51.4)

LSD<sub>sterilizasyon</sub>: 0.38\*\*\*

### 3.2. Kallus Oluşum Bulguları

*L. orientalis* türünde elde edilen kalluslar üzerinde, 7. haftadan itibaren sürgün oluşmaya başlamıştır. Elde edilen kallus yapıları, yeşil-mor renkli ve kompakt yapıdadır. Sürgünlerden oluşan kallus oluşum oranlarına besi yerlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kallus gelişim oranları, en yüksek 0.1 mg.l<sup>-1</sup> NAA+2 mg.l<sup>-1</sup> TDZ, 0.5 mg.l<sup>-1</sup> NAA+1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ ve 0.5 mg.l<sup>-1</sup> NAA+2 mg.l<sup>-1</sup> TDZ ile %100 olarak elde edilmiştir. En düşük kallus oranı ise kontrol yani bitki büyüme düzenleyici içermeyen besiyerinde %25 olarak elde edilmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Deneme sonucu elde edilen kallus oluşturma oranları.

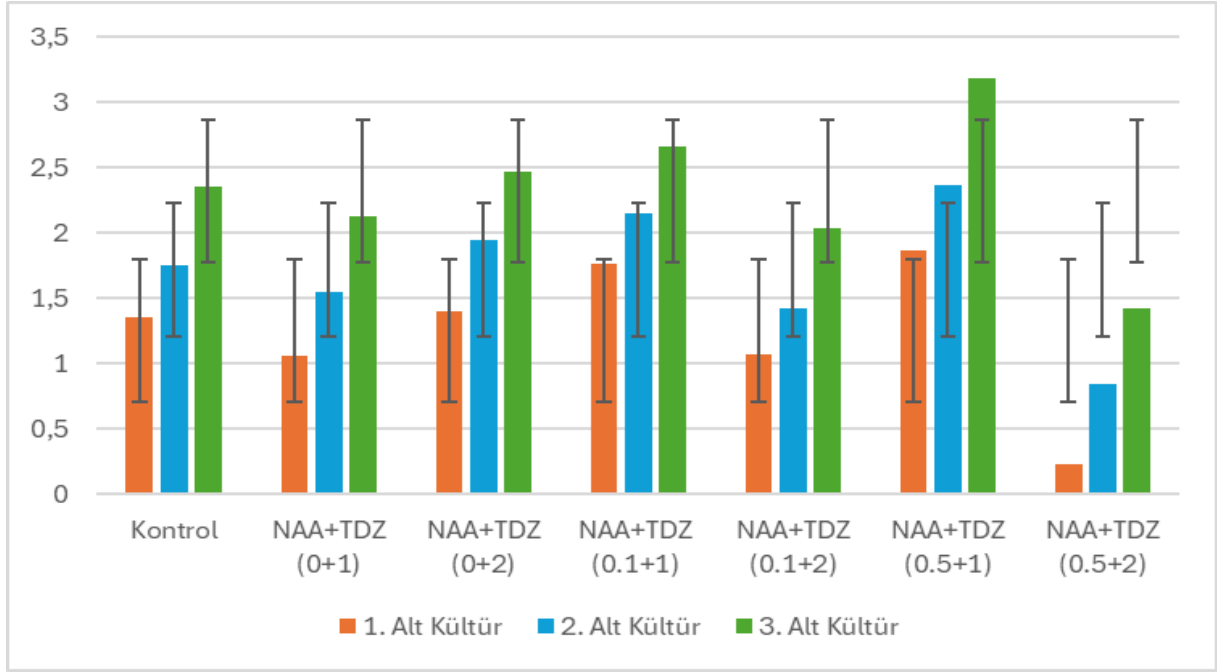
<b>BBD (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	<b>Kallus Oranı (%)</b>
Kontrol	25 (30.0)e
NAA+TDZ (0+1)	45 (42.1)d
NAA+TDZ (0+2)	85 (67.2)c
NAA+TDZ (0.1+1)	95 (77.1)b
NAA+TDZ (0.1+2)	<b>100 (90.0)a</b>
NAA+TDZ (0.5+1)	<b>100 (90.0)a</b>
NAA+TDZ (0.5+2)	<b>100 (90.0)a</b>

LSD<sub>BBD</sub>: 1.15\*\*\*

\*Parantez içerisinde belirtilen değerler açı transformasyonu değerleridir.

### 3.3. Mikroçoğaltım Sürgün Bulguları

*L. orientalis* türünde üç alt kültür yapılmıştır. En yüksek sürgün gelişimi NAA+TDZ (0.5+1 mg.l<sup>-1</sup>) bitki büyüme düzenleyici kombinasyonunda görülürken, en düşük sürgün gelişimi NAA+TDZ (0.5+2 mg.l<sup>-1</sup>) kombinasyonunda görülmüştür (Şekil 3 ve çizelge 4).



**Şekil 3.** Alt kültürler arası sürgün gelişimleri ve bitki büyüme düzenleyicilerin sürgün gelişimleri üzerindeki etkisi

**Çizelge 4.** Deneme sonucu elde edilen sürgün boyu, yaprak sayısı ve kök oranı verileri

BBD (mg.l <sup>-1</sup> )	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Sayısı (adet)	Kök Oranı (%)
Kontrol	2.35d	5.27a	100 (90.0)a
NAA+TDZ (0+1)	2.13e	0.6e	65 (53.7)d
NAA+TDZ (0+2)	2.47c	2.0c	68 (55.6)b
NAA+TDZ (0.1+1)	2.66b	1.3d	53 (46.7)g
NAA+TDZ (0.1+2)	2.04f	0.5e	60 (50.8)f
NAA+TDZ (0.5+1)	<b>3.18a</b>	3.83b	63 (52.5)e
NAA+TDZ (0.5+2)	1.42g	0.2e	67 (54.9)c

LSD<sub>bitki boyu</sub>: 0,01\* LSD<sub>yaprak sayısı</sub>: 0,67\* LSD<sub>kök oranı</sub>: 0,66\*

\*Parantez içerisinde belirtilen değerler açış transformasyonu değerleridir.

*L. orientalis* ile yapılan direkt organogenesis çalışmalarında, BAP (0, 1, 2, 3 mg.l<sup>-1</sup>), NAA (0, 0.05, 0.10, 0.15 mg.l<sup>-1</sup>) ve IBA (0, 0.01, 0.05, 0.10 mg.l<sup>-1</sup>)'nin farklı kombinasyonlarını içeren WPM besi ortamı kullanılmış, ortalama %76.64 ile en yüksek sürgün oluşturan eksplant oranı, 0.10 mg.l<sup>-1</sup> NAA + 3.0 mg.l<sup>-1</sup> BAP içeren WPM ortamında kültüre alınan hipokotil eksplantlarından elde edilmiştir. Eksplant başına, 32.20 sürgün/eksplant ile en yüksek ortalama kardeş sayısı, 0.10 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 1.00 mg.l<sup>-1</sup> BAP ilave edilmiş WPM içeren ortamda kültüre alınan hipokotil eksplantlarında tespit edilmiştir. WPM besin ortamında kültüre alınan hipokotil eksplantları için en uygun kombinasyonun 0.05 mg.l<sup>-1</sup> NAA'in 1.0 veya 2.0 mg.l<sup>-1</sup> BAP ile kombinasyonunu içeren ortamdan elde edildiği görülmüştür (Acar ve ark., 2018).

*L. styraciflua* üzerinde yapılan denemelerde ise, 6 hafta süreyle 0.1 mg.l<sup>-1</sup> NAA ve 2.5 mg.l<sup>-1</sup> BA uygulaması yapılmış ve yapraktan direkt organogenesis ile sürgün elde edildiği gözlenmiştir (Brand ve Lineberger, 1991).

*L. styraciflua*'da yapraktan direkt embriyogenesis çalışmalarında en yüksek embriyogenesisin 0.1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ ile gerçekleştiği görülmüştür (Merkle, 1998). *L. orientalis*'te en verimli mikro çoğaltma yönteminin araştırılması için yapılan çalışmalarda, aksiller tomurcuklardan izole edilen primordial sürgün eksplantları kullanılmıştır. MS ve WPM temel besi ortamı olarak; BAP (0, 0.5, 1, 2 mg.l<sup>-1</sup>) ve IBA (0, 0.5, 1, 2 mg.l<sup>-1</sup>)'nin kombinasyonları kullanılmıştır. Çalışmalar sonucunda, 1 mg.l<sup>-1</sup> BAP ve 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA içeren WPM ortamından, eksplant başına 20 sürgün elde edilmiştir (Bayraktar ve ark. 2015). *L. orientalis*'te, direkt organogenesis ile mikroçoğaltım üzerine denemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda, NAA (0, 0.54 µM) ve BAP (2.2, 4.4, 11.1, 22.2 µM) hormonlarını içeren WPM ortamı kullanılmıştır. En iyi sürgün ortalaması (19.97), 0.54 µM NAA ve 11.1 µM BAP içeren kombinasyonda gözlemlenmiştir (Erdağ ve Emek, 2005).

*L. orientalis*'de direkt organogenesis yöntemi ile mikroçoğaltım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, BA (0, 0.1, 0.5, 1, 2 mg.l<sup>-1</sup>) ve NAA (0.05, 0.2, 0.5 mg.l<sup>-1</sup>)'nin farklı konsantrasyonlarını içeren WPM besi ortamı kullanılmış ve en iyi sonuç 1 mg.l<sup>-1</sup> BA ve 0.05 mg.l<sup>-1</sup> NAA içeren WPM ortamında belirlenmiştir (Sutter ve Barker, 1985). *L. styraciflua* ile yapılan çalışmalarda, direkt organogenesis yöntemi kullanılmıştır. TDZ (0.01, 0.05, 0.1 0.5, 1 mg.l<sup>-1</sup>) ve 2,4-D (0.01 mg.l<sup>-1</sup>) kombinasyonlarını içeren WPM besi ortamı denenmiş, en iyi sonuç (20 adet/eksplant), 1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ ve 0.01 mg.l<sup>-1</sup> 2,4-D içeren ortamda elde edilmiştir (Kim ve ark., 1997). *L. styraciflua*'da direkt organogenesis çalışmasında, BAP (0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1 mg.l<sup>-1</sup>) ve IBA (0, 0.01 mg.l<sup>-1</sup>) kombinasyonlarını içeren WPM ortamı kullanılmıştır. Çalışmalar sonucunda, en iyi kardeşlenme ortalaması (5.9 adet/eksplant), 0.7 mg.l<sup>-1</sup> BAP ve 0.01 mg.l<sup>-1</sup> IBA içeren WPM ortamında gözlemlenmiştir (Đurkovič ve Lux, 2010). Yaptığımız çalışmada, araştırmacıların sonuçlarıyla benzer olarak TDZ+NAA kombinasyonlarının kullanımının etkileri incelenmiştir.

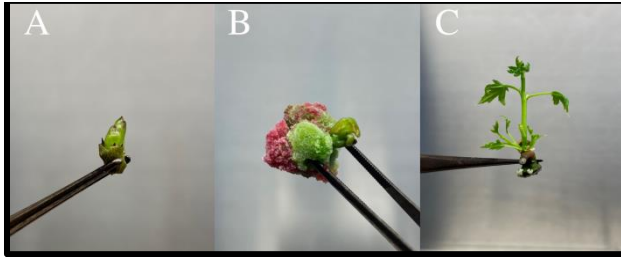
*L. formosana*'da somatik embriyogenesis çalışması yapılmıştır. NAA (0, 0.054, 0.27, 0.54 µM) ve TDZ (0, 0.45, 2.27, 4.54 µM)'nin kombinasyonlarını içeren WPM besi ortamında denemeler yürütülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda, 0.27 µM NAA ve 2.27 µM TDZ içeren ortamdan, %78.5 oranında yapraktan sürgün oluşumu elde edilmiştir (Xu ve ark., 2007). Bu çalışmamızda, NAA ve TDZ'nin farklı kombinasyonları (NAA + TDZ: 0+1, 0+2, 0.1+1, 0.1+2, 0.5+1, 0.5+2 mg.l<sup>-1</sup>) denenmiştir. En iyi bitki boyu gelişimi (3.18 cm), NAA + TDZ (0.5+5 mg.l<sup>-1</sup>)'nin kombinasyonundan gözlenmiştir.

*L. orientalis* bitkisinin mikroçoğaltımında, RITA biyoreaktör sistemi ve yarı-katı kültürler denenmiştir. Yapılan çalışmada, yarı-katı ½ MS ve WPM besi ortamları kullanılmıştır. Ortamların ikisinde de kontrol ve 0.2 mg.l<sup>-1</sup> BAP + 0.05 mg.l<sup>-1</sup> NAA ilave edilmiş olarak denemeler kurulmuş, en iyi sonucun kontrol bitkilerinden elde edildiği gözlemlenmiştir. RITA Biyoreaktör sisteminde ise en iyi sürgün oluşturan ortam, 0.2 mg.l<sup>-1</sup> BAP ve 0.05 mg.l<sup>-1</sup> NAA içeren WPM ortamı olmuştur (Baran Ayaz, 2018). Yaptığımız çalışmada ise elde edilen sonuçlar benzerlik göstermiştir. Yaprak sayısı ve kök oluşum oranları, kontrol ortamında en yüksek başarıyı göstermiştir.

Relikt-endemik bir tür olan *L. orientalis* Mill'in mikroçoğaltımı üzerinde farklı bor tuzlarının etkilerini araştırılmışlar ve mikro sürgünlerin genetik stabilitesini ISSR markör tekniği ile belirlemişlerdir (Mercan ve ark., 2022).

#### 4. Sonuçlar

Endemik bir tür olan *Liquidambar orientalis*'te, sterilizasyon ve mikroçoğaltımda farklı denemeler kurularak optimum protokol oluşturulmuştur. Denemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.



**Şekil 3.** *L. orientalis* bitkisine ait; A) Steril edilmiş sürgün ucu, B) Kallus yapısı, C) Elde edilen sürgün (Orijinal: Kaya, İ.).

En yüksek canlı sterilizasyon başarıları, %97 oran ile fungusit (Captan, 48 saat) + HgCl<sub>2</sub> (10 dk.) + NaClO (20 dk.) kombinasyonundan elde edilmiştir. Ancak fungusit (Captan, 48 saat) + NaClO (20 dk.) kombinasyonunda %81 oranında sterilizasyon başarıları elde edilmiştir. Daha az kimyasal kullanımı sebebiyle bu oran *Liquidambar orientalis* için yeterli bir başarı oranı olarak kabul edilebilir.

En fazla bitki kaybı, %86 oranında olup fungusit (Captan, 48 saat) + HgCl<sub>2</sub> (20 dk.) + NaClO (30 dk.) kombinasyonunda görülmüştür.

Kallus gelişimi incelendiğinde, %100 kallus gelişimi görülmüş olup, kallus gelişimi için en uygun ortam kombinasyonu olarak; NAA + TDZ (0.1 + 2 mg.l<sup>-1</sup>), NAA + TDZ (0.5 + 1 mg.l<sup>-1</sup>) ve NAA + TDZ (0,5 + 2 mg.l<sup>-1</sup>) belirlenmiştir.

Sürgün gelişimine bakıldığında, 1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ + 0.1 mg.l<sup>-1</sup> NAA kombinasyonunda, 1.87 cm ortalama sürgün uzunluğu elde edilmiştir.

Oluşan yaprak sayılarının ortalamasına bakıldığında 3.83 adet ile en yüksek yaprak sayısı 1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ + 0.1 mg.l<sup>-1</sup> NAA kombinasyonunda elde edilmiştir.

Kök gelişimi oranı en yüksek olarak kontrolde görülmüş olup, tüm eksplantlarda kök gelişimi olmuştur. Bununla birlikte kontrolden sonraki en iyi kök gelişimi NAA + TDZ (0 + 2 mg.l<sup>-1</sup>) kombinasyonunda (%68) gözlenmiştir.

Tüm bu veriler incelendiğinde, *Liquidambar orientalis* için en uygun büyüme ortamının “1 mg.l<sup>-1</sup> TDZ + 0.1 mg.l<sup>-1</sup> NAA” içeren WPM ortamı olduğu belirlenmiştir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süz Bitkileri Kongresinde poster sunum olarak sunulmuştur.



## Kaynakça

- Acar, Y. S., Ayaz, Ö., ve Bürün, B. (2018). Adventitious shoot formation from hypocotyl and cotyledon explants of relict endemic *Liquidambar orientalis* Miller. *Mugla Journal of Science and Technology*, 4(2), 137-142.
- Akat, H. (2020). Su Tutucu Polimer (SAP) Uygulamalarının Anadolu Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* MILL.) ve Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Türlerinde Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 721-727.
- Arslan, M., ve Şahin, H. (2016). Unutulan Bir Orman Ürünü Kaynağı: Anadolu Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Miller). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1), 103-117.
- Aydınöz, M., ve Bulut, S. (2014). Egenin Gizli Kalmış Şifa İksiri: Sığla (012201)(1-6). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 1-6.
- Baran Ayaz, Ö. (2018). *Türkiyedeki endemik sığla ağacının (Liquidambar orientalis Mill.) geçici daldırma sistemi ile mikroçoğaltımının araştırılması*. (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bayraktar, M., Hayta, S., Parlak, S., ve Gurel, A. (2015). Micropropagation of centennial tertiary relict trees of *Liquidambar orientalis* Miller through meristematic nodules produced by cultures of primordial shoots. *Trees*, 29(4), 999-1009.
- Brand, M. H., ve Lineberger, R. D. (1991). The effect of leaf source and developmental stage on shoot organogenic potential of sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) leaf explants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 24(1), 1-7.
- Đurkovič, J., ve Lux, A. (2010). Micropropagation with a novel pattern of adventitious rooting in American sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.). *Trees*, 24, 491-497.
- Erdağ, B., ve Emek, Y. (2005). In vitro adventitious shoot regeneration of *Liquidambar orientalis* Miller. *Journal of Biological Sciences*, 5(6), 805-808.
- Göçmen Taşkın, B., Taşkın, V., Küçükakyüz, K., ve Varol, K. (2007). Esterase polymorphisms in relict endemic *Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis* and *L. orientalis* Mill. var. *integriloba* Fiori populations in Turkey. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 6, 137-146.
- Hoey, M. T., ve Parks, C. R. (1991). Isozyme divergence between Eastern Asian, north American, and Turkish species of *Liquidambar* (Hamamelidaceae). *American Journal of Botany*, 78(7), 938-947.
- Ickert-Bond, S., K., P., ve Wen, J. (2005). Comparative infructescence morphology in *Liquidambar* (Altingiaceae) and its evolutionary significance. *American Journal of Botany*, 92(8): 1234-1255.
- Kim, M. K., Sommer, H. E., Bongarten, B. C., ve Merkle, S. A. (1997). High-frequency induction of adventitious shoots from hypocotyl segments of *Liquidambar styraciflua* L. by thidiazuron. *Plant Cell Reports*, 16, 536-540.
- Küçükala, A., Durmuşkahya, C., ve Koray, Z. (2010). Sığla Ağacının Korunmasına Yönelik Eğitim Çalışmaları Projesi Sonuç Raporu. *ÖÇ KK Başkanlığı, Ankara*.

- Mercan, T., Galatalı, S., Özkaya, D. E., Celik, O., ve Kaya, E. (2022). Effects of different boron salt treatments on micropropagation and genetic stability in in vitro cultures of *Liquidambar orientalis* Miller. *Journal of Boron*, 7(4), 521-527.
- Merkle, S. A., Neu, K. A., Battle, P. J., ve Bailey, R. L. (1998). Somatic embryogenesis and plantlet regeneration from immature and mature tissues of sweetgum (*Liquidambar styraciflua*). *Plant Science*, 132(2), 169-178.
- Parlak, S. (2012). Sığla (*Liquidambar orientalis* Miller)'da alternatif vejetatif üretim yöntemi. *Orman Mühendisliği*, 49(10-1 1-1 2): 20-23.
- Sutter, E. G., ve Barker, P. B. (1985). In vitro propagation of mature *Liquidambar styraciflua*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 5, 13-21.
- Xu, L., Liu, G. F., ve Bao, M. Z. (2007). Adventitious shoot regeneration from in vitro leaves of formosan sweetgum (*Liquidambar formosana* L.). *HortScience*, 42(3), 721-723.

## Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinin İklim Değişikliğine Karşı Duyarlılığının Belirlenmesi ve Bazı Yeşil Altyapı Öneri Senaryoları

### Determination of the Sensitivity of Erzincan Binali Yıldırım University Yalnızbağ Campus to Climate Change and Some Green Infrastructure Proposal Scenarios

 Hasan YILMAZ<sup>1</sup>,  Gökhan ASKAN<sup>2,\*</sup>

#### Özet

Bu çalışmada, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinin iklim değişikliğine karşı duyarlılığı incelenmiş ve çeşitli yeşil altyapı senaryoları önerilmiştir. Araştırmanın temel amacı, yerleşkenin mevcut yeşil altyapı sisteminin iklime dirençli olup olmadığını belirlemek ve bu sistemlerin iklime dirençli hale getirilip getirilemeyeceğini değerlendirmektir. Çalışmada, kentlerin iklim değişikliğine uyum sağlama çabalarının önemi vurgulanmış ve açık kentsel yeşil alanların bu çabaların başarısındaki kritik rolü ele alınmıştır. Daha yaşanabilir kentsel çevre ve kampüsler oluşturmaya yönelik bir çok yeni kavramlar (Eko-kent, yaşanabilir kent, sürdürülebilir kampüs, sürdürülebilir kent, dirençli kent, akıllı kent gibi) gündeme gelmekte olup, bazı ülkelerde iyi uygulama örnekleri hayata geçirilmiştir. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinin iklim değişikliğine karşı duyarlılığını belirleyerek, değişik yeşil altyapı öneri senaryoları ile yerleşkenin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dirençli duruma getirilebilmesi amacı ile yeşil altyapı senaryoları üzerinde durulmuştur.

Yerleşkenin iklim değişikliğine duyarlı duruma getirilmesine yönelik öneri yeşil altyapı senaryoları;

- Kurağa dayanıklı bitki türü kullanımı
- Yapı yüzeyi bitkilendirmesinin artırılması
- Yağmur hasad bahçelerinin oluşturulması
- Biyohendeklerin oluşturulması
- Su tüketimini azaltıcı yöntemlerin geliştirilerek yerleşkenin iklim değişikliğine duyarlı duruma getirilmesine yönelik öneri yeşil altyapı senaryoları oluşturulmuştur.

Bu çalışma ile kentte ve kampüste yapılacak peyzaj tasarımlarında, suyun sürdürülebilirliğini sağlayacak uygulamaların nasıl yapılması gerektiği noktasında yol gösterici olması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dirençli Kampüs, Doğal Bitkiler, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İklim Değişikliği, Yeşil Altyapı

#### Abstract

In this study, the sensitivity of Erzincan Binali Yıldırım University Yalnızbağ Campus to climate change was examined, and various green infrastructure scenarios were proposed. The main objective of the research is to determine whether the existing green infrastructure system of the campus is climate-resilient and to evaluate whether these systems can be made climate-resilient. The study emphasizes the importance of cities' efforts to adapt to climate change and discusses the critical role of open urban green spaces in the success of these efforts. Many new concepts aimed at creating more livable urban environments and campuses (such as Eco-city, livable city, sustainable campus, sustainable city, resilient city, smart city) are emerging, and good practice examples have been implemented in some countries. By determining the sensitivity of Erzincan Binali Yıldırım University Yalnızbağ Campus to climate change, the study focuses on green infrastructure scenarios to make the campus resilient to the adverse effects of climate change.

The proposed green infrastructure scenarios for making the campus sensitive to climate change include:

- Use of drought-resistant plant species
- Increasing the greening of building surfaces
- Creation of rainwater harvesting gardens
- Creation of bioswales
- Development of methods to reduce water consumption

This study aims to guide how to implement practices that ensure the sustainability of water in landscape designs to be carried out in the city and on the campus.

**Keywords:** Resilient Campus, Natural Plants, Erzincan Binali Yıldırım University, Climate Change, Green Infrastructure

Geliş Tarihi: 30.09.2024 , Düzeltme Tarihi: 21.11.2024, Kabul Tarihi: 21.11.2024

Adres: <sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

<sup>2,\*</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Üzümlü MYO, Tasarım Bölümü

E-mail: gaskan@erzincan.edu.tr

## 1. Giriş

Son yıllarda yaşanan kentleşme hareketleri kentsel ekosistemler üzerinde geri dönüşümü neredeyse imkansız çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bugün tüm dünyada en önemli çevre sorunlarından birisi hiç şüphesiz küresel iklim değişikliğidir. Tüm ekosistemler bu değişiklikten büyük ölçüde etkilenmekte, önlem alınmaz ise tüm canlıların yaşam tehditi altında olduğu yapılan bir çok çalışmada ortaya konmaktadır. İklim değişikliği ile başta kuraklık ve yetersiz beslenme/kıtlık sorunu, ekonomik bozulmalar, göçler, su kaynaklarını ele geçirmeye yönelik devletlerarası savaşlar, deniz ve kara ekosistemlerindeki fauna ve floradaki kayıplar, çevre sorunları gibi bir dizi felaket senaryoları yoğun olarak gündemdeki yerini korumaktadır. 2023 yılı Temmuz ve Ağustos ayının tüm dünyada son 50-60 yılda en yüksek sıcaklık değerlerine ulaştığı bildirilmektedir.

Aslında, BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre küresel sıcaklıklar 1,1 °C derece artmış ve 1,5 °C derecenin eşiğindedir. Birleşmiş Milletler, iklim değişikliğinin ve bunun hem doğal hem de kültürel çevre üzerindeki sonuçlarının etkilerini azaltmak için son zamanlarda önemli çabalar sarf etmiştir. Çevresel olarak sürdürülebilir kalkınma ve herkes için insan yerleşimleri fikri, 2016 yılında Ekvador'da Quito Deklarasyonu'nun kabul edilmesiyle öne çıkmıştır.

2021'de Glasgow'da gerçekleşen BM İklim Değişikliği Konferansı (COP26), 2022'de BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflarının 27. Toplantısı ve 2015'te 194 ülkenin katıldığı Paris İklim Anlaşması (COP'21) bu konudaki diğer toplantılardır. 190 ülkenin yoğun katılımıyla 2022'de Mısır'da bir toplantı düzenlendi (Anonim, 2023a). Bu toplantının ardından yüzyılın sonuna kadar küresel ısınmanın 1,5 dereceyi aşmaması için eylem planları yapıldı. Aynı toplantıda ormanların tahribatının durdurulması, sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar %43 oranında azaltılması ve gelişmekte olan ülkelere iklim değişikliğinin etkilerinden korunmaları için mali destek sağlanması kararlaştırıldı (Yılmaz, 2023).

Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar başlığı altında, BM 2015 yılında evrensel olarak kabul görmüş 17 hedef belirledi. Bu temel hedefler içindeki dikkat çekici alt başlıklar arasında iklim eylemi, sürdürülebilir kalkınma, sağlıklı ve kaliteli yaşam, erişilebilir ve temiz enerji, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar ile karada ve suda yaşam yer alıyor (Anonim, 2023b).

### 1.1. İklim değişikliğine karşı kentsel yeşil altyapı

Yeşil altyapı yaşam alanlarında gri altyapı dışında kalan (yol, kanalizasyon, otopark, bina, elektrik hatları vb), doğal, doğala yakın/yarı kültürel ve kültürel alanları kapsayan ekosistemi koruma, geliştirme ve yenileme alanlarıdır. Hepcan, (2019)'a göre yeşil altyapı hedefi göre doğal, yarı doğal ve kültürel alanların yeşil alan ağı ile birleştirilerek, iklim değişikliklerinin olumsuz etkilerini azaltma sürecidir. Bu alanlar bölge (akarsu koridoru, koruluklar), havza kent (kent parkları, bitkilendirilmiş yollar, mahalle (parklar, yollar), alan (yağmur bahçeleri, dikey bahçe, yağmur suyu bitki şeritleri) ölçeğini kapsamaktadır. Kentsel ölçekteki örnekler, bir evin önüne bir yağmur fıçısı, büyük bir şehir caddesi boyunca bir sıra ağaç veya bir ara sokağın yeşillendirilmesini içerebilir. Yağmur bahçeleri, apartman komplekslerinin yanında sulak alanlar veya şehir merkezinin dışında dönümlerce açık park alanı oluşturmak mahalle ölçeğinde yeşil altyapı örnekleridir. Manzara veya su havzası ölçeğindeki örnekler geniş açık alanların, sulak alanların, kıyı bölgelerinin korunması veya dik yamaçların yeşillendirilmesi olabilir (Anonim, 2024).

Ekosistemler ve manzaralar, merkezler, bağlantılar ve bölgeler ağı aracılığıyla yeşil bir altyapı ağıyla birbirine bağlanır. Hızlı fiziksel yapılaşmanın yol açtığı kentleşme kaynaklı topografya değişiklikleri sonucunda, doğal drenaj sistemlerinin bozulması nedeniyle yeşil altyapı sistemleri daha da önemli hale gelmiştir (Fuller ve ark.,2007).

Kentsel açık-yeşil alanlar artan kentleşme karşısında kentlerin direncini artıran en önemli yapı taşlarındadır. Bu anlar ekolojik, estetik, ekonomik, sosyo-psikolojik, rekreasyonel ve biyoçeşitliliğe katkı sağlama gibi bir çok hayati görev üstlenirler (Yılmaz, 2008; Kendal ve ark., 2014; Peschard ve ark., 2016; Yu ve ark., 2023).

İklimi düzenleme, sel ve taşkınları azaltma ve termal konfor açısından daha yaşanabilir kentsel ortamlar oluştururlar.

Özellikle iklim değişikliğe bağlı olarak artan kentsel ısı adası oluşumu engelleme konusunda kentsel yeşil alanların önemi giderek artmaktadır. Nitekim bu konuda ENVI-met senaryoları ile yeşil alanların iklim üzerine olan olumlu katkıları belirlenmiştir (Srivani ve ark., 2023; Middel ve ark., 2015; Lin ve Lin, 2016; Tsoka ve ark., 2018; Yılmaz ve ark., 2018; Li ve Slik, 2021; Yılmaz ve ark., 2021; Abd Elraouf ve ark.,2022; Alves ve ark., 2022; Balany ve ark., 2022; Quyang ve ark., 2022; Anonim, 2024b).

Yeşil altyapı, toplulukların gelecek nesiller için temiz hava ve su ile yaşanabilir bir çevreye sahip olmasını sağlayarak, akıllı bölgesel ve metropoliten planlamanın en önemli

parçası olabilir (Anonim, 2024c). İklim değişikliğine uyum sağlayabilen ve nüfus artışının bir sonucu olarak hızla büyüyen şehirleri daha sürdürülebilir hale getirebilen sürdürülebilir şehirler geliştirmek için kullanılan yapısal stratejilerden biri mavi-yeşil altyapı tasarımıdır. Toplumun tüm üyelerinin kullanımına açık, erişilebilir kentsel yeşil alanların varlığı ve bunların bağlantısı, esasen gri, mavi ve yeşil unsurları bir arada ele alarak sağlıklı, sürdürülebilir ve dayanıklı şehirler yaratmayı amaçlayan bu yaklaşımda önceliklendirilir Parlak ve Atik, 2020). Kentsel yeşil altyapılar (KYA), kentsel ısı azaltımı için verimli doğa temelli çözümlerdir (Ouyang ve ark., 2023).

Yeşil altyapı, giderek daha popüler hale gelen bir kentsel sürdürülebilirlik stratejisidir ve birden fazla fayda sağlama yeteneği nedeniyle geniş çapta teşvik edilmektedir (Morpurgo ve ark., 2020; Hoover ve ark., 2023). Yeşil Altyapı (GI), çok çeşitli ekosistem hizmetleri sunmak ve insan refahını artırmak için stratejik olarak tasarlanmış ve yönetilen doğal ve yarı doğal alanlardan oluşan bir ağ olarak tanımlanır.

Avrupa'da, YA kavramı, özellikle son on yılda çok işlevlilik, iklim değişikliği ve yeşil büyüme kavramlarıyla güçlü bir şekilde ilişkili olmuştur ve bu, farklı kitleleri ve konuları hedefleyen, büyük ölçüde değişen bir araştırma ve politika gündemine yol açmıştır (Chatzimentor ve ark., 2020). YA, doğal yaşamı destekleyen bir sistem olup, orman, sulak alan, yaban hayatı, su yolları ve diğer doğal alanlarla, yeşil yollar, parklar, tarım alanları, korunan alanlarla entegre olmuş, ekosisteme katkı sağlayan, sürdürülebilir bir yapıdır (Mell ve ark. 2017).

Kentleşmiş alanlarda, ağaçların soğutma etkileri, geçirimsiz malzemeler tarafından iletilen ısı nedeniyle önemli ölçüde zayıflar. Yeşil altyapı (GI), güneş radyasyonundan koruma sağlayarak, evapotranspirasyon yoluyla yüzeyleri soğutarak ve adveksiyon yoluyla ısı alışverişini değiştirerek kentsel aşırı ısınmanın önüne geçerek, yüzey kentsel ısı adalarını (SUHI'ler) hafifletmeye yardımcı olabilir. Sıralı ağaçlar veya iyi sulanan çimlere sahip küçük kümeler, gündüz ve gece (8°C'ye kadar) en iyi termal soğutmayı sağlayabilir (Bartesaghi ve ark. 2020).

**Yeşil altyapı kapsamında kurağa dayanıklı yerli ağaç türlerinin kullanılması iklim değişikliğine karşı etkili bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Yapılan değişik çalışmalarda;**

- %20'lik bir ağaç gölgeliği, %8-18'lik bir soğutma tasarrufu ve %2-8'lik bir ısıtma tasarrufu sağladığı,

- Ağaçların yaprakları evaporatif soğutma sağlayarak, havadaki nemi artırır ve buharlaşma-terleme ile en yüksek yaz sıcaklıkları 2-9 derece azaltabildiği,
- Ağaçlık bir alanın ağaçsız bir alana göre hava sıcaklığı yaz aylarında 9 derece daha serin olduğu,
- %100 ağaç gölgelik örtüsüne sahip kentsel alanlarda, ağaçlar saatlik ozonu % 15'e, kükürt dioksiti % 14'e ve partikül maddeyi % 13'e kadar azaltabildiği belirtilmektedir (Anonim, 2024d).

Yılmaz ark. (2018) 'nın araştırma bulgularına göre ağaçlar yaz ve kış aylarında termal konforu iyileştirmektedir. Kışın yapılan testlere göre odunsu alanlar ortamın sıcaklığını mevcut koşullara göre 1,4 °C artırırken, yaz aylarında 1,2 °C düşürmektedir.

Çalışma ayrıca yeşil alanlardaki artışın dış mekan termal konforu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir; Yılmaz ark. (2018) da benzer sonuçlar bulmuştur. Kentsel dış mekanlarda yürütülen çalışmalar, yeşil alanların termal konforu ve kentsel mikro iklimi iyileştirmenin yanı sıra bir dizi avantaj sağladığını göstermiştir. Araştırmalar, doğal alanların kentsel olanlardan daha konforlu sıcaklıklar sağladığını göstermektedir (Shashua-Bar ve Hoffman, 2000). Güneşin kısa dalga radyasyonunun önemli bir miktarını emdikleri için yeşil alanlar (özellikle ormanlık olanlar) yazın atmosferin ısınmasını kısmen önlemeye yardımcı olur (Kayhan, 2017).

Yeşil alan uygulamalarından çatı suyunu toplama, yağmur bahçeleri, biowales/biyolojik kanallar/biyohendekler, yağmur suyu toplama, geçirgen kaplamalar ve açık yeşil alan sistemlerini artırma gibi uygulamalar ağırlık kazanmaktadır (Aslan ve Yazıcı, 2016).

Kentsel dayanıklılığı ve sürdürülebilirliği politik, çevresel, ekonomik, sosyal, fiziksel ve kurumsal boyutlardan iyileştirmek için yerel koşullara uyum sağlanması öngörülmektedir (Ribeiro ve Gonçalves, 2019).

Daha sağlıklı bir yaşam ortamı yaratmanın temel bir bileşeni yeşil alanların ve bitkilerin mevcudiyeti olacaktır (Chan F.K.S ve Chan H.K, 2022).

Önemli ekolojik kaynak tanımlama ve sağlama, biyolojik çeşitlilik ve ekolojik sistemler, peyzaj ekolojisi, jeomorfoloji, hidroloji, iklim ve bitki örtüsünü içerir. Entegre bir doğal çevrenin, kendi kendine yeten bir metropolün geliştirilmesi ve yaban hayatının desteklenmesi ve oluşturulması ana hedefler olmalıdır. Sağlıklı, Yaşanabilir ve Dayanıklı Şehirler yaratmak için yaşam ortamlarımız ve şehirlerimiz, derin bir ekolojik sistem kaygısına dayalı olarak alt

ölçekli planlar arasındaki bağlantıları kuran üst ölçekli bir strateji kullanılarak tasarlanmalıdır (Sisson, 2020).

Sıcaklıktaki sürekli artış, iklim değişikliğinin önemli bir etkisidir. İklim değişikliğiyle yerel düzeyde mücadele etmek için, şehir plancılarının şehirlerin bu süreci daha dayanıklı, uyumlu ve hasarsız bir şekilde atlatmasına yardımcı olacak doğa ve tasarım temelli çözümler geliştirmesi zorunludur. Sıcaklıklar arttıkça ve daha fazla kentsel ısı adası büyüdükçe, insan sağlığı etkilerinin kötüleşeceği ve gelecekte daha fazla hasara yol açacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda, kentsel sürdürülebilirliği teşvik etmek ve kentsel alanları iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarına karşı daha dayanıklı hale getirmek için kentsel ısı adalarının etkilerini azaltmak gereklidir (IPCC, 2022).

Yılmaz ve Öztürk'ün çalışmasına göre, iklim değişikliği sürecinde kentsel ısı adası etkisini azaltmak, sürdürülebilir bir planlama stratejisi kullanarak hassas ve dayanıklı kentsel alanlar tasarlayarak başarılabilir. Bu alanda uzun vadeli planların geliştirilmesi, şehirlerin gelecekteki iklim felaketlerine daha az zararla dayanma yeteneğini kolaylaştıracaktır. Ancak, bu politikaların ve girişimlerin uygulamaya konulması da aynı derecede önemlidir (Yılmaz ve Öztürk, 2023). Ekolojik bir sistemi riske karşı daha dayanıklı hale getirmek, ekosistem hizmetlerini düzenlemenin birincil amacıdır (Arneeth ve ark., 2005; Chapin ve ark., 2005; Menteşe ve ark., 2015).

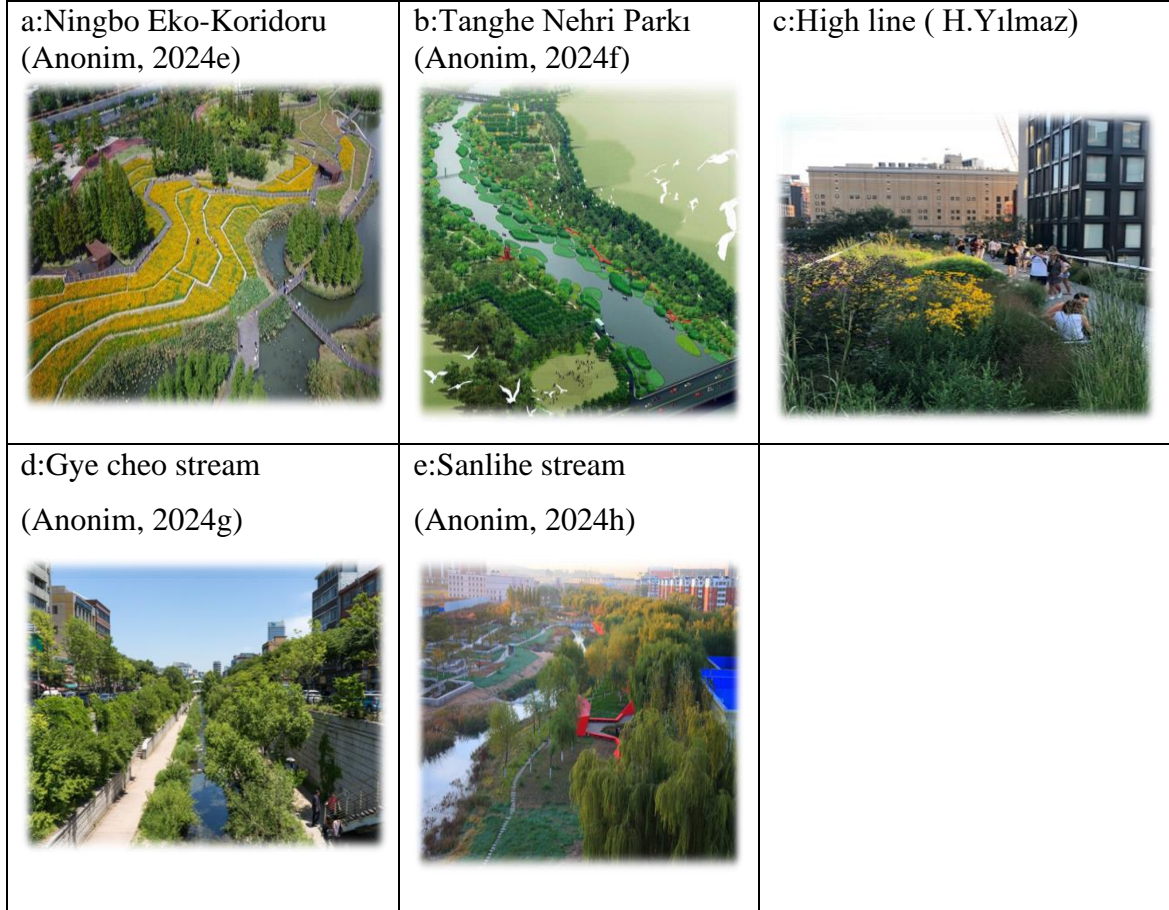
Doğal su döngüsü, sürdürülebilir kampüs tasarım sürecinin su kaynaklarını veya suyla ilgili tasarım çözümlerini yönetmek için kapsamlı bir strateji üretmemesi nedeniyle bozulmaktadır. Küresel ısınma kaynaklı yağış artışları sonucunda yüzey akışına giren yağış miktarı artmaktadır. Çok fazla yağmur zaman zaman taşkınlara ve su baskınlarına neden olabilese de, zaman zaman sulak alanlarda drenaj sorunlarına da yol açabilmektedir. Tüm bu sorunlar su ayak izine zarar vermekte, sulak yaşam alanlarını kirletmekte ve yeraltı suyunun miktarını ve kalitesini düşürmektedir. Bu bağlamda, yeşil altyapı stratejilerinden biri olan yağmur suyunun yönetimi, özellikle yağışın yüzey akışını azaltma ve değerli bir kaynak olan suyu yönetme söz konusu olduğunda devreye girmektedir. Yağmur suyu yönetimi biyolojik çeşitliliği korur, su kalitesini artırır, yeraltı suyunu zenginleştirir ve doğal drenaj ve emilime olanak tanır (Saygın, 2015).

Daha yaşanabilir kentsel çevre oluşturmaya yönelik bir çok yeni kavramlar (Eko-kent, yaşanabilir kent, sürdürülebilir kentdirençli kent, akıllı kent gibi) gündeme gelmekte olup, bazı ülkelerde iyi uygulama örnekleri hayata geçirilmiştir.



## 1.2. Yeşil altyapı ile ilgili iyi uygulama örnekleri

Çin'in Zhejiang kentinde oluşturulan **Ningbo Eko-Koridoru** yeşil altyapının çalışmalarına örnek olarak gösterilmektedir (Şekil 1). 240 dönümlük bir alanda her bir gelişme alanı, yüzeyden akan suyu arıtarak ve geri dönüştürerek, güneş enerjisi toplayarak ve kentsel ısı adası etkisini azaltarak sürdürülebilir bir hidrolojik ve ekolojik yaklaşımı örneklemektedir.



**Şekil 1.** Dünyada yeşil altyapıya iyi uygulama örnekleri (a:Ningbo Eko-Koridoru, b: Tanghe Nehri Parkı, c: High line, d:Gye cheo stream, e: Sanlihe stream)

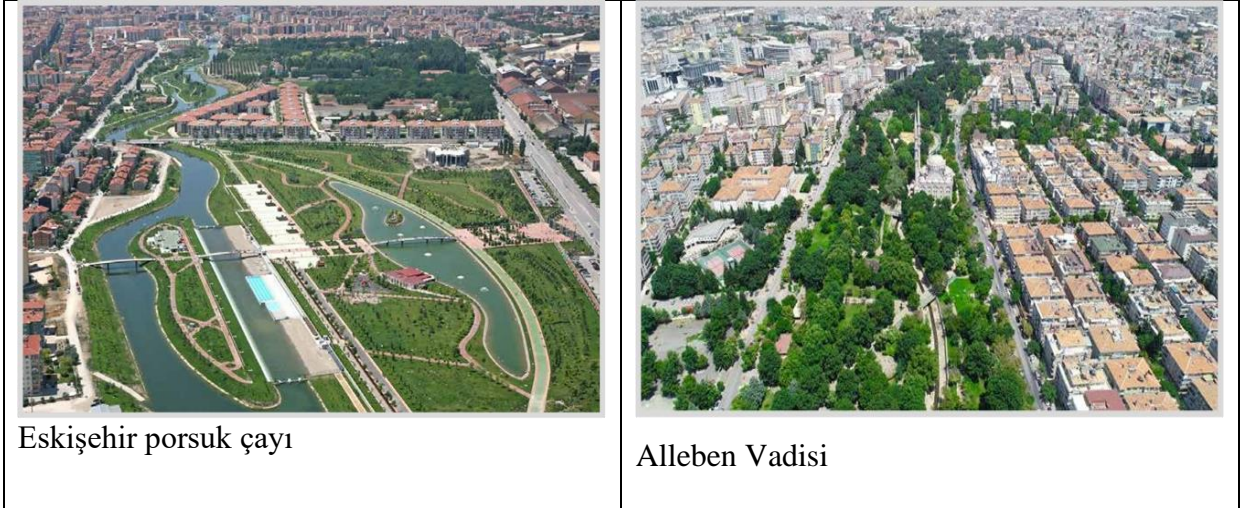
**Singapur Park Connector Network** 1885 yılında yapımına başlanmış, 300 km uzunluğunda bir ekolojik koridoru içeren, bölgesel, kentsel ve yerel parkları birbirine bağlayan bir yeşil alan ağıdır (Tanuwidjaja, 2011). Kentsel mekan yeşil altyapı ile ilgili iyi uygulama örnekleri vardır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Singapur kentsel yeşil altyapı örnekleri (H.Yılmaz)

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik yeşil altyapıyı öne çıkaran değişik ülkelerde uygulamaya geçirilmiş önemli projeler bulunmaktadır. Bunlar arasında; Stuttgart İklim Atlası, Boston Rose Kennedy Yeşil Yol, Londra Açık Yeşil alan Sistemi, Emerald Gümüş Zümrüt Kolye, Malmö Augustenborg EKO KENT, Melbourne Kent Ormanı, Seattle Yeşil alan sistemi, Vancouver İklim Eylem Planı sayılabilir.

Avrupa’da nüfusu 20-100 bin olan kentler için Avrupa Yeşil Yaprak, nüfusu 100 binden fazla kentler için ise Avrupa Yeşil Başkent Uygulamaları olup, ilk yeşil başkent 2010 yılında Stockholm, son başkent ise 2023 yılı Estonya’nın başkenti Tallinn olmuştur. Dünyada her yıl bazı kuruluşlar tarafından yaşanabilir kentler için belirli kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. Global Liveability Index’ e göre güvenlik, kültür ve çevre, iklim, rekreasyon, toplu taşıma, enerji, su, konut kalitesi, eğitim, sağlık ve iletişim, ulaşım gibi göre en yaşanabilir şehirler sıralamasında Viyana (Avusturya), Melbourne (Avustralya) ve Osaka (Japonya) ve kuzey Avrupa ve Kanada’nın bazı kentleri ön sıralarda yer almaktadır. Ayrıca Yeşil yapı sertifikaları, Green Campus/Green Metrix, Biyoçeşitliliğe Dost kentler (yeni kavram) kavramları gün geçtikçe güncellik kazanmaktadır. Ülkemizde kentsel yeşil altyapıya yönelik olarak; İzmir Urban Green UP eylem planı, Eskişehir Porsuk Çayı, Ankara Çankaya Yağmur Hasadı Projesi, Gaziantep Alleben Vadisi projesi, Trabzon Zağnos vadisi, Erzurum Kültür Yolu Projesi, Swiss Hotel yeşil Cephe Uygulamaları iyi uygulamalara örnek olarak gösterilmektedir (Anonim, 2023a).



Eskişehir porsuk çayı

Alleben Vadisi

**Şekil 3.** Yeşil altyapı için ülkemizden iyi uygulama örnekleri (Anonim, 2023c)

### 1.3. 1.3 Üniversite yerleşkelerinin yeşil altyapı planlaması

Üniversite kampüsleri, fiziksel düzenleri ve açık-yeşil alan tasarımlarının yanı sıra buldukları şehirlere sosyoekonomik ve kültürel açıdan da katkıda bulunurlar. Ayrıca estetik, ekolojik, ekonomik ve rekreasyonel faydalar da sunarlar. Üniversite kampüsleri, küresel, ulusal ve bölgesel ölçekte arazi kullanımlarının, yapısal düzenlerinin ve bitki tasarımlarının modellerini geliştirme zorluğunu üstlenmiştir (Yılmaz, 2019).

Yeşil alanların fazla olduğu üniversite kampüsleri öğrencilere çok sayıda fayda sağlamaktadır (Hipp vd., 2016). Özellikle üniversiteye yeni başlayan öğrenciler, sosyal çevrelerinden ve ailelerinden kopuk olmaları ve yabancı bir sosyal ve fiziksel ortama itilmeleri sonucu yalnızlık yaşamaktadırlar. Hajrasouliha (2017) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, yeşil bir kampüs öğrenciler arasında sosyal etkileşimi teşvik etmekte ve zihinsel yorgunluğu azaltmaktadır. Ayrıca kampüslerin fiziksel özelliklerinin öğrenci memnuniyeti ve akademik başarı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gösterilmiştir. Hodson ve Sander'a (2017) göre okuma performansı ve ağaç örtüsünün pozitif korelasyona sahip olduğu bulunmuştur.

Hem kamu hem de ticari kurumlar tarafından tamamlanan son peyzaj projeleri, bitki materyalini belirgin bir özellik olarak dahil etmiştir. Altay'a (2012) göre, kentsel ekosistemler olan üniversite kampüslerinde bu amaçla yoğun bitki materyali kullanılmaktadır.

UI Greenmetric yaklaşımı 2010 yılında Endonezya Üniversitesi tarafından uygulamaya konuldu. Yeşil ölçüm kategorileri ve göstergeleri, yüksek öğrenim kurumlarının çevre bilincine sahip ve sürdürülebilir olmalarına yardımcı olmak için tasarlandı. Kampüs sürdürülebilirlik girişimlerini değerlendiren bu derecelendirme daha sonra UI GreenMetric



Dünya Üniversite Sıralamaları olarak adlandırıldı. Çevre, ekonomi ve eşitlik kavramsal çerçeveleri genellikle sıralamanın temelini oluşturur. "Çevresel ve ekolojik duyarlılık, ekonomi ve öğretim konularını içerecek şekilde yapılandırılmış" olan bu yaklaşım, altı temel kategoriden ve elli üç göstergeden oluşur. Kampüs altyapısı ve düzeni, enerji ve iklim değişikliği, atık ve su yönetimi, çevreye uygun ulaşım seçenekleri ve eğitim, hepsi gösterge olarak kullanıldı. Bu modelin amacı, üniversite yönetimi ve personel üyelerinin "küresel ısınma", "enerji", "su yönetimi ve tasarrufu", "atık geri dönüşümü" ve "yeşil ulaşım ve çevre" gibi konulardaki farkındalığını artırmaktır.

WUR GreenMetric sürdürülebilirlik sıralamasında arka arkaya beşinci kez dünyanın en sürdürülebilir üniversitesi seçilen Wageningen Üniversitesi ve Araştırma Merkezinde su tüketimini azaltan bazı uygulamalar (Şekil 4);



**Şekil 4.** Wageningen Üniversitesi ve Araştırma Merkezinde su tüketimini azaltan bazı doğru uygulama örnekleri (G.Askan)

Ülkemizde yerleşke üniversiteleri sayısı oldukça fazla olup, bu alanlarda yapılan yeşillendirme çalışmaları ile neredeyse diğer büyük kamu kurumları ile beraber kentlerin en önemli açık-yeşil alanlarını oluşturmaktadırlar. Bununla beraber üniversite yerleşkelerinin iklime dirençli duruma getirilmesine yönelik çalışmalar yeterli sayıda olduğunu söylemek zordur.

Son yıllarda gündeme gelen iklim değişikliği senaryolarına karşı yerleşkeleri daha dirençli duruma getirmeye yönelik araştırma, toplantı, yönetimlerce bu kavrama yönelik alt birimler oluşturulmakta, çalıştaylar düzenlenmektedir. Bu kapsamda 31 Temmuz - 4 Ağustos (2023) tarihleri arasında Doç.Dr. Mustafa Artar tarafından TÜBİTAK destekli bir çalıştay ile değişik üniversitelerden akademisyenler ve öğrencilerin katılımı ile Atatürk Üniversitesi ev sahipliğinde 'İklim Değişikliği ve Dirençli Kentler için Yeşil Altyapı Tasarımı' konulu bir çalıştay düzenlenmiştir. Çalıştay sonunda yeşil cephe, çatı bahçesi, biyohendek ve yağmur hasadı bahçesi oluşturulmasına yönelik uygulamaya geçirilebilecek tasarımlar oluşturularak, sonuç ürünleri rektörlük makamı ile paylaşılmıştır.

İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Yeşil altyapı Uygulamaları kapsamında yerleşkede yağın yağmur sularının yüzey akışını engellemeye yönelik bitkilendirme yanısıra geçirimli sert yüzeyler uygulaması başarılı bir çalışma olarak örnek oluşturmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. İTÜ Ayazağa Yerleşkesi (Anonim, 2024j)

Atatürk Üniversitesi'nde Prof.Dr. Hasan Yılmaz ve çalışma ekibi tarafından değişik tarihlerde tasarım ve uygulaması gerçekleştirilen Atabotanik ve hobi bahçeleri ile merkez yerleşkede doğal bitkilerle (*Betula verrucosa*, *Pinus slyvestris*) oluşturulan rekreasyon alanları, yeşil koridor uygulaması ile ekolojik, ekonomik, estetik ve rekreasyonel yararlar yanında yerleşkenin iklim değişikliğe karşı direncinin artırılması hedeflenmiştir. Aynı araştırmacı tarafından Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi merkez yerleşkesinde ise 100 dönümlük bir alanın peyzaj tasarım ve uygulaması gerçekleştirilmiş, bu alan içinde oluşturulan 10 dönümlük gölet ile rekreasyonel fırsatlar yanısıra, yerleşkenin sulanması, yağmur suyunun toplanması, serinletme etkisi, faunaya katkı sağlama gibi işlevsel özelliklerinden yararlanılmaktadır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Üniversite yerleşkelerinde yeşil altyapı örnekleri (Atabotanik, Ağrı İbrahim Çeçen Üniv., İTÜ)

Bu çalışmada Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesi'nin iklim değişikliğine karşı duyarlılığını belirleyerek, değişik yeşil altyapı öneri senaryoları ile yerleşkenin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dirençli duruma getirilebilmesi amacı ile yeşil altyapı senaryoları üzerinde durulmuştur. Çalışma kampüsleri iklim değişikliğiyle daha uyumlu hale getirecek planlama politikalarını etkileyebilecek bir analiz sunmak amacıyla, yeşil altyapı ve iklim dostu tasarım parametreleri doğrultusunda planlama stratejilerinin sistematik bir incelemesini sunarak, dirençli kampüs ve kentsel ısı adasının kentsel form ve peyzajla ilişkisine odaklanmaktadır. Araştırmada;

-Yerleşkenin mevcut yeşil altyapı sistemi iklime dirençli midir?

-Yerleşke yeşil altyapı sistemleri ile iklime dirençli duruma getirilebilir mi? hipotezlerine cevap aranmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmanın materyalinin Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesi oluşturmaktadır.

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi; 11 fakülte, 4 enstitü, 4 yüksekokul, 12 meslek yüksekokulu, 12 araştırma merkezi ve 23.829 öğrencisi ile ülkemizin ve özellikle bölgemizin parlayan bilim merkezidir. Yalnızbağ Yerleşkesi'nin toplam alanı 1.965.959,0 m<sup>2</sup>, yapısal alanlar hariç peyzaj bakım alanı ise 198 bin m<sup>2</sup> 'dir. Kampüsten yararlananlar; akademisyenler, kampüste eğitim gören öğrenciler, idari personel, misafirler, kampüste açıköğretim sınavına ve ÖSYM tarafından yapılan sınavlara gelen kişiler faydalanmaktadır. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesi'nin dağılımı verilmiştir Şekil 7'da.





**Şekil 7.** Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yanlızbağ yerleşkesi

Tarım arazisi yerine, kampüsün bulunduğu yer bir taşkın yatağıdır. Erzincan İli, dört belirgin mevsimi, dağlarının yönelimi ve çok sayıda formasyon deseni sayesinde çok çeşitli bir bitki örtüsüne sahiptir. Özhatay (2006)'a göre, Anadolu Haçı (Anadolu Köşegeni olarak da bilinir) ile Avrupa-Sibiryaya ve İran-Turan fitocoğrafik alanlarının bulunduğu yerde yer almaktadır. 39 02'–40 05' kuzey enlemi ile 38 16'–40 45' doğu boylamı arasında yer alan Erzincan, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nün bir parçasıdır. Bölgede en yüksek ortalama sıcaklık Ağustos ayında (32 °C) görülürken, en düşük ortalama sıcaklık Ocak ayındadır (-6,9 °C) (MGM, 2022).

Kampüs genelinde, sahanın toprak yapısına uygun bitki türlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen analiz sonuçlarında ph hafif alkali, organik maddece çok az özellik gösteren bir toprağa sahiptir.

## 2.2. Yöntem

### Çalışma yöntemi;

İklim değişikliği, dirençli kentler ve yeşil altyapı uygulamaları hakkında gözlemler yapılmıştır (WUR GreenMetric sürdürülebilirlik sıralamasında arka arkaya beşinci kez dünyanın en sürdürülebilir üniversitesi seçilen Wageningen Üniversitesi ve Araştırma Merkezi, Van Hall Larenstein Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi, İTÜ Ayazağa Yerleşkesi ve diğer alanlar). Yerleşkenin mevcut fiziki dokusunun iklim değişikliğine karşı duyarlılık durumu değerlendirilmiştir. Yağan yağmur suyunun yerleşkedeki hareketleri gözlemlenmiştir(eğim durumu, toprağın yapısı, yol, teras, meydan, otopark, yapı yüzeyleri gibi sert zemin uygulamaları). Yağan yağmur suyunun toplanabileceği

veya yavaşça filtre olabileceği yeşil alan, yol ağaçlandırılmaları, koruluklar ve doğal bitki türü kullanımı gibi yeşil altyapı sistemleri analiz edilmiştir.

Yerleşkeyi iklim değişikliğine karşı duyarlı duruma getirilebilecek yeşil altyapı senaryoları üzerinde durulmuştur. Bu amaçla sorun giderici yeşil altyapı önerileri ve uygulamaya yönelik tasarım geliştirilerek değerlendirmeye gidilmiştir.

### 3. Araştırma Bulguları

#### 3.2. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinin İklim değişikliğe karşı duyarlılığı/sorun tanımlama

Geçirgen, taşlı ve suyu tutmaya engel olan toprak yapısının olması, aşırı güneşleme ile buharlaşmanın fazlalığı/bakı, bina yüzeylerinden yansıyan sıcaklık, aşırı rüzgara maruz kalması ile buharlaşma ve bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesi, eğim fazlalılığı nedeniyle yağın yağmur ve kar sularının alandan hızla uzaklaşması, zeminin dereyatağı olmasından dolayı kent geneli kıyasla otomatik sulama sisteminde süre olarak yaklaşık 3 kat daha fazla sulama yapılması, ulaşım, meydan, teras gibi sert yüzeylerden su kaybı, yapı çatı ve teraslarının bitkilendirmelerinin olmayışı, alanda kullanılan bitki örtüsünün henüz üst çatı oluşturmamış olması/bitkilerin küçük olması, yeşil alanların sulanmasına harcanan enerji ve işgücü, maliyet vb gibi sorunları mevcuttur



Şekil 8. Kampüsün toprak ve arazi yapısı

#### 3.3.Yerleşkenin iklim değişikliğine duyarlı duruma getirilmesine yönelik öneri yeşil altyapı senaryoları



### 3.2.1 Kurağa dayanıklı bitki türü kullanımı

Yerleşkede yeşil alanlar tasarlanırken 5-10 ağaç dışında tasarımda kullanılabilecek tek bir bitki bulunmamaktaydı. Prof. Dr. Hasan YILMAZ'ın projelerin hazırlanması ve Öğretim Görevlisi Gökhan ASKAN'ın yönetimi ile 2010- 2022 yılları arasında bitki dikimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 9).



**Şekil 9.** Kampüs alanı içerisinde 2010-2022 tarihleri arasında bitkilerin toprakla buluşturulması

Bitkilendirme çalışmalarında kullanılan bitki türleri farklı çalışmalardan yararlanılarak tespit edilmiş olup toplam 72 takson olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılacak çim ve bitki türlerinin tespiti, su isteklerinin belirlenmesi, doğallık durumu Güngör vd. (2002), Tunçay vd. (2013), Anonymous (2019) ve Yücel (2005)' in kaynaklarından faydalanılmıştır.

**Çizelge 1.** Kampüste tespit edilen bitki türleri ve su istekleri

Sıra no	Bitkinin Türü	Doğallık durumu	Familyası	Türkçe İsmi	Su isteği
1	<i>Acer platanoides</i> 'Crimson king'	-	Aceraceae	Kırmızı yapraklı Akçaağaç	<b>Orta</b>
2	<i>Acer platanoides</i> 'Globosum'	-	Aceraceae	Top Akçaağaç	<b>Orta</b>
3	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	+	Hippocastanaceae	Beyaz çiçekli at kestanesi	<b>Orta</b>
4	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle.	+	Simaroubaceae	Kokar ağaç	<b>Az</b>
5	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch	-	Vitaceae	Amerikan sarmaşığı	<b>Çok</b>
6	<i>Beddlea davidii</i> Franch.	-	Buddleiaceae	Kelebek çalısı	<b>Orta</b>
7	<i>Berberis thunbergia</i> 'Atropurpurea'	-	Berberidaceae	Kırmızı yapraklı kadın tuzluğu	<b>Az</b>
8	<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	+	Betulaceae	Huş	<b>Orta</b>
9	<i>Betula pendula</i> Ehrh.	+	Betulaceae	Huş	<b>Orta</b>
10	<i>Buxus sempervirens</i> L.	+	Buxaceae	Adi şimşir	<b>Az</b>
11	<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem..	-	Bignoniaceae	Acem borusu	<b>Orta</b>
12	<i>Cupressus x leylandii</i> A.B.Jacks. & Dallim..	-	Cupressaceae	Leylandi	<b>Orta</b>
13	<i>Cupressus ocyparis leylandii</i> 'gold rider'	-	Cupressaceae	Sarı leylandi	<b>Orta</b>
14	<i>Cupressus arizonica</i> 'Glauca'	-	Cupressaceae	Mavi servi	<b>Az</b>
15	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	-	Bignoniaceae	Katalpa	<b>Orta</b>
16	<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	+	Pinaceae	Toros sediri	<b>Az</b>
17	<i>Cornus alba</i> L.	+	Cornaceae	Kızılcık	<b>Orta</b>
18	<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	+	Anacardiaceae	Boyacı sumacı	<b>Az</b>
19	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne.	-	Rosaceae	Yatik kotenaster	<b>Az</b>
20	<i>Crataegus laevigata pauls</i> 'Scarlet'	-	Rosaceae	Pembe çiçekli süs Aliç	<b>Az</b>
21	<i>Crataegus lavalleyi carrierei</i>	+	Rosaceae	Beyaz çiçekli süs Aliç	<b>Az</b>
22	<i>Cydonia japonica</i> Mill.	-	Rosaceae	Japon ayvası	<b>Orta</b>

23	<i>Deutzia scabra</i> Thunb.	-	Hydrangeaceae	Havlu püskülü	<b>Az</b>
24	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	+	Elaeagnaceae	İğde	<b>Az</b>
25	<i>Evonymus japonica</i> L.	-	Celastraceae	Japon taflanı	<b>Az</b>
26	<i>Euonymus alatus</i>	-	Celastraceae	Yanar çalı	<b>Az</b>
27	<i>Forsythia x intermedia</i>	-	Oleaceae	Altın çanı	<b>Az</b>
28	<i>Fraxinus exelsior</i> L.	+	Oleaceae	Boylu diş budak	<b>Orta</b>
29	<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	-	Leguminoseae	Glediçya	<b>Az</b>
30	<i>Gleditsia triacanthos</i> 'Sunburst'	-	Leguminoseae	Sarı yapraklı glediçya	<b>Az</b>
31	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	-	Malvaceae	Ağaç hatmi	<b>Az</b>
32	<i>Juglans regia</i> L.	+	Juglandaceae	Ceviz	<b>Orta</b>
33	<i>Juniperus horizontalis</i> Moench.	+	Cupressaceae	Yaygın ardıç	<b>Az</b>
34	<i>Juniperus sabina</i> L.	+	Cupressaceae	Sabin ardıcı	<b>Az</b>
35	<i>Laburnum anagyroides</i> L.	-	Papilionaceae	Adi sarı salkım	<b>Orta</b>
36	<i>Lavandula angustifolia</i>	-	Lamiaceae	Mor çiçekli lavanta	<b>Orta</b>
37	<i>Juniperus virginiana</i> L.	-	Cupressaceae	Kurşun kalem ardıcı	<b>Az</b>
38	<i>Ligustrum japonicum</i> L.	-	Oleaceae	Japon kurtbağrı	<b>Az</b>
39	<i>Lonicera periclymenum</i> L.	-	Caprifoliaceae	Hanimeli	<b>Orta</b>
40	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	-	Berberidaceae	Sarı boya çalısı	<b>Az</b>
41	<i>Malus x purpurea</i> 'Eleyi' L.	-	Rosaceae	Süs elması	<b>Orta</b>
42	<i>Morus alba</i> L.	+	Moraceae	Dut	<b>Orta</b>
43	<i>Morus alba</i> 'Pendula' L.	+	Moraceae	Ters dut	<b>Orta</b>
44	<i>Picea orientalis</i> L.	+	Pinaceae	Doğu ladini	<b>Orta</b>
45	<i>Picea pungens glauca</i> 'Globosa nana'	-	Pinaceae	Bodur mavi ladin	<b>Orta</b>
46	<i>Picea pungens</i> 'Hoopsi'	-	Pinaceae	Mavi ladin	<b>Orta</b>
47	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	+	Pinaceae	Halep çanı	<b>Az</b>
48	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+	Pinaceae	Sarıçam	<b>Az</b>
49	<i>Pinus mugo</i>	-	Pinaceae	Dağ çanı	<b>Az</b>
50	<i>Populus alba</i> L.	+	Salicaceae	Ak kavak	<b>Çok</b>
51	<i>Platanus orientalis</i> L.	+	Platanaceae	Doğu çınarı	<b>Orta</b>
52	<i>Prunus cerasifera</i> Ehr h..	+	Rosaceae	Kırmızı yapraklı erik	<b>Orta</b>
53	<i>Prunus domestica</i> L.	-	Rosaceae	Erik	<b>Orta</b>

54	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	+	Rosaceae	Kırmızı meyveli ateş diken	<b>Az</b>
55	<i>Pyrus calleryana</i>	-	Rosaceae	Süs armut	<b>Orta</b>
56	<i>Robinia hispida</i> L.	-	Leguminosae	Pembe çiçekli akasya	<b>Az</b>
57	<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Acacia' L.	-	Leguminosae	Beyaz çiçekli akasya	<b>Az</b>
58	<i>Robibia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera' L.	-	Leguminosae	Top akasya	<b>Az</b>
59	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	-	Leguminosae	Yalancı akasya	<b>Az</b>
60	<i>Rosa sp.</i>	+	Rosaceae	Gül	<b>Orta</b>
61	<i>Rosa canina</i> L.	+	Rosaceae	Kuşburnu	<b>Az</b>
62	<i>Rosa meilland</i>	-	Rosaceae	Meyland gül	<b>Orta</b>
63	<i>Rosa rampicanti</i>	-	Rosaceae	Çardak gülü	<b>Orta</b>
64	<i>Salix babylonica</i> L.	+	Salicaceae	Ak söğüt	<b>Çok</b>
65	<i>Salix matsudana</i> Koidz.	+	Salicaceae	Helezoni söğüt	<b>Çok</b>
66	<i>Spiraea x wanhouttei</i>	-	Rosaceae	Keçi sakalı	<b>Az</b>
67	<i>Syringa vulgaris</i> L.	+	Oleaceae	Adi leylak	<b>Orta</b>
68	<i>Thuja orientalis</i> 'Pyramidalis aurea' L.	-	Cupressaceae	Altuni mazı	<b>Orta</b>
69	<i>Thuja orientalis</i> 'Aurea nana' L.	-	Cupressaceae	Top mazı	<b>Orta</b>
70	<i>Thuja orientalis</i> L.	-	Cupressaceae	Doğu mazısı	<b>Orta</b>
71	<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	+	Tiliaceae	Gümüşü ıhlamur	<b>Orta</b>
72	<i>Tilia cordata</i> Mill.	-	Tiliaceae	Kokulu ıhlamur	<b>Orta</b>

Kullanılan bitki taksonlarının su istekleri bakımından yapılan analizleri sonucunda %44 su isteği az, %50 orta ve %6 su isteğinin fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 10). Kullanılan bitki türlerinin % 40 doğal, %60 doğal olmayan tür olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 10.** Tespit edilen bitkilerin su istekleri

Kampüs alanı içerisinde çim alanlarında kullanılan türler; % 20 Lolium perenne, %15 Festuca rubra rubra, %25 Festuca rubra commutata, %10 Festuca ovina, % 20 poa pratensis kullanıldığı tespit edilmiş ve çimlerin su isteği Şekil 11’de verilmiştir.



**Şekil 11.** Kullanılan çim karışımlarının su isteklerini

Su kullanımını azaltmak, dünyanın birçok bölgesinde su kıtlığını hafifletme şansı sunan kuru peyzaj stratejisinin bir faydasıdır. Sovocool ve Morgan (2005)’e göre, kuru peyzaj kriterini izleyen bir tasarımla 1 m<sup>2</sup>’lik yeşil alan dikmenin 2271 litre su tasarrufu sağlayacağı tahmin edilmektedir. Korkut ve ark., (2017) ve Kahveci ve ark., (2018)’e göre, dikim tasarımı çalışmaları, dikim yoluyla ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için geniş çim alanları ve mevsimlik çiçek tarhları yerine doğal yapı ve minimum bakım için ideal olan çok yıllık, doğal bitki türlerine öncelik vermelidir. Yabani türlerin biyolojik çeşitliliği korumada oynadığı ekolojik rolün bir sonucu olmaktadır (Chan ve ark., 2014).

Türkiye’de bitki çeşitliliği her tarafa homojen olarak dağılmayıp, bazı alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu alanlardan birisi de Erzincan ve çevresidir. Erzincan aynı zamanda 7 Önemli Bitki Alanını da içinde bulundurmaktadır (Kandemir, 2019;Şenkul ve Kaya, 2017).

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Erzincan, çeşitli jeolojik yapısı, dalgalı topografyası (850 ila 3550 metre arasında), farklı yerel iklimleri, İran-Turan Bölgesi'nin bir parçası olarak fitocoğrafik sınıflandırması, Avrupa-Sibirya Flora Bölgesi'ne yakınlığı ve hem tür izolasyonunu hem de dağılımını kolaylaştıran Anadolu Diyagonalı üzerindeki stratejik konumu nedeniyle çeşitli bir flora yelpazesine sahiptir. Kandemir ve ark., (2019)’a göre Erzincan'a özgü yaklaşık altmış tür vardır.

Bu da kampüsün mevcut hali ve yapılması planlanan alanlarda doğal tür kullanım potansiyelini artırmaktadır. Kampüs alanının yaklaşık 2/3 kısmı tamamlanmıştır. Yerleşkede 1/3 lük kısımda uygulanacak bitkisel tasarımlarda %50 olan su isteği az bitki türü kullanımını maksimum seviyeye çıkarılabilecek iklim ve tür çeşitliliğine sahiptir. Buda kampüsün etkin kullanımını açısından önem arz etmektedir.

Kampüste yürütülecek olan peyzaj çalışmalarında iklim değişikliği senaryolarına uygun doğal bitkilerin seçilmesi suyun kullanımını kampüste 3 kat azaltacaktır. Buda kampüste 200 dönüm bakımı yapılan alan içerisinde suyun etkin kullanılmasına fayda sağlayacaktır.

### 3.2.2. Yapı yüzeyi bitkilendirmesinin artırılması

Kentsel bölgeler, beton ve asfalt gibi geçirimsiz sert yüzeyler tarafından daha da kötüleştirilen ısı adası etkisiyle büyüyen bir sorun yaşıyor. Reflektörler olarak kuru duvarlar, çatılar ve sokaklar sert yüzeylerden gelen enerjinin bir kısmını alır ve bir kısmını geri verir. Kubbelere benzeyen ve şehri saran ısı adaları, güneş battıktan sonra oluşur ve gün boyunca sert yüzeyler tarafından toplanan ısıyı serbest bırakır. Bu oluşumun sonucu olarak metropoldeki diğer soğuk kırsal bölgelerde sıcak noktalar gelişir (Barış ve ark., 2003).

Erdoğan ve Khabbazi (2012)’e göre, bina yüzeylerine bitkilendirme, binaları korumak, iklim etkilerini insanlara daha uygun hale getirmek, çevre koşullarını iyileştirmek, belirli çevresel sorunları hafifletmek ve hem kentsel hem de tek yapı ölçeklerinde estetik ve görsel değerler sunmak gibi bir dizi amaca hizmet ettiği için kentsel ekolojiye önemli ölçüde katkıda bulunur.

Şu an itibariyle, kentsel bir alana yeşil çatılar eklemek biyolojik çeşitliliği artırmaya yönelik daha büyük bir çabanın parçası olabilir. Yeşil çatıların biyolojik çeşitliliği, sulak alanlar veya yağmur ormanları gibi doğal yaşam alanlarının ekolojik öneminin yerini alamamalarına rağmen küresel olarak kabul edilmektedir (Erkul, 2012). Ayrıca, kuşlar, böcekler, yerel flora



ve nadir veya nesli tükenmekte olan türler yeşil çatılarda bir yuva bulabilir. Çatı bahçeleri kentlerde;

- Ekolojik,
- Ekonomik
- Sosyal faydaları bulunmaktadır.

Yapı yüzeyiyle alakalı UI GreenMetric Dünya Üniversite Sıralamasında 2023 yılı en iyi üniversitelerinden Wageningen Üniversitesinde yapı yüzey bitkilendirme örnekleri (Şekil 12).



**Şekil 12.** Wageningen Üniversitesinde yapı yüzey bitkilendirme (G.Askan)

Çalışma alanında bulunan tüm binalarda yapı yüzeylerinde bitkilendirme bulunmamaktadır. Kampüste uygulanabilecek yapı yüzey bitkilendirilmesi yapılacak binalar (Şekil 13).





**Şekil 13.** Kampüste uygulanabilecek yapı yüzey bitkilendirilmesi yapılacak binalar(G.Askan)

Bina ve duvar yüzeylerini bitki örtüsüyle kaplı canlı duvar sistemleriyle bitkilendirmek ve yeşil cepheleri vurgulamak yeni inşaat yöntemlerinin mükemmel örnekleridir. Canlı duvar sistemlerinin sayısız faydaları arasında biyolojik çeşitliliği ve ekolojik değeri artırmak, kentsel ısı adası etkisini azaltmak, hava kalitesini iyileştirmek, hem iç hem de dış mekanlarda konfor sunmak, yalıtım sağlamak ve şehir sakinlerinin psikolojik ve sosyal refahını artırmak yer alır (Yüksel, 2013).

Dikey bahçelerde kullanılan türler, duvarın yerleşimine, güneş ışığının bahçeye girdiği yöne ve yerel sıcaklık verilerine bağlı olarak değişir. Bitkileri seçerken akılda tutulması gereken önemli bir nokta, herdem yeşil bitkilerin genellikle güneşli, gölgeli veya yarı gölgeli yerleri sevmesidir; ayrıca sıcaklık arttığında daha fazla çiçek açarlar.

Mevsime uygun renk tonlarının kullanımıyla yeşil cepheler çeşitli kentsel görünümler sağlayabilir. Yaprakları, dalları ve çiçekleriyle oluşturulan renklerle dikey bahçeler bina cephelerine doğal bir şekil verir. Aygencel'e (2011) göre dikey bahçeler kentsel büyümenin getirdiği açık ve yeşil alan kaybını telafi etmeye yardımcı olabilir.

Kampüs yapı yüzeylerinde; Hedera helix, Campsis radicans, Lonicera caprifolium, Passiflora coerulea, Rosa rampicanti, Wisteria floribunda, Passiflora incarnata, Vitis sp., Parthenocissus quinquefolia iklim koşullarına uygun olan bu türler dikey bahçelerde kullanılabilir.

Doğal bitki örtüsünün, özellikle de yerli türlerin zenginliği söz konusu olduğunda, Erzincan Türkiye'nin en önemli bölgelerinden biridir. Kayıtlar, ilin doğal dağılıma sahip 2500'den fazla taksona ev sahipliği yaptığını göstermektedir. Bu bitkilerden, yüksek peyzaj değeri ve iklim değişikliğine duyarlı bitkiler tespit edilecek; bu bitkiler dikey bahçe dikimi ve çatı bahçeleri için bir kaynak görevi görecektir.

### 3.2.3. Yağmur hasad bahçelerinin oluşturulması

Kentsel binalardaki çatılar gibi toplama alanlarından su toplayarak, endüstrinin, tarımın ve evlerin ihtiyaçlarını karşılama ve mevcut su kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle suyu koruma sürecine yağmur suyu hasadı denir (Aladenola ve ark., 2010; Worm ve Hattum, 2006). Düşen yağmur suyunun yalnızca yüzde otuzu yeraltı suyuna karışırken, diğer yüzde yetmişi israf edilir.

Araba yolları, kaldırımlar, konut çatıları ve otoparklar gibi açık alanlardan borularla toplanan yağmur suyu, temizlik, araba yıkama, bahçe sulama sistemleri ve tuvalet sarnıçları gibi kullanımlar için depolanmadan önce filtrelenir (Eren ve ark., 2016; Rainwater, 2016).



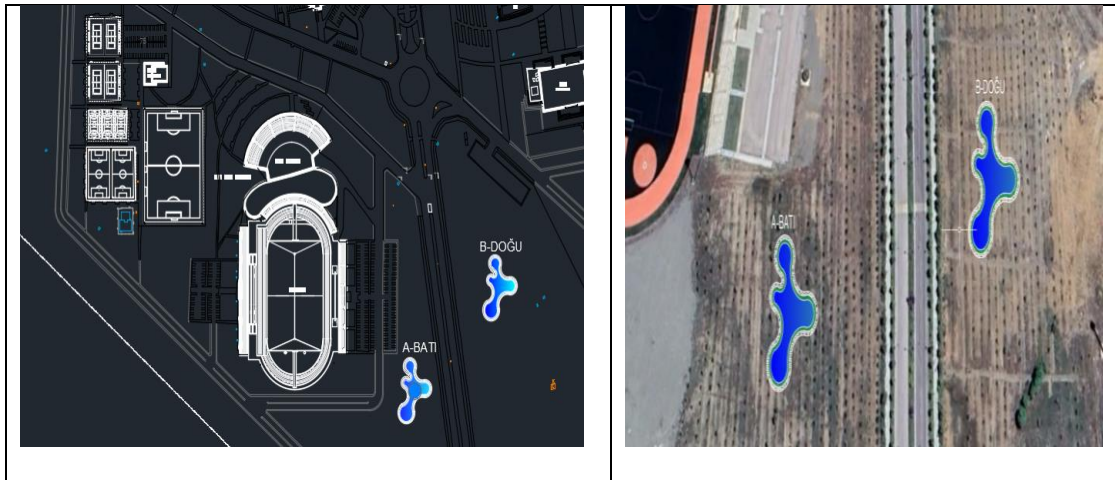
**Şekil 14.** Van Hall Larenstein Uygulamalı Bilimler Üniversitesi kampüsünde yer alan yağmur hasad bahçesi (G.Askan)

Üniversitemizin planlama sürecinde yağmur suyu hatları oluşturulmuştur. Ancak bu hatlar, yalnızca aşırı yağışların kampüsten uzaklaştırılması amacıyla tasarlanmış olup, kampüsteki tüm yağmur suları kampüsün dışındaki güney kısmındaki bir alana yönlendirilmektedir (Şekil 15). Kampüs alanı içerisinde bulunan yağmur suyu hatlarının yerleri belirlenmiş olup AutoCAD ortamında kampüs planı üzerine işlenmiştir (Şekil 16);

<b>EBYÜ YALNIZBAĞ YERLEŞKESİNDE BULUNAN YAĞMUR SUYU HATLARI</b>		
Yağmur suyu hatları 		
		

**Şekil 15.** Kampüs alanı içerisinde yer alan yağmur suyu hatlarının yeri ve alan içerisindeki yerleri

Kampüsün A-Batı ve B-Doğu ağaçlandırma sahalarına yönelik iki adet yağmur suyu hasadı bahçesi projesi AutoCADte hazırlanmıştır. Bu alanların toplam büyüklüğü 1250 m<sup>2</sup> olup, derinlikleri 1,5 metre olarak belirlenmiştir. Bu sayede toplamda 1875 m<sup>3</sup> su tutulumu sağlanacaktır. Kampüsün günlük su ihtiyacının yaklaşık 1/3 bu alanlardan sağlanarak bitkilerin sulanmasında kullanılabilir. Bu durum, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinin azaltılmasına ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır. Yağmur hasad bahçeleri kampüsteki yerleri Şekil 16'de verilmiştir. Oluşturulacak bu hasad bahçesi kampüste bulunan yaklaşık 12.000 adet bitkinin sulanmasına olumlu katkı sağlayacaktır.

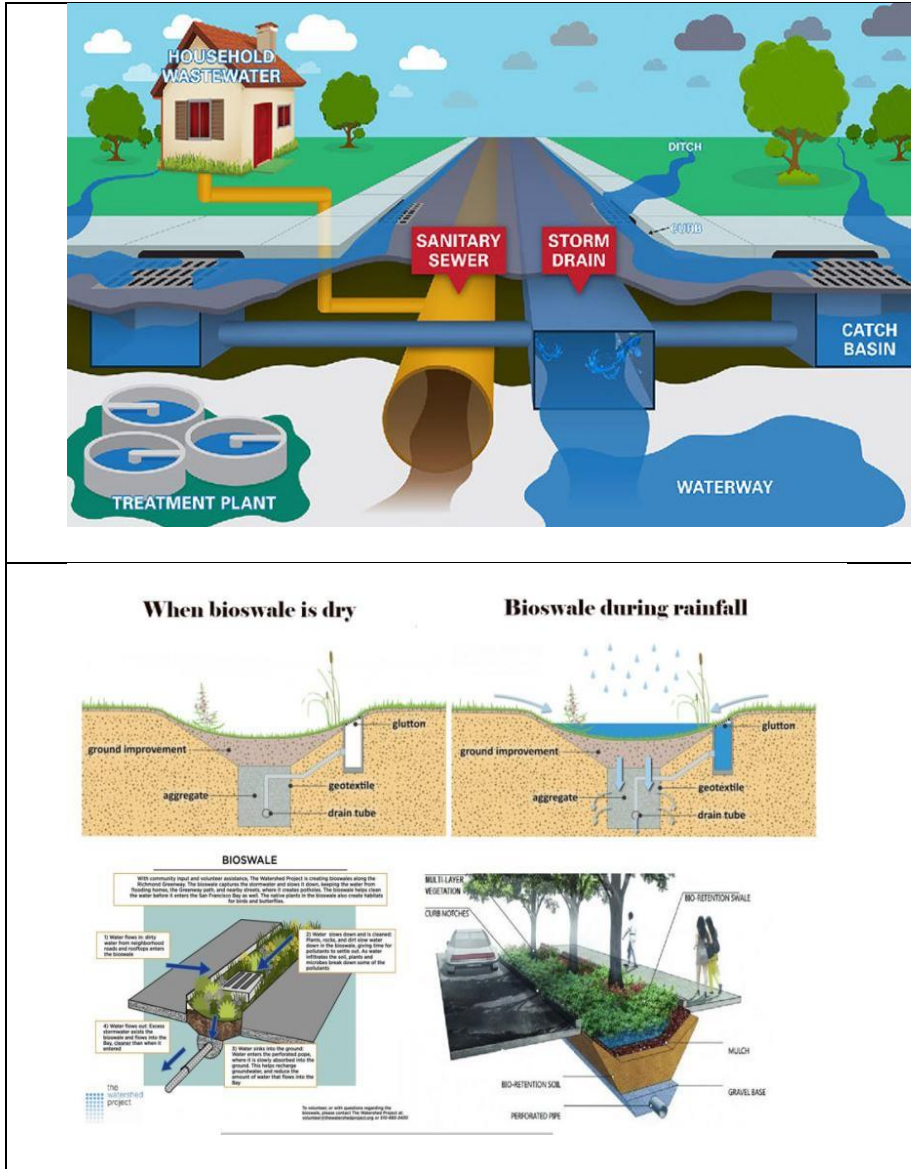


**Şekil 16.** Yağmur hasad bahçeleri, AutoCAD çizimleri ve planlanan alanlar (A-BATI VE B-DOĞU)



### 3.2.4. Biyohendeklerin oluşturulması

Yeşil altyapı, sağladığı faydaların yanı sıra, iklim değişikliği ve kentleşmenin neden olduğu pik sıcaklıkların azaltılmasında ve dolayısıyla kentsel ısı adası etkisinin kabul edilebilir seviyelere indirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Yiğit ve ark., 2015). Yeşil altyapı uygulamaları arasında yağmur hendekleri, yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, yeşil duvarlar, sızdırma hendekleri, gözenekli kaplamalar ve süzme (filtre) şeritleri bulunmaktadır. Bu uygulamalar Şekil 17’de gösterilmektedir.



Şekil 17. Bioswale/bio-hendek/yağmur bahçeleri uygulaması (Anonim, 2024i)

Kampüs alanı içerisinde biyo-hendeklerin yapılabilecek alanlar;



**Şekil 18.** Kampüs alanı içerisinde biyo-hendeklerin yapılabilecek alanlar(G.Askan)

Bu alanlara Bioswale/bio-hendek/yağmur bahçeleri uygulamalarıyla yağmur suyunu iyi drene etmek, toprağın neminin kaybedilmemesinin sağlanması, biyoçeşitliliğe katkı sağlaması, yollarda göllenmeler azaltılması ile suların etkin doğru kullanılması sağlanacaktır. Geçirgenliği yüksek olan kampüsün yüzey akışı engelleyerek bitkilerin kök bölgelerinin nemli kalması sağlanacaktır.

### 3.2.5. Bitkilerin su tüketimini azaltıcı yöntemlerin geliştirilmesi

Ekolojik sistemleri korumak ve gelecek nesillerin su kaynaklarını kayıplara uğramadan kullanabilmelerini sağlamak için sürdürülebilir kampüslerde su yönetimi, kurumun talepleri ile bu temel kaynağın korunması arasında denge sağlanmalıdır (Ongan, 2014). Kampüs içinde



kullanılan su kaynaklarının planlı ve programlı büyümesi, dağıtımı ve kullanımı, uygun su tasarrufu ve yönetiminin bir ifadesidir (Kayapınar ve ark., 2018).

Kampüs alanı içerisinde yer alan çim yüzeylerinin otomatik sulama sistemi ve selenoid sistemle sulanmaktadır. Ağaç korulukları ise damlama ve fiskiye sistemi kullanılmaktadır. Kampüs alanı içerisinde kullanılan sulama sistemleri (Şekil 19);



**Şekil 19.** Kampüste uygulanan sulama yöntemleri(G.Askan)

Kampüslerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, su verimliliği çözümleri geliştirme, kuru peyzajları tercih etme, yağış toplama ve sulama havuzları kullanma ve atık yönetimi gibi önemli kaygılar, su, atık ve enerji yönetimi parametreleri altında tanımlanmıştır. Aklanoğlu (2009)'a göre, azaltılmış çim yüzeyleri ve düşük su gereksinimi olan bitki türleri çöl peyzaj tasarımları için esastır. Dahası, enerji verimli peyzaj tasarımları, yağıştan, su yüzeylerinden, yüzey formlarından ve malzeme kalitelerinden türetilen unsurları kullanan sürdürülebilir peyzaj tasarımlarıdır. Su tasarrufu için, bitki peyzajları tasarlarken az bakım gerektiren ve kampüs ortamlarına uygun dayanıklı bitkileri kullanmak kritik öneme sahiptir (Ünal Çilek, 2023).

Yağmur suyu, bitkilerin altındaki çakıl, toprak ve kum kirleticileri filtrelediği için yeşil çatı uygulamalarında toplanır ve yeniden kullanılır. Çamaşırhane operasyonları toplanan yağmurdan faydalanabilir. Yağmur suyu kullanıldığında çamaşır odalarında su

yumuşatıcılarına gerek yoktur. Temizlik prosedüründe kullanılan kimyasalların miktarını azaltır veya ortadan kaldırır.

Yeşil çatı teknolojisi kullanılarak yağmur suyu toplanabilir ve çatılardan arıtılabilir. Bitkiler yapraklarının altında suyu kum, çakıl ve topraktan filtreleyerek yağmurdan mineralleri emer. Bu, yağmur suyunun daha etkili bir şekilde kullanılmasını mümkün kılar (Meade ve Morel, 1999).

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üniversiteler, günümüzün gelişmekte olan toplumlarında çevresel dengeyi korumak için araştırma ve uygulamalar yoluyla toplumun sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunmalıdır (Ç.Y.Ü.R, 2009). Üniversiteler, sürdürülebilir kampüs yönetimini sağlamak için yağmur yönetimi, gri su sistemleri ve içme suyuyla ilgili gelişmeler gibi kampüs planlaması parametreleri dahilinde su kaynaklarını dikkate alan sürdürülebilir su yönetim planına sahip olmalıdır.

Kentlerin iklim değişikliğine uyum sağlama çabaları, iklim sorununun onları ne kadar etkilediğinin bir sonucu olarak giderek daha da önemli hale geliyor. Açık kentsel yeşil alanlar, bu çabaların başarılı olması için sahip olması gereken kritik bir bileşendir. Kentsel yeşil alanlar, uygun ve doğru bir şekilde planlandıklarında kentin iklimini kontrol etmede etkilidir. Kentsel ısı adası etkisini azaltmada önemli bir etkiye sahiptirler. Ancak kentler büyüdükçe ve yoğunlaştıkça, inşaat ve betonlama nedeniyle daha az kentsel yeşil alan vardır.

Kampüsün yüzey kaplamaları ve yollarının arazi iyileştirmeleri ile ilişkisinin incelenmiştir. Geçirgen yüzey kaplamasının öncelikle otoparkların yüzeylerine ve kampüsü çevreleyen araç yollarının küp taş kaplamalı kaldırımlarına uygulanması önerilmektedir. Bu açıdan bakıldığında, kampüs arazisinde uygulanacak en eksiksiz ve etkili uygulama geçirgen yüzey kaplamasıdır. Çünkü araştırma kapsamında çalışmanın geleceği için düşünülen gelecekteki iyileştirme planındaki uygulamaların yüzey akışı miktarında %0,2'lik bir azalmaya yol açması öngörülmektedir. Ayrıca, kampüs alanını çevreleyen ve çevreyle temas halinde olan araç yolu bölümleri için çimenli bir yağmur suyu hendeği uygulaması oluşturulabilir. Bu işlem, yüksek yağış zamanlarında yağmur suyunun içeri sızmasını önler ve aşırı yağışın zararlı etkilerini hafifletir (Wyoming Department of Environmental Quality, 2013).

Şehirler ve kampüsler, sıcak hava dalgaları, ani seller, kentsel ısı adaları, şiddetli fırtınalar, dolu, kuraklık ve hava kirliliği gibi felakete dönüşme potansiyeli olan çeşitli olaylara dayanabilmelidir. Dayanıklılık ayrıca şehir dönüşümünün temeli olarak hizmet etmelidir.



Karbon emici bölgelerin kurulması ve korunması, akıllı ulaşım ağlarının geliştirilmesi ve yeşil planlama tekniklerinin benimsenmesinin, yerel yönetimler tarafından kararlaştırılan veya yürürlüğe konulan iklim dostu politikalardan faydalanacağı vurgulanmaktadır. Kampüs alanı içerisinde yapılacak olan yüzey bitkilendirmeleri ve çatı bahçeleri iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini hafifletmeye de katkı sağlayacaktır. Yeşil altyapı sistemleri, sürdürülebilir yeşil kampüs planlama ve tasarımının temel bir bileşenidir. Yeşil altyapı, "doğal yaşam alanlarını ve biyolojik çeşitliliği korumak, iklim değişikliği ve diğer biyosfer değişiklikleriyle mücadele etmek, daha sürdürülebilir ve sağlıklı bir yaşam sağlamak, kentsel canlılığı ve refahı iyileştirmek, önemli rekreasyon alanlarına ve yeşil varlıklara erişimi artırmak, kentsel ve kırsal ekonomileri desteklemek ve uzun vadeli planlamaya yardımcı olmak için yeşil alanların ve koridorların yönetimine katkıda bulunan, birbirine bağlı ve çok işlevli planlı yeşil alanlar ağı" olarak tanımlanmaktadır (Countryside agency, 2006).

Baykan ve Birişçi (2013) nin araştırmasına göre Kaliforniya Eyaleti'nde, su verimli kullanım prensipleri peyzaj bölgelerinde yıllık su tüketiminde %54'lük bir azalmaya ve bakım harcamalarında %50'lik bir düşüşe yol açmıştır. İklim değişikliğiyle mücadele etmek için kentsel dayanıklılığı artırmak, kentsel bir bakış açısından alınabilecek en önemli eylemdir. Kentler, değişen hava koşullarına dayanma yeteneklerini güçlendirerek, kamuoyunu bu konuda bilinçlendirerek, kentlerini değişen iklime uyarlayarak ve yeni projeler geliştirirken çevresel kaygılara öncelik vererek iklim değişikliğiyle mücadelede çok şey kazanabilirler. Kentsel dayanıklılık, kentlerin çevrelerine uyum sağlamasına, kentsel bir bakış açısından ekolojik olarak bilinçli çözümler üretmesine ve sürdürülebilirliklerini sağlayacak girişimler yaratmasına bağlıdır. Bu bağlamda, mevcut iklim mücadelesindeki kent temelli yanıtlar arasında kompakt, sürdürülebilir ve dayanıklı kentler yer almaktadır. Kentsel dayanıklılığın inşası her şeyden önce kentsel planlama gerektirir. Kentsel dayanıklılığa ulaşmanın tek yolu şehri araştırmak ve dirençliliğini ölçmektir.

Makalenin parametreleri dahilinde, dünya genelindeki sürdürülebilir kampüs örnekleri üzerine kapsamlı bir literatür incelemesi ve gözlemi yapıldı. Yağmur suyu yönetimine ilişkin üniversite politikaları tartışıldı. Yeşil çatılar, çimenli hendekler ve yağmur suyu toplama, üniversite yağmur yönetiminde kullanılan en yaygın stratejilerdi. Yağmur bahçeleri, geçirgen kaldırım teknikleri, su isteği az olan bitkilerin kullanılması ve yağmur suyu kuyusu kullanımı da vurgulandı. Makale yerleşik ve doğrulanmış sürdürülebilirlik araştırmalarına sahip kurumlarla karşılaştırılabilir ve sürdürülebilir standart sunmayı amaçlamaktadır.

Kampüsün iklim değişikliğine karşı duyarlılığının belirlenmesi ve dirençli hale gelmesi için dikkat edilecek bazı hususlar;

- Çim bölümleri, toprağın yüzeyinden ve bitkilerin yeraltı kısmından su kaybını durduracak organik ve inorganik malç malzemeleriyle değiştirilmelidir. Bunlar arasından ağaç kabuğu, çakıl, kurumuş yapraklar, çim artıkları vb. seçilebilir.
- Doğal ve su isteği az bitki ve çim türleri seçilmelidir.
- Binalara çatı bahçesi yapılarak sera gazı azaltılması sağlanmalıdır. Yağmur hatlarındaki suların boşa akması engellenerek kampüste Bioswale/bio-hendek/yağmur bahçeleri uygulamalarının yapılmalıdır.
- Sert yüzeylerde meydan gibi büyük kasa saksılarda taç yapan bitkilerin kullanılarak ısı adası oluşumunun engellenmesi sağlanmalıdır.
- Koruluklar ve rüzgar perdeleri artırılmalıdır.
- Yağmur sularının biyolojik göletlerle toplanılarak kampüsün su ihtiyacının azaltılması sağlanmalıdır.

Sert zeminlerde (teras, meydan, otopark gibi) su geçirimli zemin kaplamaları kullanılmalıdır. İklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini minimum seviyeye indirmek amacıyla mevcut kent ve kampüslerin dirençlilik durumunun belirlenmesi için yeşil altyapı senaryoları öncü ve örnek oluşturmaktadır.

**Teşekkür:** Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sunulmuştur.

### Kaynaklar

Elraouf, R. A., ELMokadem, A., Megahed, N., Eleinen, O. A., & Eltarabily, S. (2022). Evaluating urban outdoor thermal comfort: A validation of ENVI-met simulation through field measurement. *Journal of Building Performance Simulation*, 15(2), 268-286.

Akdoğan, F. (2009). ‘Geleneksel Yerleşmelerin Sürdürülebilirliği ve Ekolojik Tasarım: Konya Sille Örneği’, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aladenola, O. O., & Adeboye, O. B. (2010). Assessing the potential for rainwater harvesting. *Water resources management*, 24, 2129-2137.

Altay, V. (2012). Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Kampusu (Hatay)’nün Süs Bitkileri, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*. 2(6): 11-26.

Alves, F. M., Gonçaves, A., & del Caz-Enjuto, M. R. (2022). The Use of Envi-Met for the Assessment of Nature-Based Solutions’ Potential Benefits in Industrial Parks—A Case Study of Argales Industrial Park (Valladolid, Spain). *Infrastructures*, 7(6), 85.

Anonim, (2019). <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=a646> Erişim Tarihi: 18.11.2019.

Anonim, (2023a). <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/five-key-takeaways-from-cop27>? Erişim Tarihi: 29.05.2023

Anonim, (2023b). <https://www.kureselamaclar.org/>, Erişim Tarihi: 29.05.2023

Anonim, (2023c). <http://yesilkampus.mozaik-test.itu.edu.tr/yesil-kampus/surdurulebilir-peyzaj-anlayisi>. Erişim Tarihi: 21.07.2023.

Anonim, (2024a). <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure>

Anonim, (2024b). <https://www.asla.org/greeninfrastructure.aspx>, Erişim Tarihi: 20.09.2024.

Anonim, (2024c). <https://core.ac.uk/download/pdf/42953148.pdf>

Anonim, (2024d). <https://www.asla.org/contentdetail.aspx?id=43535>

Anonim, (2024e). <https://worldlandscapearchitect.com/ningbo-eastern-new-town-ecological-corridor-turenscape/?v=ebe021079e5a>

Anonim, (2024f). <https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/the-red-ribbon-tanghe-river-park>

Anonim, (2024g). <https://www.theseoulguide.com/cheonggyecheon-stream/>

Anonim, (2024h). <https://www.world-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/a-mother-river-recovered-qianan-sanlihe-greenway> resim ve yazı

Anonim, (2024i). <https://www.indyturk.com/node/558636/t%C3%BCrki%CC%87yeden-sesler/sel-felaketine-kar%C5%9F%C4%B1-bioswale-ve-ya%C4%9Fmur-bah%C3%A7eleri-1>

Anonim, (2024j). <https://www.memurlar.net/haber/1005753/itu-ayazaga-yerleskesi-dunyanin-en-yesil-kampusleri-arasinda.html>

Arneeth, A., Barratt D., Cassman, K., Christensen, T., Cornell, S., Foley, J., Ganzeveld, L., Thomas, H., Houweling, S., Scholze, M., Joos, F., Kohfeld, K., Manizza, M., Ojima, D., Prentice, I.C., Schaaf, C., Smith B., Tegen, I., Thonicke, K., Warwick, N. (2005). Climate and Air Quality in Hassan, R., Scholes, R. ve Ash, N., eds, *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, Island Press, Washington DC, London.

Askan, G., Yılmaz, H. (2022). *Sürdürülebilir Peyzaj Düzenleme Yaklaşımı: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinin Kurakçıl Peyzaj Açısından Değerlendirilmesi*. Planlama Ve Tasarımlarda Sürdürülebilir Yaklaşımlar (201-222), Ankara, İksad Yayınevi.

Aslan, B.G & Yazıcı, K. (2016). Yeşil altyapı sistemlerinde mevcut uygulamalar. *Ziraat Mühendisliği*, (363), 31-37.

Aygençel, M. (2011). Dikey Yeşil Sistemler, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Balany F, Muttil N, Muthukumaran S, Wong MS, Ng AWM. (2022). Studying the Effect of Blue-Green Infrastructure on Microclimate and Human Thermal Comfort in Melbourne's Central Business District. *Sustainability*, 14(15): 9057-9083.

Barış, M.E. Yazgan, M.E, Erdoğan, E. (2003). *Çatı Bahçeleri*. Saksılı Süs Bitkileri Yayınları. Ankara.

Bartesaghi-Koc, C., Osmond, P., Peters, A. (2020). Quantifying the seasonal cooling capacity of 'green infrastructure types' (GITs): An approach to assess and mitigate surface urban heat island in Sydney, Australia. *Landscape and Urban Planning*, 203, 103893

Baykan N.M. & Birişçi, T. (2013). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçesi Örneğinde Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı Yaklaşımıyla Xeriscape*, V.Süs Bitkileri Kongresi, Yalova. pp 523-528

Chan, F.K.S. & Chan, H.K. (2022). Recent research and challenges in sustainable urbanisation, Resources, Conservation and Recycling, 184(2022) 106346.

Chan, L., Hillel, O., Elmqvist T, Werner P, Holman N, Mader A, Calcaterra E (2014). *User's manual on the singapore index on cities' biodiversity (also known as the city biodiversity index)*. Singapore: National Parks Board, Singapore.

Chapin III, F.S., Dirzo, R., Kitzberger, T., Gemmill, B., Zobel, M., Vila, M., Mitchell, C., Wilby, A., Daily, G.C., Galetti, M., Laurance, W.F., Pretty, J., Naylor, R., Power, A. ve Harvell, D. (2005). *Biodiversity Regulation of Ecosystem Services in Hassan, R., Scholes, R. ve Ash, N., eds, Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Island Press, Washington DC, London.

Chatzimentor, A., Apostolopoulou, E., Mazaris, A.D. (2020). A review of green infrastructure research in Europe: Challenges and opportunities. *Landscape and Urban Planning*, 198: 103775

Countryside, Agency. (2006) . *Delivering a New Urban Fringe – Regeneration and Renewal Supplement* , London : Haymarket Publications .

Çevre Yönetiminde Üniversitelerin Rolü, (2009). *Polonya Çevre Çalışmaları Dergisi* , 18 (4), 527-531.

Erdoğan, E., Aliasghari Khabbazi, P. (2012). Yapı Yüzeylerinde Bitki Kullanımı, Dikey Bahçeler ve Kent Ekolojisi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (1): 23-27, 2013.,

Eren, B., Aygün, A., Likos, S., & Damar, A. I. (2016, November). *Yağmur suyu hasadı: Sakarya üniversitesi esentepe kampüs örneği*. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016) 3-5 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey.

Erkul, E. (2012). ‘Yeşil çatı sistemlerinin yapım açısından irdelenmesi’. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Fuller, R.A., Irvine KN, Devine-Wright P., Warren, P.H. & Gaston, K.J. (2007). Psychological benefits of green spaces increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4): 390-384.

Güngör, İ., Atatoprak, A., Özer, F., Akdağ, N., Kandemir, N. (2002). *Bitkilerin Dünyası*, NTV Yayınları, Ankara.

Hajrasouliha, A. (2017). Campus score:Measuring universty campus qualities. *Landscape and Urban Planning*, 158: 166-176.

Hepcan, Ç.C. (2019). <https://www.iklimin.org/moduller/kentmodulu-yesilaltyapi.pdf>

Hipp, J.A., Gulvadi, G.B., Alves, S., Sequeri, a S. (2016). The relationship between perceived greeness and perceived restorativeness of universty campus and student\_reported quality of life. *Environment and Behavior*, 48(10): 1292-1308.

Hodson, C.B, Sander, H.A. (2017). Green urban landscapes and school-level academiz performance. *Landscape and Urban Planning*, 160: 16-27.

Hoover, F.A., Meerow, S., Coleman, E., Grabowski, Z. & McPhearson, T. (2023). Why go green? Comparing rationales and planning criteria for green infrastructure in U.S. city plans. *Landscape and Urban Planning*. 237, 104781

IPCC (IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2022). Climate Change 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

Kahveci H, Acar C, Hergül Ö (2018) Doğu Karadeniz kıyı alanlarında yetişen perennial (çok yıllık otsu) bitkilerin peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesi. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 5 (31): 4568-4579.

Kandemir, A. (2019). *Flora ve vejetasyon, Erzincan 2019*. Erzincan Valiliği Yayını, Erzincan.

Kandemir, A., Türkoğlu, H. İ., & Yıldız, F. (2022). Erzincan (Türkiye) Florasına Dair Bazı Gözlemler ve Öneriler. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 9(1), 34-63.

Kayapınar Kaya, S., Dal, M., & Aşkın, A. (2018). Türkiye'deki devlet ve vakıf üniversite kampüslerinin sürdürülebilir-ekolojik parametreleri açısından karşılaştırılması. *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 106-125.

Kayhan, M. (2007). *Küresel iklim değişikliği ve Türkiye*. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitapçığı, 81-83.

Kendal, D, Dobbs, C, Lohr, VI. (2014). Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to support the 10/20/30 rule? *Urban Forestry and Urban Greening*, 13(3) :411-417

Korkut, A., Kiper, T. & Topal T.Ü. (2017). Kentsel peyzaj tasarımıda ekolojik yaklaşımlar. *Artium*, 5(1): 14-26.

Kuşçu Şimşek, Ç., Şengezer, B. (2012). "İstanbul Metropolitan Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", *MEGARON*, 7(2):116-128.

Lin, B.S, Lin, C.T. (2016). "Preliminary study of the influence of the spatial arrangement of urban parks on local temperature reduction", *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 348-357.

Liu, J. & Slik, F. (2021). Are Street trees friendly to biodiversity?. *Landscape and Urban Planning*, 218, 104304.

Meade, B. & Morel, P. G. (1999). Improving Water Use Efficiency In Jamaican Hotels And Resorts Through The Implementation Of Environmental Management Systems. *Journal of Contemporary Water Research and Education* pp : 39-45.

Mell, I., Allin, S., Reimer, M., & Wilker, J. (2017). Strategic green infrastructure planning in Germany and the UK: A transnational evaluation of the evolution of urban greening policy and practice. *International Planning Studies*, 22(4), 333-349.

Menteşe, E. Y., Tezer, A., & Demir, M. (2019). Mekânsal Planların Çevresel Sürdürülebilirlik Performansının Belirlenmesine Yönelik CBS Aracı Geliştirilmesi Development of a GIS Tool for the Identification of Environmental Sustainability Performance of Spatial Plans. *Planlama Dergisi*, 29(1), 33-49.

MGM, (2022). İllerimize ait genel istatistik verileri. <https://mgm.gov.tr/veri-degerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> adresinden 11.06.2022 tarihinde erişilmiştir.

Middel, A., Chhetri, N., & Quay, R. (2015). Urban forestry and cool roofs: Assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(1), 178-186.

Morpurgo, J., Remme, R.P., Bodegom PV. (2020). CUGIC: The Consolidated Urban Green Infrastructure Classification for assessing ecosystem services and biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 234, 104726

Ongan, G. (2014). 'Campus sustainability in the European Union and Turkey: Developing a holistic approach in Turkey'. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Avrupa Birliği Enstitüsü, İstanbul.

Ouyang ,W.L., Sinsel, T. , Simon, H., Morakinyo, T.E. , Liu, H.M. & Ng E. (2022). Evaluating the thermal-radiative performance of ENVI-met model for green infrastructure typologies: Experience from a subtropical climate. *Building and Environment*, 207(B): 108427

Ouyang, WL., Morakinyo, T.E., Lee, Y., Tan, Z., Ren, C. & Ng, E. (2023). How to quantify the cooling effects of green infrastructure strategies from a spatio-temporal perspective: Experience from a parametric study. *Landscape and Urban Planning*, 237, 104808

Özhatay, N. (2006). Türkiye'nin BTC Boru Hattı Boyunca Önemli Bitki Alanları', *BTC şirketi, İstanbul*, 125-127.

Parlak, E. & Atik, M. (2020). Dünyadan ve Ülkemizden Mavi – Yeşil Altyapı Uygulamaları, *Pemder Derg*, 2 / 2, 86 - 100

Peschardt, K.K., Stigsdotter, U.K. & Schipperrijn, J. (2016). Identifying features of pocket parks that may be related to healthy promoting use. *Landscape Research*, 41(1): 79-94.



Rainwater Harvesting Australia. (2016).

<https://rainwaterharvesting.org.au/#:~:text=Rainwater%20Harvesting%20is%20the%20third,houses%20have%20a%20rainwater%20tank>.

Ribeiro, P. J. G., & Gonçalves, L. A. P. J. (2019). Urban resilience: A conceptual framework. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101625.

Saygın, N. (2015). Sürdürülebilir Yağmursuyu Yönetimi ve Yeşil Altyapı Teknikleri ile Su Merkezli Bir Kentleşme. 3. *Uluslararası Su Kongresi: Sürdürülebilir Su Yönetimi*, İzmir, Türkiye.

Shashua-Bar, L., & Hoffman, M. E. (2000). Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. *Energy and buildings*, 31(3), 221-235.

Sisson, P. (2020). <https://landscapearchitecturemagazine.org/2020/10/22/american-gothic-2-0>

Sovocool, K. A., & Morgan, M. (2005). Xeriscape conversion study. *Southern Nevada Water Authority*, 93.

Srivanit, M. & Hokao, K. (2013). Evaluating the cooling effects of greening for improving the outdoor thermal environment at an institutional campus in the summer, *Building and Environment*, 66, 158-172.

Şenkul, Ç. ve Kaya, S. (2017). Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi* (69): 109-120.

Tanuwidjaja, G. (2011). *Park connector network planning in Singapore: integrating the green in the garden city*. 5th International Conference of the International Forum on Urbanism, Singapore.

Tsoka, S., Tsikaloudaki, A., & Theodosiou, T. (2018). Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications—A review. *Sustainable cities and society*, 43, 55-76.

Tunçay, H.E., Örnek, M.A, Akyol, M. (2013). Bitki VT Online Bitki Veritabanı. <http://www.bitkivt.itu.edu.tr/en/>. Erişim Tarihi: 18.11.2019

Ünal Çilek, M. (2023). Xeriscaping as a water-saving landscape design: Arizona State University Tempe Campus context. *GRID Architecture, Planning and Design Journal*, 6(2), 672-698.

Worm, J. (2006). AD43E Rainwater harvesting for domestic use (No. 43). *Agromisa Foundation*.

Wyoming Department of Environmental Quality, (2013). Urban Best Management Practices for Non-point Source Pollution. [http://deq.wyoming.gov/media/attachments/Water%20Quality/Nonpoint%20Source/Best%20Management%20Practices/2013\\_wqd-wpp-Nonpoint-Source\\_Urban-BestManagement-Practice-Manual.pdf](http://deq.wyoming.gov/media/attachments/Water%20Quality/Nonpoint%20Source/Best%20Management%20Practices/2013_wqd-wpp-Nonpoint-Source_Urban-BestManagement-Practice-Manual.pdf) -(Erişim tarihi: 16.05.2020).

Yılmaz, D.– Öztürk, S. (2023). Kentsel Isı Adası Etkisinin Sistematik Bir İncelemesi: Kentsel Form, Peyzaj ve Planlama Stratejileri, *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 2. Sayı: 4. ss. (302-323).

Yılmaz, H. (2019). Atatürk Üniversitesi Merkez Yerleşkesi açık-yeşil alan avlusu peyzaj tasarımı ve uygulama süreci. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(1): 127-134.

Yılmaz, H. (2023). *Yeşil Altyapı Tasarımı/İyi Uygulamalar*. İklim Değişikliği ve Dirençli Kentler için Yeşil Altyapı *Tasarımı*, 31 Temmuz-5 Ağustos, Erzurum

Yılmaz, H., Demircioğlu, N. & Yılmaz, S. (2008). Effects of snow reflected light levels on human visual comfort. *Environmental monitoring and Assessment*.144:367-375.

Yılmaz, S., Mutlu, B.E., Aksu, A., Mutlu, E. & Qaid, A. (2021). Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (3): 3672-3693.

Yılmaz, S., Mutlu, E., Yılmaz, H. (2018). Alternative scenarios for ecological urbanizations using ENVI-met model. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(26):26307-26321

Yiğit Avdan, Z., Yıldız, D. ve Çabuk, A. (2015).*Yağmur suyu yönetimi açısından yeşil altyapı sistemlerinin değerlendirilmesi*, 2nd international sustainable buildings symposium, Ankara, Türkiye.

Yu, H., Zhang, T., Fukuda H. & Ma, X. (2023). The effect of landscape configuration on outdoor thermal environment: A case of urban Plaza in Xi'an, China. *Building and Environment*, 110027.

Yücel, E. (2005). *Ağaçlar ve Çalılar I*, ETAM Matbaa Tesisleri, Eskişehir.

Yüksel, N. (2013). Dikey Bahçe Uygulamalarının Yurtdışı Ve İstanbul Örnekleri İle İrdelenmesi, Yüksek Lisan Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

## *Acacia cyanophylla* (Lindley) Tohumlarının Çimlenmesinde *Bacillus zhangzhouensis* Bakteri İrki ve GA<sub>3</sub>'ün Etkileri

### Determination of *Bacillus zhangzhouensis* Bacterial Strain and Effects of GA<sub>3</sub> on Germination of *Acacia cyanophylla* (Lindley) Seeds

 Şevket Alp<sup>1</sup>,  Arzu Çığ<sup>2,\*</sup>,  Muzaffer Bayram<sup>1</sup>

#### Özet

Kıbrıs akasyası (*Acacia cyanophylla* Lindley) kurak ve yarı kurak bölgeler için hem estetik hem de fonksiyonel olarak kullanılan önemli türlerden biridir. İklim değişikliği nedeniyle ülkemizde kentsel açık yeşil alanlarda kullanımı artacak türlerdendir. Bu çalışmada, dış mekân süs bitkileri grubunda yer alan bu türün tohumlarının laboratuvar koşullarında, cam petri kaplarında çimlendirilmesinde *Bacillus zhangzhouensis* (KF3A) bakteri irkinin ve giberellik asitin (GA<sub>3</sub>) etkileri araştırılmıştır. Son zamanlarda biyolojik gübrelemede ön plana çıkan ve bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPB) grubunda yer alan *Bacillus zhangzhouensis* irki azot bağlama, ACC deaminaz özelliği gösterme ve siderofor üretiminde aktif bir bakteri ırkıdır. Giberellik asit ise tohum çimlenmesini teşvik eden bir hormondur. Peyzaj düzenleme çalışmalarında sıkça kullanılan Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlendirilmesinde KF3A ve 500 ppm konsantrasyonundaki GA<sub>3</sub>'in birlikte ve ayrı ayrı kullanıldıklarında çimlenme hızı, oranı ve sürgün sayısı parametrelerine yaptığı etkiler ortaya koyulmuştur. En yüksek çimlenme oranı ve sürgün sayısı değeri sırası ile %83 ve 2,33 adet ile GA<sub>3</sub> uygulaması; en yüksek çimlenme hızı ise 27,78 ile kontrol grubu tohumlarından elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenme, Giberellik asit, Kıbrıs akasyası, PGPB

#### Abstract

Golden wreath wattle (*Acacia cyanophylla* Lindley) is one of the important species used both aesthetically and functionally in arid and semiarid regions. It is one of the species that will increase its use in urban open green areas in our country due to climate change. In this study, the effects of *Bacillus zhangzhouensis* (KF3A) bacterial strain and gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on the germination of seeds of this species, which is in the outdoor ornamental plants group, in glass petri dishes under laboratory conditions were investigated. *Bacillus zhangzhouensis* strain, which has recently come to the fore in biological fertilization and is in the plant growth promoting bacteria (PGPB) group, is an active bacterial strain in nitrogen fixation, ACC deaminase properties and siderophore production. Gibberellic acid is a hormone that promotes seed germination. The effects of KF3A and GA<sub>3</sub> at 500 ppm concentration on germination speed, percentage, shoot number parameters, when used together and separately, were revealed in the germination of Golden wreath wattle seeds, which are frequently used in landscape design studies. The highest germination rate and shoot number values were obtained from GA<sub>3</sub> application with 83% and 2,33, respectively; the highest germination rate was obtained from the control group seeds with 27,78.

**Keywords:** Germination, Gibberellic acid, Golden Wreath Wattle, PGPB

Geliş Tarihi: 01.10.2024, Düzeltme Tarihi: 02.11.2024, Kabul Tarihi: 13.11.2024

Adres: <sup>1</sup>Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,

E-mail: alpsevket@gmail.com, bayrammuzaffer@gmail.com

<sup>2</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, E-mail: arzucig@yahoo.com

## 1. Giriş

Akasya, yaklaşık 1200-1300 tür içeren Fabaceae ailesine ait en büyük cinslerden biri olarak kabul edilir. Bu cinsin en önemli türü, sekiz metre yüksekliğe ulaşabilen küçük bir ağaç veya herdem yeşil ve dikensiz bir bitki olan *Acacia cyanophylla*'dır (Basher ve ark., 2023). *Acacia cyanophylla* (Lindley), Akdeniz iklimine uyum sağlamış, kuraklığa dayanıklı ve yaygın olarak erozyon kontrolü, toprak ıslahı ve peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bir bitki türüdür (Şekil 1). Ancak, bu türün tohumları sert bir tohum kabuğuna sahiptir, bu da su alımını zorlaştırarak tohumun çimlenmesini engeller. Tohumların doğal koşullarda çimlenme oranları genellikle düşüktür ve çimlenme süresi uzundur. Bu nedenle, tohum dormansisinin kırılması ve çimlenme oranlarının artırılması için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında kimyasal, biyolojik ve fiziksel ön işlemler yer alır.



Şekil 1. *Acacia cyanophylla* (Lindley) (Anonim, 2024).

Giberellik asit ( $GA_3$ ), bitki büyümesini teşvik eden önemli bir fitohormon olup, tohum dormansisini kırma ve çimlenmeyi hızlandırma etkisiyle bilinir.  $GA_3$ , tohumların embriyonik gelişimini teşvik eder ve su alımını artırarak çimlenme sürecini olumlu yönde etkiler (Koyuncu ve Var, 2005). Birçok bitki türünde olduğu gibi, Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlenmesini artırmak için giberellik asit kullanımı yaygın bir uygulamadır.  $GA_3$  uygulaması, tohum kabuğunun geçirgenliğini artırarak tohumun çimlenmesini kolaylaştırır (Bewley ve ark., 2013).  $GA_3$  tohum çimlenmesinde embriyonun büyüme potansiyelini yükseltmekte, radikula etrafındaki dokuları zayıflatarak tohum kabuğundan kaynaklanan mekanik kısıtlamayı ortadan kaldırmaktadır (Ogawa ve ark., 2003). Toros sediri tohumlarında bazı ön uygulamaların

çimlenmeye olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada katlama ve GA<sub>3</sub>'ün yalnız ve birlikte uygulamaları yapılmıştır (Ayrancı ve Öner, 2019). Çalışmada çimlenmede en etkili faktör olarak katlama ve 100 ppm GA<sub>3</sub> ön işlemleri ön plana çıkarken, 500 ppm GA<sub>3</sub> ön işlem uygulamasının çimlenme parametreleri üzerinde etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

*Passiflora edulis* süs bitkisinde stratifikasyon, 1000 ppm GA<sub>3</sub> hormon primingi (48 saat), %3 KNO<sub>3</sub> tuz primingi (48 saat), hidroprimingi, *Ferula* ve *Tagetes* primingi gibi pek çok faktörün uygulandığı bir çalışmada en yüksek fide boyu, yaş ve kuru ağırlığında GA<sub>3</sub> priminginin etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada stratifikasyon en yüksek çimlenme (%60) oranını verirken GA<sub>3</sub> uygulamasında %41,33 ortalama değeri elde edilmiştir (Uzunoğlu ve ark., 2023).

Son yıllarda, bitki büyüme teşvik edici rizobakterilerin (PGPR) tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkileri üzerine yoğunlaşan çalışmalar artış göstermiştir. PGPR, tohum ve kök yüzeyinde kolonize olarak bitki gelişimini teşvik eden biyokimyasal bileşikler salgılar. Özellikle *Azospirillum*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* türleri gibi PGPR, bitki hormonları (özellikle auxin, gibberellin ve sitokinin) üreterek tohumların daha hızlı çimlenmesini ve kök gelişimini teşvik eder (Vessey, 2003). Ayrıca, bu bakteriler tohum kabuğunun su alımını artırarak dormansi süresini kısaltabilir ve çimlenme oranlarını iyileştirebilir (Glick, 1995).

Bu araştırma, Kıbrıs akasyası gibi sert kabuklu ve çimlenme zorlukları olan bitkilerin ekolojik restorasyon projelerinde kullanılabilirliğini artırmak ve tarımsal uygulamalarda biyolojik ve kimyasal yöntemlerin entegrasyonunu teşvik etmek açısından önem taşımaktadır. Özellikle GA<sub>3</sub> uygulaması ve PGPR'nin birlikte kullanımının, tohum çimlenmesi ve erken dönem bitki gelişimi üzerindeki sinerjik etkileri incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, *Acacia cyanophylla* tohumlarının çimlenme oranlarını artırmak için giberellik asit ve bitki büyüme teşvik edici faydalı bakterinin etkilerini araştırmaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini Kıbrıs akasyası tohumları, giberellik asit ve *Bacillus zhangzhouensis* (KF3A) bakteri suşu oluşturmaktadır.

#### 2.1.1. Bitkisel Materyal

*Acacia cyanophylla* Lindley tohumları İzmir Seferihisar çevre yolu üzerinden Ağustos-2021 tarihinde toplanmıştır.

### 2.1.2. Gibereellik Asit (GA<sub>3</sub>)

Çalışmada gibereellik asitin (GA<sub>3</sub>) 500 ppm'lik konsantrasyonu kullanılmıştır. Kültür ortamlarına bir defaya mahsus olmak üzere 3 ml verilmiştir.

### 2.1.3. Bakteri İzolatı

Kullanılan bakteri izolatu *Bacillus zhangzhouensis* (KF3A) bakteri suşudur. Bakteri ırkının özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Kullanılan bakteri suşu izolatu Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir. İzolatlar Siirt ili çevresinde bitkisel alanların rizozferinden elde edilerek PGPB etkinlikleri laboratuvar koşullarında test edilmiştir

**Çizelge 1.** Araştırmada kullanılan bakteri suşunun etkinlik göstergesi.

Bakteri Kodu KF3A	Azot Bağlama	Fosfat Çözme	ACC Deaminaz	Siderofor Üretimi
Bakteri Adı <i>Bacillus zhangzhouensis</i>	+	-	++	+

-: Özelliğe sahip değil, +: Normal, ++: Kuvvetli

## 2.2. Yöntem

Çalışma Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Laboratuvarı'nda tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde 10 adet tohum kullanılmıştır. Çalışma aseptik koşullarda gerçekleştirilmiş olup kullanılan tüm laboratuvar araç-gereçleri otoklavda 121 °C'de 20 dakika sterilize edilmiştir.

### 2.2.1. Tohumların Yüzey Sterilizasyonu

Akasya tohumlarının ekim yapılmadan önce steril kabin içinde yüzey sterilizasyonları yapılmıştır. Tohumlar önce %70'lik etil alkolde 5 dakika bekletilmiş olup sonrasında 3 kez steril saf su ile durulanmıştır. Daha sonra ise %5'lik ticari çamaşır suyunda 10 dakika bekletilerek yine 3 kez steril saf su ile durulanmıştır.

### 2.2.2. Bakteri Çoğaltma İçin Katı Besi Ortamı Hazırlama

Bakterilerin çoğaltılmasında katı besi yeri olarak nutrient agar (Merck-VM71680604) kullanılmıştır. Bir litre saf suya 20 g nutrient agar eklenerek, pH 7.0'ye ayarlanmış ve karışım otoklav yardımıyla, 121 °C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Sterilizasyonun ardından besi yerleri 50 °C'ye kadar soğutulduktan sonra petri kaplarına aktarılmış ve katılaşması için beklenilmiştir. Bakterilerin stok kültürleri, öze yardımıyla nutrient agar besi yerine eklenmiş, 26 ± 2 °C'de, 24 saat inkübe edilmiştir.

### 2.2.3. Bakteri Çoğaltma İçin Sıvı Besi Ortamı Hazırlama

Sıvı besi yeri olarak ise nutrient broth (Merck-VM775843711) kullanılmıştır. Bir litre saf suya 8 g nutrient broth besi yeri eklenmiş ve pH 7.0'ye ayarlanmıştır. Karışım otoklav yardımıyla, 121 °C'de 15 dakika sterilize edilip ve ardından soğumaya bırakılmıştır. Nutrient agar besi yerinde geliştirilen bakterilerden tek koloni alınarak, aseptik koşullarda nutrient broth besi yerine aktarılmıştır. Sıvı besi yerine aktarılan bakteriler  $26 \pm 2$  °C'de 24 saat süre ve 120 rpm hızda yatay çalkalayıcıda inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından bakteri konsantrasyonları turbidimetrik olarak  $\sim 108$  cfu / ml'ye ayarlanmıştır.

#### 2.2.4. Uygulamalar

Kontrol: Tohumlara hiçbir uygulama yapılmadan petri kaplarında kaba filtre kâğıtları arasına ekilmiştir. Steril saf su ile sulanmıştır.

Giberellik asit (GA<sub>3</sub>) uygulaması: 500 ppm şeklinde hazırlanan GA<sub>3</sub> çözeltisi, uygulanacakları petri kaplarına, tohum ekimi ile birlikte 3 ml olacak şekilde verilmiştir.

Bakteriyel inokulasyon: Bakteri uygulamaları olan kültürler için belirlenen tohumlar yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra KF3A bakteri çözeltisi içinde 120 dakika bekletilerek inokulasyon gerçekleştirilmiştir. Priming yapılan tohumlar petri kaplarında kaba filtre kâğıtları arasına ekilmiştir.

GA<sub>3</sub> x bakteriyel inokulasyon uygulaması: Bu uygulamada KF3A bakteri izolatu ile priming yapılan tohumlar petri kaplarına ekildikten sonra uygulamalara göre 3 ml GA<sub>3</sub> dozları ilave edilmiştir.

Tüm petriler ara ara steril saf su ile nemlendirilmiştir. Kültür kapları karanlık ve  $24 \pm 2$  °C sıcaklıkta inkübe edilmiştir.

#### 2.2.5. Analizler

##### 2.2.5.1. Tohumların Çimlenme Oranı Hesaplaması

$\text{ÇY} = \text{ÇTS} / \text{TTS} \times 100$  ÇY formülünden hesaplanmıştır.

Çimlenme Yüzdesi (%) ÇTS; Çimlenen Tohum Sayısı; TTS; Petrilerde çimlenen Toplam Tohum Sayısı (Gosh ve ark., 2014)

##### 2.2.5.2. Ortalama Çimlenme Hızı (OÇH) Hesaplaması

OÇH;  $\Sigma D_n / \Sigma n$  formülünden hesaplanmıştır.

D; Deneme başlangıcından itibaren gün sayısı, n; Deneme süresince çimlenen tohum sayısı (Sivritepe, 2012)

Radikulanın 4 mm uzamasıyla çimlenmenin başladığı kabul edilmiştir. Çimlendirme çalışması 28 gün takip edilmiştir. Çimlenmeler ve sürgün gelişimi 21. gün sonunda durduğu



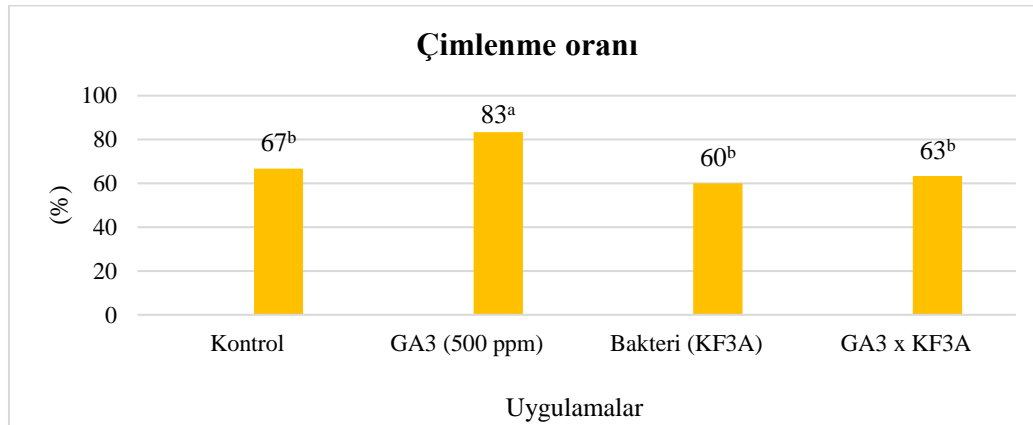
için hesaplamalar çalışmanın 7-14-21 günlerinde yapılmış ve JMP istatistik programı kullanılarak istatistik analizler gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.5.3. Ortalama Sürgün Sayısı Hesaplaması

Uygulamalar bazında çimlenen tohumlarda oluşan ortalama sürgün sayısı hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

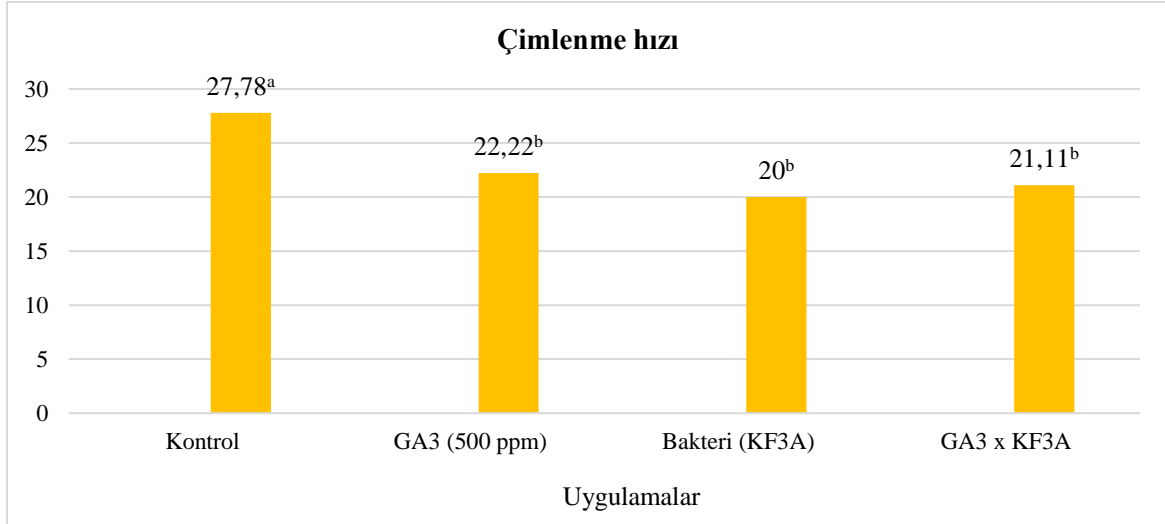
GA<sub>3</sub> ve KF3A bakteri ırkının Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlenme oranına etkisi Şekil 2'de gösterilmiştir. Tohumların çimlenme oranları %60-83 arasında değişmiştir. En düşük çimlenme oranı KF3A bakteri inokulasyonu yapılan tohumlarda elde edilirken, en yüksek çimlenme oranı ise GA<sub>3</sub> uygulanan kültür ortamlarındaki tohumlardan elde edilmiştir. Sert kabuğundan dolayı çimlenme zorluğu çeken Kıbrıs akasyası tohumlarının yalnızca bakteri inokulasyonu yapılan uygulamalarda en düşük çimlenme oranına sahip olması, bakterinin stres ortamı olmadan tek başına yeterince etkili olmadığı sonucunu düşündürmektedir. 500 ppm konsantrasyonundaki GA<sub>3</sub> uygulaması, çimlenme zorluğu çeken Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlendirilmesinde bu çalışmada en etkili uygulama olmuştur. Diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almış olup çimlenme oranı parametresi için tüm değerler arasındaki fark %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.



**Şekil 2.** GA<sub>3</sub> ve KF3A bakteri ırkının Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlenme oranına etkileri.

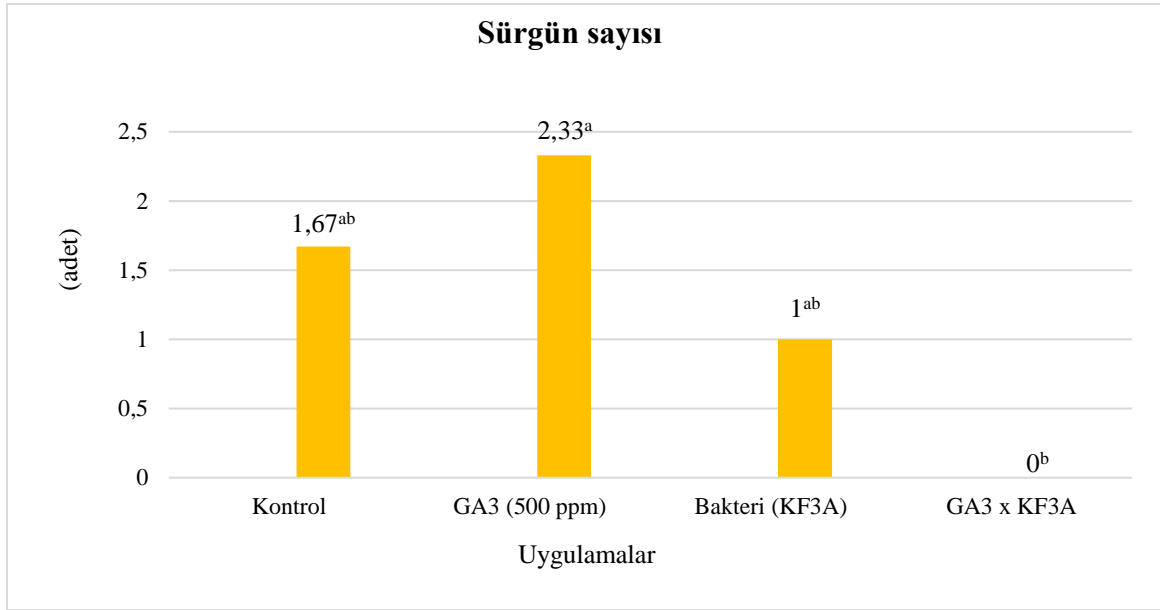
GA<sub>3</sub> ve KF3A bakteri ırkının Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlenme hızına etkisine bakıldığında en hızlı çimlenme kontrol grubu tohumlarda; en düşük çimlenme hızı ise bakteri inokulasyonu yapılan tohumlarda gözlenmiştir. En düşük çimlenme hızının görüldüğü bakteri uygulamasından elde edilen değerler GA<sub>3</sub> uygulaması ile GA<sub>3</sub> x KF3A uygulaması yapılan tohumlardan elde edilen değerlerle istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Tohumların

çimlenme hızları 20-27,78 arasında değişmektedir (Şekil 3). Hiçbir muamele yapılmayan kontrol grubu tohumları en çabuk sürede çimlenmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak %5 seviyesinde önemli bulunmuştur.



**Şekil 3.** GA<sub>3</sub> ve KF3A bakteri irkının Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlenme hızına etkileri.

GA<sub>3</sub> x KF3A uygulanan kültür ortamlarında çimlenen Kıbrıs akasyası tohumlarında hiç sürgün elde edilememiştir (Şekil 4). Ortalama sürgün sayısı değerleri bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. En yüksek sürgün sayısı 2,33 adet ile GA<sub>3</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Onu takip eden kontrol grubu ve KF3A inokulasyonu yapılan tohumlardan elde edilen sürgün sayısı istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Sürgün sayısı parametresinde de çimlenme oranında olduğu gibi GA<sub>3</sub> etkisi göze çarpmaktadır.



**Şekil 4.** GA<sub>3</sub> ve KF3A bakteri ırkının Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlenme hızına etkileri.

Irak'tan toplanan *Acacia cyanophylla* tohumlarının giberellik asit ile çimlendirilmesini amaçlayan bir çalışmada tohumlar 24 saat sıcak suda bekletilerek kontrol grubu oluşturulmuş ve ayrıca 100 ve 200 ppm konsantrasyonunda giberellik asit uygulanmıştır. Sıcak su ile yapılan muamelede çimlenme oranı % 60,78 olarak bulunurken, 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında %76, 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında ise %34,3 değerleri elde edilmiştir. Ancak en yüksek çimlenme oranı kombinasyonda elde edilerek sıcak suda bekletilen ve 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda %85,67 değerinde belirlenmiştir (Basher ve ark., 2023). Sıcak ve normal suya daldırma ve giberellik asitte bekletme işlemi, tohumlarda dormansiyi kırmak ve çimlenmeyi hızlandırmak için bir uyarıcı olarak kabul edilir (Lorato ve ark., 2014).

*Morus rubra*, *M. laevigata*, *M. alba* (white) ve *M. alba* (purple) tohumlarında yapılan çimlenme çalışmalarında, 500 ppm GA<sub>3</sub> (24 saat), % 3 (24 saat) KNO<sub>3</sub>, *Tagetes patula* ve hydropriminglerinin etkileri araştırılmış olup GA<sub>3</sub> uygulanan tohumların çimlenme oranları kontrole kıyasla her zaman fazla bulunmuştur. Aynı çalışmada çimlenme için geçen süre de diğerlerine göre daha erken gerçekleşmiştir (Gündüz ve ark., 2019).

Bursa Siyahı ve Sarılop incir çeşitleri tohumların çimlenmesi ve çıkışı üzerine çeşitli uygulamaların (24 saat süreyle su ile priming, 24 saat süreyle 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>, 24 saat süreyle %3 KNO<sub>3</sub> ve 7, 14 ve 21 gün süreyle 4°C'de stratifikasyon) etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada GA<sub>3</sub> uygulaması bu incir tohumlarının çimlenmesini ve çıkışını artırmıştır. En yüksek çimlenme ve çıkış yüzdeleri her iki çeşit için de 500 veya 1000 ppm GA<sub>3</sub> ile elde edilmiştir. GA<sub>3</sub> dozları her iki çeşidin tohumlarının çimlenme ve çıkış süresini

azaltmıştır. Özet olarak, GA<sub>3</sub> uygulamaları bu incir tohumlarının dormansisinin üstesinden gelmek için etkinlik göstermiştir (Çalışkan ve ark., 2012).

Bitki büyümeyi teşvik eden bakterilerin etkinlikleri, özellikle stres altındaki koşullarda daha net ortaya çıkmaktadır. Aralarında *Bacillus zhangzhouensis* (KF3A) bakteri ırkının bulunduğu ve mercimekte yapılan bir çimlenme ve erken fide oluşumunun incelendiği çalışmada özelliklerin büyük bir çoğunluğunda KF3A uygulananların kontrol grubundaki bitkilere göre daha düşük sonuçların elde edildiği görülmektedir (Tarhan ve Ceritoğlu, 2017).

Fabaceae familyasından olan *Sesbania punicea* türünün kurşun stresi altında çimlenmesinde *Brevibacterium frigoritolerans* (KF58B), *Microbacterium oxydans* (KF58C), *Paenarthrobacter nitroguajacolicus* (KF3B), *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C), *Bacillus zhangzhouensis* (KF3A) faydalı bakteri ırklarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada en etkili bakteri ırkı olarak KF3A'nın %45,55 oranı ile en yüksek çimlenme oranını ve % 7,77 ile en hızlı çimlenme hızını verdiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada bu bakteri ırkının kurşun ile oluşturduğu kombinasyonlarda da en yüksek ikinci çimlenme oranını veren uygulama olduğu görülmektedir (Çığ, 2022). Araştırmacının yaptığı çalışmaya benzer olarak yapılan başka bir çalışmada nikel stresi altındaki *S. punicea* tohumlarının çimlendirilmesinde aynı bakteri ırkları test edilmiş ve KF3A bakteri ırkının çimlenme oranına %46,66 ile en fazla etki eden ikinci bakteri ırkı olduğu belirlenmiştir (Çığ, 2021). Çimlenme hızında ise 11,66 gün ile en hızlı üçüncü bakteri olarak yerini almıştır.

Önceki çalışmalarda görüldüğü gibi giberellik asitin bitki türüne ve uygulanma şekillerine göre değişen fakat olumlu olarak görülen etkileri olmuştur. Bakteri uygulamasının ise farklı düzeylerde etkilerinin olduğu anlaşılmıştır. Bakteriler özellikle stres koşullarında daha etkili olmuştur. Çalışmamızda da giberellik asitin çimlenme ve sürgün gelişimi özelliklerine olumlu etki ettiği belirlenmiş olup, bakteri ile birlikteliğinde aynı başarımın bulunmadığı görülmüştür.

#### 4. Sonuçlar

Kıbrıs akasyası tohumlarının çimlendirilmesinde 500 ppm giberellik asit uygulaması ve *Bacillus zhangzhouensis* faydalı bakteriyel inokulasyonunun etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada en yüksek çimlenme oranı ve sürgün sayısı GA<sub>3</sub> uygulamasında sırası ile %83 ve 2,33 olarak belirlenmiştir. En hızlı çimlenme ise 27,78 ile kontrol grubu tohumlarda belirlenmiştir. Bakteriyel inokulasyon yapıldığı tohumların ait olduğu bitki türleri önem taşımaktadır. Bakteriler optimum düzeyde yarar sağlamakta ancak bitki türlerine göre yaptığı etkiler farklı olmaktadır. Çimlenme güçlüğü ortadan kaldırmak ya da sebep olduğu nedenleri belirleyerek azaltmak için yapılan uygulamalar arasında farklı metotlar da kullanılabilir. Sıcak

suda bekletme ve kimyasal madde konsantrasyonları uygulama süreleri belirlenebilir. Tüm bu uygulamalara faydalı bakterileri de entegre ederek etki mekanizmaları ortaya koyulabilir.

Sert kabuklu bitki türlerinin tohumlarının çimlenme oranları artırmak için kullanılan GA<sub>3</sub>, tohumun embriyonik gelişimini hızlandırır ve su alımını kolaylaştırarak çimlenme sürecini teşvik eder.

Çimlenme hızının artmasıyla bitkilerin üretim süreci kısalmakta, tarımsal üretimde ve peyzaj düzenlemesinde hızlı büyüme ve verimli sonuçlar elde edilebilir. Bu uygulamalar ile bitkiler daha hızlı büyüebilir ve üretim süreçleri daha verimli hale gelebilir.

Bitki üretiminde çimlenme süresinin kısaltılması ve çimlenme oranının artırılması, ekonomik açıdan önemlidir. Daha fazla bitkinin kısa sürede yetiştirilmesi verimliliği arttırmaktadır. Ayrıca, ekolojik restorasyon projelerinde çimlenmesi zor olan bitkilerin daha hızlı ve yüksek oranlarda çimlenmesi, erozyon kontrolü ve toprak iyileştirme gibi süreçlere de katkı sağlayabilir.

## **Teşekkür**

“Bu çalışma VIII. Ulusal Süz Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.”

## Kaynaklar

- Anonim, (2024). <https://www.nilpeyzajgocek.com/bitkiler/acacia-cyanophylla-kibris-akasyasi/> Erişim Tarihi: 30.09.2024.
- Ayrancı, A., Öner, M. N. (2019). Farklı orijinli toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) tohumlarında bazı ön işlemlerin çimlenmeye olan etkisi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 61-70.
- Basher, S. A., Alhadedy, S. H., & Ali, S. D. H. (2023). Effect of seeds treatment on germination and growth of *Acacia cyanophylla* seedlings. *Indian Journal of Ecology* 50 Special Issue, (22), 42-45.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: physiology of development, germination, and dormancy*. Springer.
- Çalışkan, O., Mavi, K., & Polat, A. (2012). Influences of presowing treatments on the germination and emergence of fig seeds (*Ficus carica* L.). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 34, 293-297.
- Çığ, A. (2022). *Determination of germination and some early development parameters of Sesbania punicea (Cav.) Benth. seeds by bacteria applications showing ACCD activity under lead stress*. International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies, 1506-1517. Kyrenia- Turkish Republic of Northern Cyprus.
- Çığ, A. (2021). *Germination of Sesbania punicea (Cav.) Benth. seeds by bacteria applications showing ACCD activity and nickel-contaminated media*. ISPEC 7th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, 995-1006, Muş, Türkiye.
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 41(2), 109-117.
- Gosh, P., Dash, P. K., Rituraj, S., & Mannan, M. A. (2014). Effect of salinity on germination, growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.) varieties. *International Journal of Biosciences*, 5(1), 37-48.
- Gündüz, K., Karaat, F. E., Uzunoğlu, F., & Mavi, K. (2019). Influences of pre-sowing treatments on the germination and emergence of different mulberry species seeds. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 18(2), 97-104.
- Koyuncu, F., Var, M. (2005). Effect of gibberellic acid on germination of medlar (*Mespilus germanica* L.) seeds. *Journal of Biological Sciences*, 5(3), 357-360.

- Lorato, R., Thembinkosi, M., & Witness, M. (2014). Effect of seed presowing treatment on germination of three *Acacia* species indigenous to Botswana. *International Journal of Plant & Soil Science*, 3(1), 62-70.
- Ogawa, M., Hanada, A., Yamuchi Y., Kuwahara, A., & Yamaguchi, Y.K.S. (2003). Plant Science Center, RIKEN, Suehiro-cho 1-7-22, Tsurumi-ku, Yokohama, Kanagawa 230-0045, Japan.
- Sivritepe, H. Ö. (2012). Tohum gücünün değerlendirilmesi. *Alatarım*, 11(2), 33-44.
- Tarhan, B., Ceritoğlu, M. (2024). Biyo-Priming uygulamasının mercimek (*Lens culinaris* M.)’te çimlenme, fide gelişimi ve tuzluluk stresi üzerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 128-140.
- Uzunoğlu, F., Özmen, K., Toprak, S., Erğan, E., & Mavi, K. (2023). The effect of different pre-sowing treatments on seedling emergence, quality and development in *Passiflora edulis* seeds. *Erwerbs-Obstbau*, 65(6), 2509-2516.
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571-586.



## The Role of Alternative Methods of Nutrient Medium Sterilization in Micropropagation of *Gardenia jasminoides*

### Besin Ortamı Sterilizasyonunda Alternatif Yöntemlerin *Gardenia jasminoides*'in Mikroçoğaltımındaki Rolü

 Elif Nur KABADAYI<sup>1</sup>,  Emrah ZEYBEKOĞLU<sup>1,\*</sup>,  John L GRIFFIS Jr.<sup>2</sup>,  
 Mustafa Ercan ÖZZAMBAK<sup>1</sup>

#### Abstract

The aim of this study was to develop alternative sterilization methods that could replace the conventionally used autoclave device for sterilization of nutrient medium used in gardenia micropropagation. These alternative methods may, at the same time, eliminate some negative changes that can occur in nutrient medium because of autoclaving. Either microwave irradiation for differing times or chemical disinfectants in differing doses were utilized as alternative sterilization methods for the nutrient medium. These were compared with standard autoclave methods in the sterilization of the medium. In vitro *Gardenia jasminoides* shoots were used for all cultures. Microwaves were applied to the medium for 6, 8, and 10 minutes. Growth of gardenia shoots cultured on the autoclaved nutrient medium was significantly better compared to shoots grown on medium sterilized with the 10 minute microwave treatment in terms of shoot length, fresh and dry weight and shoot quality. In the second experiment, no pre cultured contamination occurred in the nutrient media in which either NaOCl was added at four concentrations of 0.002% -0.02% active chlorine or NaDCC was added at four dosages of 25-200 mg /l as sterilization agents. It has been determined that sterilization of nutrient media with either all concentrations of NaOCl or NaDCC at the low concentrations used in this study could be used as an alternative sterilization method to the autoclaving of nutrient media.

**Keywords:** Microwave sterilization, Autoclaving, Sodium hypochlorite, Sodium dichloroisocyanurate, Contamination

#### Özet

Bu çalışmanın amacı gardenyanın mikroçoğaltımında besin ortamlarının sterilizasyonunda geleneksel olarak kullanılan otoklavın yerini alabilecek alternatif sterilizasyon yöntemlerinin geliştirilmesidir. Bu alternatif yöntemlerin, aynı zamanda otoklavlama nedeni ile besin ortamında meydana gelebilecek bazı olumsuz değişiklikleri ortadan kaldırması da beklenmektedir. Çalışmada farklı sürelerde mikrodalga uygulaması ve farklı dozlarda kimyasal dezenfektanlar kullanılmış ve standart otoklavlama yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Tüm kültürler için *Gardenia jasminoides* sürgünleri kullanılmıştır. Ortalama 6, 8 ve 10 dakika mikrodalga uygulanmıştır. Otoklavlanmış besin ortamında kültüre alınmış sürgünlerin büyümesinin, sürgün uzunluğu, taze ve kuru ağırlık ve sürgün kalitesi açısından 10 dakikalık mikrodalga işlemeyle sterilize edilen ortamda yetiştirilen sürgünlere kıyasla daha iyi olduğu görülmüştür. İkinci denemede besin ortamlarında dört farklı dozda NaOCl veya dört dozda NaDCC eklendiğinde kontaminasyon meydana gemediği belirlenmiş, bu çalışmada kullanılan tüm Na=cl veya düşük konsantrasyonlarda NaDCC ile besin ortamının sterilizasyonunun besin ortamının otoklavlanmasına alternatif bir sterilizasyon yöntemi olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mikrodalga sterilizasyon, Otoklavlama, sodyum hipoklorit, Sodyum dikloroizosiyaniürat, Kontaminasyon

## 1. Introduction

Sterilization of the nutrient medium is one of the basic principles of plant tissue culture. The sterilization of the nutrient medium is usually carried out with an autoclave, which is set conventionally and universally at 121°C temperature and at 1.05 kg/cm<sup>2</sup> pressure conditions for 15-20 minutes for small volumes of medium (Kothari, et al., 2011). However, the sterilization time, although it seems to be rather short, is actually quite long when the preheating of the autoclave and the cooling times required for depressurizing before opening of the cover after sterilization are considered (Prijana, et al., 2016). In addition to these, the autoclave is not only an expensive apparatus, but also its high energy consumption is an important factor that increases operating costs in classical tissue culture technique (Tiwari, et al., 2012, George and Manuel, 2013). Sterilization by autoclaving can have negative effects on heat sensitive substances such as 2IP, gibberellic acid, zeatin, IAA, sugar (carbohydrate hydrolysis) and it also decreases the pH of the nutrient medium and may create precipitation and gelling problem due to agar depolymerization (Pierik, 1989, Schenk, et al., 1991, Narasimhan and Simran, 2021). Autoclaved medium may have toxic effects on in vitro plant growth (Buter, et al., 1993, Sawyer and Hsiao, 1992, Wang and Hsiao, 1995).

One of the topics that have been emphasized and studied in tissue culture and micropropagation in recent years has been the investigation of low-cost options (Purohit, et al., 2011, Datta, et al., 2017). In addition to reducing investment costs, lowering high energy costs are one of the issues focused on in these studies. Sterilization of the nutrient medium with alternative methods instead of autoclaving could reduce the costs of medium preparation and also eliminate the possible negative effects of autoclaving on the medium. Therefore, various alternative methods are required in the sterilization of the nutrient medium (Mvuria and Ombori, 2014, Biswas and Biswas, 2017). Sterilization of the nutrient medium with microwaves has been used in micropropagation of plants such as orchids and bananas (Vora and Jasrai, 2012, Venturieri, et al., 2013). Microwave energy is high frequency radio waves. Microwaves vibrate water molecules with high speed, temperature rises with friction, and bacteria, viruses and fungi become inactivated; sterilization takes place.

Microwave radiation is also an effective method commonly used in the sterilization of plastic culture containers (Sanborn, et al., 1982) and various laboratory supplies. The use of inexpensive household microwave ovens is another advantage of this method, but sterilization time is a critical parameter in practice (Hicks, 2009). Chemical substances such as chlorine dioxide, sodium hypochlorite, calcium hypochlorite, mercury chloride, hydrogen peroxide,

peracetic acid, sodium dichloroisocyanurate, biocides, and methylchloroisothiazolinone are used to prevent contamination in the nutrient medium (Özzambak and Zeybekoğlu, 2020, Thepsithar, et al., 2013).

Sterilization of the nutrient medium without autoclaving, using sodium hypochlorite for gerbera (Pais, et al., 2016), orchid (Yanagawa, et al., 2006, Thepsithar and Thongpukdee, 2013), eucalyptus (Porondani, et al., 2013), carnation, chrysanthemum, orchids (Yanagawa, et al., 2016), pineapple (Teixera, et al., 2006) with chlorine dioxide and peracetic acid for gerbera (Cardoso and Imthurn, 2018), sodium dichloroisocyanurate, calcium hypochlorite, chlorine bleaching agent with phalaenopsis, chrysanthemum (Yanagawa, et al., 2006) was carried out. In addition to these, there are substances that are used in the sterilization of the nutrient medium such as plant essential oils that could be included in the group of chemical substances. Bergamot oil, betel oil, cinnamon oil, lavender oil, tumeric oil alone and together with 10% povidone-iodine or 2% iodine + 2.4% potassium iodide were used in the sterilization of chrysanthemum in vitro culture media (Thepsithar, et al., 2013). The type and concentration of chemical substances included in the media are the most important factors that determine both sterilization efficiency and in vitro plant growth.

The principal aim of this study was to determine the efficacy of either microwave energy application time or the efficacy of chlorine-based chemicals and their dosages on the sterilization of nutrient media. Some possible effects of the alternatively-sterilized nutrient media on the growth of *Gardenia jasminoides* in vitro shoots were also determined. *Gardenia* shoots grown on the alternatively-sterilized media were compared for similarities and differences to shoots grown on similar nutrient media that was autoclave sterilized.

## **2. Material and Method**

This study was carried out at Ege University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Tissue Culture Laboratory. *Gardenia jasminoides* in vitro shoots grown on a nutrient medium containing MS macro- and micronutrients supplemented with 2.0 mg/l BAP, 0.1 mg/l NAA, 150 mg/l adenine sulfate, 30g/l sucrose and 7 g/l agar (Duchefa Biochemie, the Netherlands) were used as plant stock material for the experiments.

The study was conducted in two trials. In the first experiment, microwave energy application times (6, 8, 10 min) for the sterilization of the MS nutrient medium was compared with autoclave sterilization. The control nutrient medium was sterilized in the autoclave at 121 °C and 1.05 kg/cm<sup>2</sup> pressure conditions for 20 minutes, then it was poured into sterile culture

containers in a laminar flow cabinet. For the application of microwave energy, a 1000W household microwave oven was used and the 250 ml of modified MS medium were sterilized for the different durations in 500 ml flasks, then poured into sterile culture tubes in a laminar flow cabinet. The MS nutrient medium for this first experiment was supplemented with 2.0 mg/l BAP, 0.1 mg/l NAA, 30g/l sucrose and 7g/l agar (Duchefa Biochemie, the Netherlands). In both the microwaved and autoclaved nutrient medium, the pH of the medium was adjusted to 5.8 with 1.0N NaOH and 0.1N HCl before addition of agar. Medium contamination rates were noted as were any medium treatment effects on in vitro growth of gardenia.

In the second experiment, the efficacy of chlorine-based chemicals added to nutrient medium at various dosages for the purpose of sterilizing the medium was investigated. Driver and Kuniyuki Walnut (DKW) nutrient medium supplemented with the same plant growth regulators as used the first experiment (2.0 mg/l BAP + 0.1 mg/l NAA, 30g/l sucrose, 7g/l agar) was used in this experiment (Driver and Kuniyuki, 1984).

Laundry bleach Klorak (Klorak Kimya Ve Temizlik Ürünleri Sanayi Ticaret A.Ş, Izmir Turkey) that has 5% w/v active chlorine was used for the source of sodium hypochlorite (NaOCl) in these experiments. Aliquots of bleach solution at 0.4 ml, 1.0 ml, 2.0 ml, or 4.0 ml were added to the 1000 ml nutrient medium and the final active chlorine concentrations were of 0.002%, 0.005%, 0.01%, and 0.02% (w/v). Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) at aliquots of 25 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l, and 200 mg/l were added to the DKW nutrient medium, both chemicals were added to the nutrient medium before the agar solidified (medium was 45-50 °C). After mixing the chlorine-based chemicals with the hot liquid nutrient medium thoroughly, the pH of the medium was adjusted to 5.8 and the medium was poured into sterile culture containers in a laminar flow cabinet. The 250 ml control nutrient DKW medium was sterilized in the autoclave at 121°C and 1.05 kg/cm<sup>2</sup> pressure conditions for 20 minutes and was poured into sterile culture containers (jars) in a laminar flow cabinet.

Fourteen gardenia small shoot tips (1-2 mm) were transferred in the first experiment (Fig.1), and 6-8 mm larger shoot tip explants were cultured in the second experiment for each replication. In vitro cultures were placed under light conditions of 24 ± 1°C, a 16-hour photoperiod with daylight fluorescent lamps and 30-35 micromole m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>.

For both experiments, the sterility rate of the nutrient medium was evaluated after the first two weeks after the sterilization procedures, but before inoculation with gardenia explants. Proliferation rate, shoot length, number of leaves, total shoot fresh and dry weight, and shoot quality-appearance of gardenia were the parameters recorded six weeks after inoculation. In

microwave sterilization, evaporation loss during boiling was determined by measuring with a sterile graduated cylinder after the application period. Shoot quality in vitro was determined by scoring on a scale of 1 = poor to 5 = very good (Parkinson, et al., 1996, Özzambak, et al., 2018).

The trials were arranged in four replications in a randomized block experimental design. All computation and statistical analyses were done using IBM SPSS Statistics 19, a statistical software (IBM, NY, USA). Significant differences between the means were determined employing Duncan's multiple range tests at  $p < 0.05$  or  $p < 0.01$ .

### 3. Results

#### 3.1. First experiment (Medium microwaved or autoclaved)

##### a) Effect of irradiation time of nutrient medium sterilized on evaporation losses

As the erlenmeyer flasks containing medium were not tightly covered with stretch film, it was determined that with prolonged microwave irradiation time, volumetric losses increased as a result of evaporation with boiling of the nutrient medium. There was 15.6% evaporation loss in the nutrient medium irradiated in the microwave oven for 6 minutes and 28.4% in the medium where the microwave time was 8 minutes. A high rate of 40.5% loss occurred in the nutrient medium kept at full power for 10 minutes. There was no volumetric change in the autoclave sterilized medium.

##### b) Effect of microwave sterilization time on pre-culture contamination rate

Before inoculation, contamination was observed in microwaved sterilized media for all microwave application times. Contamination rates of 46.1%, 26.9% and, 30.8% were determined at 6, 8 and, 10 minutes of microwave sterilization times, respectively. No contamination occurred in the autoclaved nutrient medium.

##### c) Effect of microwave sterilization time on the growth of in vitro gardenia shoots

The application time of microwave radiation did not make a significant difference in terms of the number of shoots per explant and the number of leaves per explant compared explants grown on media that was autoclaved, and all applications were statistically included in the same group with autoclaving and sterilization (Table 1).

The autoclaved nutrient mediums created a statistically significant difference in the development of gardenia shoots in terms of shoot length, fresh and dry weight, appearance-quality criteria compared to shoots grown on 10 min. microwave application medium (Table 1). It was an important disadvantage that the shoots fell behind autoclaved media in terms of appearance and quality in the microwaved nutrient medium (Fig. 1).

### 3.2. Second experiment: (Chlorine-based chemical sterilization)

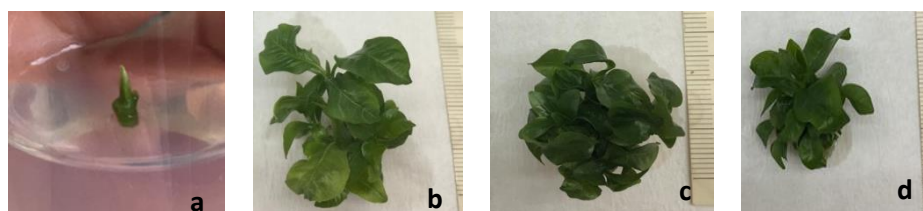
a) The effect of chemical materials and doses on contamination and solidification of the nutrient medium

It was determined that NaDCC (Sodium dichloroisocyanurate) and NaOCl (Sodium hypochlorite) added to the nutrient medium at different concentrations provide 100% sterilization compared with the autoclaved nutrient medium, no contamination occurs and they have no negative effects on the gelling of the nutrient medium.

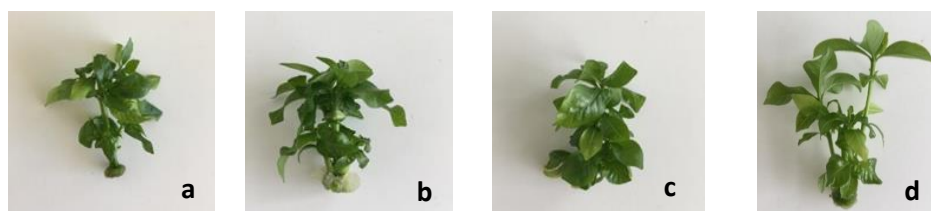
b) The effect of the chemical substances and dosages on in vitro growth of gardenia shoots

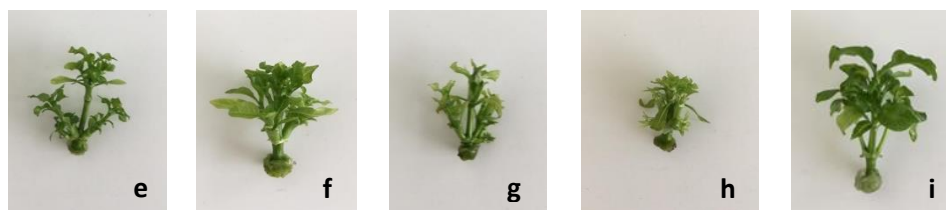
The effects of the NaOCl sterilized media on the in vitro growth of gardenia shoots and the leaf number of the shoots were found to be insignificant compared to the autoclaved medium (Table 2). In the shoot length criterion, the longest shoots (40.1 mm) were obtained with NaOCl 0.02% active chlorine concentration. Other NaOCl treatments also made a difference in shoot length at the level of  $p \leq 0.05$  compared to the autoclaved nutrient medium. The fact that increasing concentrations of NaOCl had no negative effects on development and fresh-dry weight of the explants creates an important advantage in practice.

Shoots grown in nutrient medium sterilized with different concentrations of NaDCC material were generally inferior in terms of height, shoot quality, fresh and dry weight values compared to the explants grown on NaOCl-added nutrient medium (Table 2, Fig 3). Shoot length and shoot quality were negatively affected by increasing doses of NaDCC (50-100 mg/l) compared to autoclaved medium. There were no any important differences between in all treatments in multiplication rate and leaf number.



**Figure 1.** Cultured shoot tip explant and Gardenia shoots on autoclaved(A) and microwaved medium(B,6min; C,10 min) in the first experiment





**Figure 2.** Growth of gardenia shoots on chlorine sterilized media with NaOCl contains different doses of (a,0.002; b,0.005; c,0.01; d,0.02 m/v )active Chlorine and NaDCC (e,25; f, 50; g, 100; h, 200 mg/l) and autoclaved sterized media (i)

**Table 1.** Effect of microwave sterilization time on the growth of in vitro gardenia shoots

	Shoot length (mm)	Multiplication rate (shoot/expl)	Leaf number	Shoot quality	Shoot fresh weight (mg/expl.)	Shoot dry weight (mg/exp.)
Autoclaved	34,3 ±5,21 a	10,3± 2,1	54,9±10,2	3,8±0,7a	967,2± 205,7 a	106,4 ± 19,5 a
Microwaved 6 min.	22,9±2,0 ab	9,7 ± 2,6	50,6±13,1	2,3±0,3 b	674,4±145,5 ab	77,7± 13,1 ab
Microwaved 8 min.	24,2±2,1 ab	8,5 ± 2,1	53,0±5,3	2,5± 0,2 b	489,6±100,2 ab	61,2 ± 8,1 ab
microwaved 10 min.	22,2±1,4 b	9,8 ± 4,1	56,8±15,9	2,3±0,3b	456,3 ± 51,6 b	57,7± 6,1 b

Mean values followed by the same letter in the column do not differ statistically in Duncan's MRT with 5% significance.

**Table 2.** Effect of NaOCl doses contain different active chlorine concentration and NaDCC (mg/l) on growth parameters of in vitro *G. jasminoides* shoots.

Chlorine agents	Shoot length (mm)	Multiplication rate (shoot/exp)	Total Leaf number	Shoot quality	Fresh weighth (mg/exp)	Dry weighth (mg/expl)
NaOCl (0,002% ac. Chl.)	30,8±0,8 ab	6,8 ± 0,9	40,2 ± 3,8	3,6±0,1 ab	368,5±15,7 ab	61,0 ± 5,1 ab
NaOCl (0,005% ac. Chl.)	28,2±1,6 b	7,3 ± 0,2	43,2 ± 2,9	3,5 ± 0,1 ab	330,5±13,3 ab	52,6±2,9 abc
NaOCl ( 0,01% ac. Chl.)	29,7±1,1 b	9,8 ± 3,7	46,1 ± 1,5	3,6 ± 0,3 a	339,2±55,1 ab	56,2±11,2 abc
NaOCl (0,02% act. Chl)	40,2±3,4 a	7,6 ± 2,2	44,2 ± 9,0	4,4 ±0,3 a	464,5±52,3 a	71,8±6,13 a
NaDCC (25 mg/l)	15,0±2,2 cd	10,9 ± 1,3	53,9 ± 6,0	2,5 ± 0,2 cd	363,0±39,0 ab	43,6±4,6 bcd
NaDCC (50 mg/l)	14,1±2,2 cd	10,7 ± 1,9	50,3 ± 4,5	2,6±0,2 bcd	326,7±51,5 ab	38,2±4,4 cd
NaDCC5 (100 mg/l)	10,1±0,5 de	9,1 ± 2,7	41,1 ± 3,3	2,1 ± 0,5 d	263,3±32,8 b	29,6±4,5 d



NaDCC (200 mg/l)	6,7 ± 1,0 e	9,2 ± 1,1	49,4 ± 0,4	1,7 ± 0,2 d	322,1 ± 55,3 ab	32,7 ± 5,01 d
Autoclaved	19,0 ± 1,3 c	8,6 ± 2,1	50,0 ± 8,3	3,4 ± 0,2 abc	285,4 ± 32,9 b	38,0 ± 3,3 cd
Duncan	**	ns	ns	**	**	**

Mean values followed by the same letter in the column do not differ statistically in Duncan's MRT with 5% significance.

#### 4. Discussion

In our study, 25–45% evaporation losses and a very high contamination rate were determined as one of the most important disadvantages of the microwave sterilization method. Similarly, Venturieri, et al. (2013) stated that there was a contamination problem in microwave and sterilization under 15 minutes of sterilization time, and to overcome this, 2ml/l 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> should be added to the medium or the nutrient medium could be sterilized without contamination with a household microwave oven for more than 15 minutes. However, Vora and Jasrai (2012) successfully achieved sterilization of 200 ml of medium in four minutes with 900W power microwave oven. From these results, the most important criteria in microwave sterilization are the volume of the medium to be sterilized, the application time and the electrical power of the device (Youssef and Amin, 2001, Hicks, 2009). The difference between the reports and our results may have been caused by these factors. In these articles, there were no conclusions about the evaporation losses caused by microwave sterilization, but this drawback should be taken into account and final medium volume changes should be prevented and/or volume decreases of the nutrient medium should be regulated before sterilization. Addition of extra quantities of water may be required for smaller medium volumes before microwave sterilization for these medium volumes to arrive at the final correct volume after microwave treatment. The amount of additional water needed can only be determined by trial and error with selected containers, medium volumes and specific microwave units, there are no generally correct supplemental amounts. It has also been reported that there may be problems such as boiling and overflow in the microwave sterilization procedure (Venturieri, et al., 2013). It is thought that the contamination problem seen in microwaved medium may arise from the fact that some areas within the liquid medium are not fully affected by irradiation (Vadivambal and Jayas, 2010).

Our results, that there were no significant differences in shoot proliferation between explants grown on either autoclaved or microwaved media, are not in agreement with the findings of either Youssef, et al. (2001) or Vora and Jasrai (2012) who reported a higher multiplication rate

for explants grown on microwave media for populus and banana respectively. However, for explants grown on the autoclaved medium, shoot size, fresh weight, dry weight, and shoot quality criteria were superior compared to explants grown on medium with prolonged microwave radiation. These results are partially similar to Tisserat, et al. (1992), Arditti (2008), Venturieri, et al. (2013).

Sterilization of the medium with chemical agents was also one of the alternative sterilization methods. Yanagawa, et al. (2006) successfully sterilized nutrient medium with chlorine-based disinfectants. It was reported that 0.005%-0.001% active chlorine could be used in chrysanthemum, carnation, cymbidium, and phalaenopsis micropropagation cultures without contamination and without damaging the tissues. (Yanagawa, et al. 2006)

Similarly, Brondani, et al. (2013) reported that there were no statistical differences between autoclaved medium and medium sterilized with different dosages of NaOCl in terms of bacterial and fungal contamination and the number of shoots per explant and explant shoot length criteria were also not different for explants where 0.001% to 0.003% active chlorine concentrations were sufficient for medium sterilization. Teixeira, et al. (2006) reported that contamination was prevented and the number of shoots and fresh weight in pineapple explants doubled compared to pineapple explants grown on autoclaved medium.

However, Ribeiro, et al. (2011) explained that satisfactory sterilization of the nutrient medium was achieved only at a higher NaOCl concentration (0.003%). Concerning shoot length for cultured *Sequoia sempervirens*, they obtained longer branches from explants grown on the nutrient medium sterilized in the autoclave, but all of the explants grown on medium sterilized with different dosages of NaClO produced a significantly greater number of branches. Combining these figures, there would be 13.75cm of total branch for the NaClO sterilized medium that presented the best results and 11.9cm of total branch for the treatment in which the nutrient medium was autoclaved - values favorable to the NaClO sterilized medium.

In addition, in the study conducted with *Gerbera hybrida* 'Essandre', it was found that contamination was completely controlled with a 0.003% active chlorine concentration. There were no significant differences in the number of leaves, number of roots, or shoot length between the plantlets growing on the autoclaved nutrient medium and those growing on the medium sterilized with NaOCl, but plants grown on autoclaved medium were superior in terms of dry matter. (Pais, et al. 2016).

The results obtained from this experiment were consistent with the reports described above. In the present study, the active chlorine concentration provided by NaOCl added to the nutrient medium was between (0.005% -0.015%). Since this dosage range was above the previously

recommended dosage of 0.003% active chlorine, there were no problems with the sterility or contamination of the medium.

In vitro gardenia plantlets growing in NaOCl-supplemented medium were not adversely affected by increasing active chlorine concentrations. Shoot length, growth quality, and fresh and dry weights observed in gardenia explants grown on medium supplemented with 0.015% active chlorine concentration indicated that the gardenia micro shoots were not affected by increasing chlorine concentration (at least within all concentrations in this trial). The superiority of NaOCl-supplemented media over autoclaved media is in agreement with the reports of Yanagawa et al. (2006), Teixeira et al. (2006), Ribeiro, et al. (2011).

However, the reports of Pais, et al. (2016) and Broydani, et al. (2013) with gerbera daisy and with eucalyptus, respectively and our results with gardenia in vitro do not exactly match. The reported results with gerbera daisy and eucalyptus showed that depending on the plant species, NaOCl applications and concentrations may have differing effects on in vitro growth. Gardenia plantlets were not affected by increasing active chlorine concentration in our experiments.

In this research project, another chemical added to the nutrient medium for sterilization was NaDCC, which is used for the disinfection of both drinking water and the water in swimming pools, as well as food industry surface sterilization (WHO, 2008). This substance was found to be more effective than NaOCl in explant surface disinfestation in tissue culture, and when 0.01% (w/v) NaDCC was added to the medium to sterilize it, both the growth rate and the quality of main and side shoots of *Spathiphyllum* plantlets were found to be better than for plantlets grown on medium sterilized with NaOCl (Parkinson, et al. 1996).

Yanagawa, et al., (2006) used NaDCC and other chlorine-containing compounds in chrysanthemum, carnation, phalaenopsis, cymbidium culture, and they reported that all Cl-containing substances provide sterilization of the nutrient medium and did not cause damage to plant tissues when compared to plants grown on autoclaved media. In our study, NaDCC medium sterilization was as effective as either autoclaving or NaOCl medium sterilization; complete sterilization was achieved. This efficacy of NaDCC in sterilization is consistent with the previously-mentioned reports. Narasimhan and Shetty, (2021) explained that NaDCC provides superficial sterilization of the nutrient medium and explants due to its effect on bacteria and fungi.

Since the in vitro shoot quality and growth (length-dry weight) of gardenia explants grown in the NaDCC medium lagged behind explants grown on the NaOCl medium, our results do not exactly match the results of Parkinson, et al. (1996). On the other hand, another important

advantage of NaDCC is that it decomposes into ammonia and CO<sub>2</sub> easily and without harming the environment and it is very affordable and readily available (Narasimhan and Shetty, 2021).

## **5. Conclusions**

These experiments, conducted with *Gardenia jasminoides*, attempted to determine acceptable alternative methods of nutrient media sterilization rather than using an autoclave for sterilization. Microwave sterilization of medium had a number of problems. Medium sterilization was incomplete and inconsistent at all microwave intervals in the trials and loss of medium to both evaporation and boiling over in the microwave oven resulted in incorrect medium component concentrations. The explants also had poorer shoot quality and reduced growth compared to explants grown on autoclaved medium. Other methods, such as the use of a water container in the middle of microwave oven plate that will provide energy reserve (Venturieri, et al., 2013) and intermittent application of the irradiation time should be tried for more consistent sterilization of nutrient medium and to prevent boiling over or evaporation. Different volumes of nutrient medium and different containers also need to be evaluated. Sterilization with microwaves emerges as an alternative method that could be preferred due to several advantages: it is economical in small-scale micropropagation, it consumes less energy and completes the sterilization process in a short time, and microwave ovens are easily obtainable and much less expensive than autoclaves (Schepler, 2014).

Unlike the sterilization with microwaves, the sterilization of the nutrient medium was fully assured when either NaDCC or NaOCl were added as supplements to the medium at the dosages trialed. In the nutrient media where these two substances were added, both *in vitro* shoot quality and shoot development were equal to or superior to shoots grown on autoclaved medium. Therefore, both chemicals have a high potential use as an alternative to autoclaving media. Nevertheless, the importance of the plant species should not be forgotten in such studies, the applicability of the methods should be decided by trying them on different plant species. The authors declare no conflict of interest.

## **Acknowledgements**

This study was presented as a poster presentation at the VIII. National Ornamental Plants Congress

## References

- Arditti, J. (2008). *Micropropagation of Orchids*. Blackwell Publishing, 1: 106-109.
- Biswas, K. and Biswas, R. (2017). Micropropagation of *Lilium asiaticum* in an efficient low cost novel medium “KFA and KFA plus”. *International Journal of Applied Agricultural Research* 12(1), 33-41 [http://ripublication.com/ijaar17/ijaarv12n1\\_04.pdf](http://ripublication.com/ijaar17/ijaarv12n1_04.pdf)
- Brondani, G. E., de Oliveira, L.S., Bergonci, T., Brondani, A.E., França, F.A.M., da Silva, A.L.L. and Gonçalves, A.N. (2013). Chemical sterilization of culture medium: a low cost alternative to in vitro establishment of plants. *Scientia Forestalis* 41(98), 257-264 <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr98/cap11.pdf>
- Cardoso, J. C. and Imthurn, A. C. P. (2018). Easy and efficient chemical sterilization of the culture medium for in vitro growth of gerbera using chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>). *Ornamental Horticulture* 24(3), 218-224 <https://doi.org/10.14295/oh.v24i3.1222>
- Datta, S. K., Chakraborty, D. and Janakiram, T. (2017). Low cost tissue culture: An overview. *The Journal of Plant Science Research*, 33(2), 181-199 <https://search.proquest.com/scholarly-journals/low-cost-tissue-culture-overview/docview/1973308547/se-2?accountid=10919>
- Driver, J. A. and Kuniyuki, A. H. (1984). In vitro propagation of *Paradox* walnut rootstock. *HortScience* 19(4), 507-509.
- Hicks, A. J. (2009). *Asymbiotic Technique of Orchid Seed Germination* (2ed.) Orchid Seedbank Project.
- Kothari, V., Patadia, M. and Trivedi, N. (2011.) Microwave sterilized media supports better microbial growth than autoclaved media. *Research in Biotechnology* 2(5), 63-72.
- Mvuria, J. M. and Ombori, O. (2014). Low cost macronutrients in the micropropagation of selected sweet potato [*Ipomoea Batatas* (L.) Lam.] varieties. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences* 3(1), 89-101 <https://doi.org/10.15640/jaes>
- Özzambak, M. E., Zeybekoğlu, E., Gün, İ. and Kılıç, T. (2018). The effects of sucrose concentrations on in vitro micropropagation of *Spathiphyllum*. *Sakarya University Journal of Natural and Applied Sciences* 22(3), 1015- 1023 <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.348480>
- Özzambak, M. E. and Zeybekoğlu, E. (2020). Different applications in sterilizing of the nutrient medium in the micropropagation of ornamental plants. In A. Çığ (ed.), *Ornamental Plants in Different Approaches*, (pp. 361-395). IKSAD Publishing House.

- Pais, A. K., da Silva, A. P., de Souza, J. C., Teixeira, S. L., Ribeiro, J. M., Peixoto, A. R. and da Paz, C. D. (2016). Sodium hypochlorite sterilization of culture medium in micropropagation of *Gerbera hybrida* cv. Essandre. *African Journal of Biotechnology* 15(36), 1995-1998 <https://doi.org/10.5897/AJB2016.15405>
- Pan M. J. and Van Staden J. (1999). Effect of activated charcoal autoclaving and culture media on sucrose hydrolysis. *Plant Growth Regulation* 29(3), 135-141 <https://doi.org/10.1023/A:1006238300890>
- Parkinson, M., Prendergast, M. and Sayegh, A. J. (1996.) Sterilisation of explants and cultures with sodium dichloroisocyanurate. *Plant Growth Regulation* 20(1), 61-66 <https://doi.org/10.1007/BF00024060>
- Pierik R.L.M (1989). *In vitro Culture of Higher Plants*. Martinus Nijhoff Publishers.
- Prijana, C., Mulyana, Y. and Hidayat, B. (2016.) Roles of microwave oven in preparing microbiological growth media. *Althea Medical Journal* 3(1), 1-5 <https://doi.org/10.15850/amj.v3n1.469>
- Purohit S. D., Teixeira da Silva, J.A. and Habibi, N. (2011). Current approaches for cheaper and better micropropagation techniques. *Int J Plant Dev Biol* 5(1), 1-36.
- Ribeiro, J. M., Teixeira, S. L. and Bastos, D. C. (2011). *In vitro* culture of *Sequoia sempervirens* L. on nutritive media sterilized with sodium hypochlorite. *Ciência Florestal* 21(1), 77-82.
- Narasimhan, S. and Shetty, S. C. (2021). Sodium dichloroisocyanurate: an eco-friendly chemical alternative for media autoclaving and explant sterilisation in plant tissue culture. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences* 12(1), 107-12. <https://pharmascope.org/index.php/ijrps/article/view/3943/9910>
- Sanborn, M. R., Wan, S.K. and Bulard, R. (1982). Microwave sterilization of plastic tissue culture vessels for reuse. *Applied and environmental microbiology* 44(4), 960-964 <https://aem.asm.org/content/44/4/960>
- Savangikar, V.A. (2004). Role of low cost options in tissue culture. In *Low cost options for tissue culture technology in developing countries*. Proceedings of a Technical Meeting organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture (pp. 11-15.) <https://www.iaea.org/publications/6806/low-cost-options-for-tissue-culture-technology-in-developing-countries>
- Sawyer, H. and Hsiao, K. (1992). Effects of autoclave-induced carbohydrate hydrolysis on the growth of *Beta vulgaris* cells in suspension. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 31(1), 81-86 <https://doi.org/10.1007/BF00043479>

- Shareef, S. A., Hamasaeed, P. A. and Ismaeil, A. S. (2019). Sterilization of culture media for microorganisms using a microwave oven instead of autoclave. *Rafidain Journal of Science* 28(1): 1-6. <https://doi.org/10.33899/rjs.2019.159390>
- Schenk N., Hsiao, K. C. and Bornman, C. H. (1991). Avoidance of precipitation and carbohydrate breakdown in autoclaved plant tissue culture media. *Plant Cell Reports* 10(3), 115-119 <https://doi.org/10.1007/BF00232040>
- Scheppler, J. A. (2014). Watts Cooking: Using a microwave to prepare bacterial media for inquiry-based experiments. *Staff Publications & Research*. 2. [http://digitalcommons.imsa.edu/sir\\_staffpr/2](http://digitalcommons.imsa.edu/sir_staffpr/2)
- Teixeira, S.L., Ribeiro, J.M. and Teixeira, M. T. (2006). Influence of NaClO on nutrient medium sterilization and on pineapple (*Ananas comosus* cv Smooth cayenne) behavior. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 86(3), 375-378 <https://doi.org/10.1007/s11240-006-9121-3>
- Thepsithar, C. and Thongpukdee, A. (2013). Sterilization of hyponex medium by chemicals without autoclaving and growth of *Phalaenopsis* protocorms. *World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Bioengineering and Life Sciences* 7(6), 403-406 <http://doi.org/10.5281/zenodo.1058635>
- Thepsithar, C., Thongpukdee, A. and Daorat, A. (2013). Sterilization of in vitro culture medium of *Chrysanthemum* by plant essential oils without autoclaving. *World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Bioengineering and Life Sciences* 7(8), 802-805 <https://doi.org/10.5281/zenodo.1086765>
- Tisserat, B., Jones, D. and Galletta P. D. (1992). Microwave sterilization of plant tissue culture media. *Hortscience* 27(4), 358-361 <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.4.358>
- Tiwari, A.K., Tripathi, S., Lal, M. and Mishra, S. (2012). Screening of some chemical disinfectants for media sterilization during in vitro micropropagation of sugarcane. *Sugar Tech* 14(4), 364–369 <https://doi.org/10.1007/s12355-012-0178-5>
- Trivedi, N., Patadia, M. and Kothari, V. (2011). Biological applications of microwaves. *International Journal of Life Sciences and Technology* 4(6), 37-46
- Vadivambal, R. and Jayas, D. S. (2010). Non-uniform temperature distribution during microwave heating of food materials—A review. *Food and bioprocess technology*, 3(2), 161-171. <https://doi.org/10.1007/s11947-008-0136-0>
- Venturieri, G. A., Venturieri, A. R. and Leopoldo, G. (2013). Sterilization of culture media for orchids using a microwave oven. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant* 49(2), 137-144 <https://doi.org/10.1007/s11627-012-9470-z>



- Vora, N. C. and Jasrai, Y. T. (2012). Microwave oven based sterilization of media for micropropagation of banana. *CIBTech Journal of Biotechnology* 1(2-3), 18-21  
<http://www.cibtech.org/J-Biotechnology/PUBLICATIONS/2012/Vol-1-No-2-3/04-003...Vora...Microwave...Banana...18-21.pdf>
- Wang X. J. and Hsiao, K. C. (1995). Sugar degradation during autoclaving: Effects of duration and solution volume on breakdown of glucose. *Physiologia Plantarum* 94(3), 415-418  
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1995.tb00947.x>
- World Health Organization (WHO) (2008). Sodium dichloroisocyanurate in drinking-water, Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization (WHO/HSE/AMR/08.03/3)  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/sodiumdichloroisocyanuratesum\\_2nadd.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/sodiumdichloroisocyanuratesum_2nadd.pdf)
- Yanagawa, T., Tanaka, R. and Funai, R. (2006). Simple micropropagation of ornamentals by direct application of chlorine disinfectants without equipment. *Acta Horti* 764, 289-298 <https://doi.org/10.17660/ActaHort.2007.764.40>
- Youssef, E. M. A. and Amin, G. A. (2001.) Microwave sterilization of tissue culture media. *Acta Horti* 560, 513-516 <https://doi.org/10.17660/ActaHort.2001.560.104>

## Farklı Jel Yapıcı Maddelerin *Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval Mikro Çoğaltımında Sürgün Rejenerasyonu ve Gelişimi Üzerine Etkisi

### The Effect of Different Gelling Agents on Shoot Regeneration and Development in *Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval Micropropagation

 Merve KABAKCI<sup>1</sup>,  Cansu DİNDAR<sup>1</sup>,  Uğur ŞİRİN<sup>1</sup>,  
 Mustafa Ercan ÖZZAMBAK<sup>2</sup>

#### Özet

Sukulent bitkiler, yapraklarında, gövdelerinde veya köklerinde su depolayabilen ve dayanıklı yapıda olmasıyla birlikte süs bitkisi olarak oldukça önemli yere sahiptir. *Xanthorrhoeaceae* familyasına ait *Haworthia cymbiformis* dikkat çekici yaprakları ile estetik görüntüsünün yanında bakımının kolaylığı gibi avantajlarıyla ön plana çıkan ve süs bitkisi olarak kullanılan ticari değeri yüksek bir sukulent türüdür.

Son yıllarda süs bitkilerinin ticari üretimi, mikroçoğaltım ile yapılabilmektedir. Besin ortamlarını yarı katı hale getirmek için kullanılan jel yapıcı maddelerin niteliği, cinsi ve konsantrasyonu *in vitro* kültürde besin alınımını dolayısıyla gelişmeyi ve çoğalmayı etkileyen en önemli faktörlerdendir. Bu çalışma da farklı jel yapıcı maddelerin sürgün gelişmesi ve çoğalması üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada Plant Agar (9 g/l), Agar (8 g/l), Agar Gellan (4 g/l), Gelzan (2 g/l), Carrageenan (10 g/l), Bacto Agar (8 g/l) ve Gelrite (3 g/l) olmak üzere 7 farklı jel yapıcı madde belirtilen konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Denemede 3 mm boyunda 2 yapraklı *in vitro* köksüz yavru bitkicikler eksplant olarak kullanılmış, 1 mg/l BAP ve 0,1 mg/l NAA ilave edilen MS bazal ortamına 7 farklı jel yapıcı maddenin eklenmesiyle oluşturulan besin ortamlarında 8 hafta süresince kültüre alınmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve kültür sonunda, kültüre alınan bitkiciklerin morfolojik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Eksplant başına yavru bitki sayısı (kardeş sayısı/eksplant) (adet), sürgün boyu (cm), I. boy (2.0 < cm üzeri), II. boy (1.0-2.0 cm), III. boy (1.0 > cm) yavru bitki adedi, kök uzunluğu (cm), köklenme oranı (%) ve vitrifikasyon oranı (%) parametreleri incelenerek ölçümleri yapılmıştır.

Deneme sonucunda; en fazla eksplant başına yeni oluşan yavru bitki sayısı 30.6 adet ile Agar Gellan kullanılan besin ortamından elde edilirken en düşük kardeşlenme 3.33 adet ile Carrageenan kullanılan besin ortamından elde edilmiştir. En uzun sürgün uzunluğu 1.16 cm ile Plant Agar içeren besin ortamında meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra en uzun kök uzunluğu Bacto Agar içeren besin ortamında 0.76 cm olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *In vitro*, rejenerasyon, yarı katı, agar, sukulent

#### Abstract

Succulent plants have a very important place as ornamental plants because they can store water in their leaves, stems or roots and have a durable structure. Belonging to the *Xanthorrhoeaceae* family, *Haworthia cymbiformis* is a succulent species with high commercial value, used as an ornamental plant and stands out with its advantages such as easy care as well as its aesthetic appearance with its eye-catching leaves.

In recent years, commercial production of ornamental plants can be done by micropropagation. The quality, type and concentration of gelling agents used to make nutrient media semi-solid are the most important factors affecting nutrient uptake and therefore development and proliferation in *In vitro* culture. For the reason explained above, this study aimed to determine the effects of different gelling agents on development.

In the research, 7 different gelling agents were used: Plant agar (9 g/l), Agar (8 g/l), Agar Gellan (4 g/l), Gelzan (2 g/l), Carrageenan (10 g/l), Bacto Agar (8 g/l) and Gelrite (3 g/l). In the experiment, 3 mm long, 2-leaf rootless *in vitro* tiny plantlets were used as explants and cultured for 8 weeks in nutrient media created by adding 7 different gelling agents to MS basal medium supplemented with 1 mg/l BAP and 0.1 mg/l NAA. The experiment was carried out with 3 replications and at the end of the culture, changes in the morphological characteristics of the cultured plantlets were examined. Within the scope of morphological features; the number of shoots per explant (tillering-number), shoot length (cm), root length (cm), rooting rate (%) and vitrification rate (%) parameters were examined and measured.

As a result of the experiment, total the highest number of shoots per explant was obtained from the nutrient medium using Agar Gellan with 30.6 shoots, while the lowest number of shoots was obtained from the nutrient medium using Carrageenan with 3.33 shoots. The longest shoot length was 1.16 cm and occurred in the nutrient medium containing Plant Agar. In addition, the longest root length was determined as 0.76 cm in the nutrient medium containing Bacto Agar.

**Keywords:** *In vitro*, regeneration, semi solid, agar, succulent

Geliş Tarihi: 01.10.2024, Düzeltme Tarihi: 24.10.2024, Kabul Tarihi: 13.11.2024

Adres: <sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 09970, Aydın, Türkiye, <sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü.

E-mail: mervekabakci1401@gmail.com

## 1. Giriş

Sukulentler, morfolojik olarak kuraklığa adaptasyonu yüksek olan, çeşitli organlarında su depolayabilen dokuya sahip, yaprakları kalın, etli ve sulu yapıda bitkilerdir (Grace, 2019; Kharrazi vd., 2024). *Asphodelaceae* familyasına ait *Haworthia* cinsinin bitkileri, çok yıllık ve monokotiledon sukulentler grubundadır ve çeşitli türleri Güneydoğu Afrika, Namibya ve Madagaskar'da dağılmıştır (Bayer, 1982; Kharrazi vd., 2024). Düşük ışık koşullarında büyümesi ve kuraklığa dayanıklı olması, estetik görüntüsü nedeniyle iç mekanlarda bakımının sağlanabilmesi bu sukulent grubunu ön plana çıkarmaktadır (Cabahug vd., 2018). Bu familyadan olan *Haworthia cymbiformis* dikkat çekici yaprakları ile süs bitkisi olarak kullanılan ticari değeri yüksek bir sukulent türüdür. *Haworthia cymbiformis* yavrular üretir ve stolonludur; yavruların ayrılması (bölünmesi) ve yaprak çelikleri ile çoğalabilse de, çoğalma kapasitesi o kadar yüksek değildir (Iizumi ve Amaki, 2011). Bu bağlamda bazı süs bitkisi türlerinde hızlı ve kitlesel üretim mikroçoğaltım yani *in vitro* üretim yolu ile sağlanabilmiştir. Mikro çoğaltım yöntemi, bitkilerin ihtiyaç duydukları makro ve mikro elementler, su, şeker, bazı vitaminler ve bitki büyüme düzenleyiciler içeren yapay besin ortamlarında gelişim göstermesiyle, hastalıklardan arı olarak hızlı ve çok miktarda üretimine olanak sağlamaktadır (Charnysh vd., 2016).

Mikroçoğaltım ile üretimde genetik iyileştirmelerde kullanılan temel sistem bitki rejenerasyonudur. Bitki rejenerasyonu, bitkilerde dokunun fizyolojik olarak yenilenmesi, onarılması veya değiştirilmesi anlamına gelir (Ikeuchi vd., 2016). Rejenerasyon, tek bir dokudaki yarayı onarmaktan, birden fazla dokudan, organdan veya hatta bireylerden oluşabilen tamamen yeni bir yapı geliştirmeye kadar değişebilir (Ikeuchi vd., 2016; Sena, 2014; Mohamed vd., 2021). Bitki rejenerasyonunu etkileyen kimyasal faktörler; *in vitro* kültürde kullanılan besin ortamları, şeker, jel yapıcı maddeler, besin ortamının pH'sı, bitki büyüme düzenleyici maddeler ve fenolik bileşikler olarak sıralanabilmektedir. Bu kimyasal faktörlerin bitki türlerine göre değişmekle birlikte farklı içeriklere sahip olmaları nedeniyle bitki rejenerasyonu üzerinde farklı etkileri mevcuttur.

Kültür ortamına eklenen jel yapıcı maddeler, ortamı katı veya yarı katı hale getirerek sertleştirir ve eksplantların gelişimini sağlayabileceği yüzey oluştururlar. Bu maddeler, kültüre alınan eksplantların solunumu için gerekli havayla teması sürdürmek için gerekli fiziksel desteği sağlaması, büyüme desteklemesi, kültür ortamındaki besin çözünürlüğünü ve eksplantların bu besinleri absorbe etme yeteneğini düzenlemedeki rolleri nedeniyle en önemli unsurlardan biridir (Bhatia ve Ashwath, 2005; Sah vd., 2014; Jain vd., 2009; Nery vd., 2021;

Mohamed vd., 2021; Kim vd., 2023). Tüm bunların yanında jel yapıcı maddelerin türü ve konsantrasyonlarındaki değişiklikler de rejenerasyon kapasitesini etkilemektedir. Çeşitli konsantrasyonlarda jelleştirici maddelerin eklenmesiyle, eksplantlardaki sürgün rejenerasyonu ve sürgün uzunluğu, ortamın nem rejiminin kontrolünün yanında aynı jelleştirici maddenin farklı markaları arasında bile morfolojik tepkilerde farklılıklar bildirilmiştir (Bhatia ve Ashwath, 2005; Sulusoglu, 2014; Das vd., 2015; Repalli vd., 2019; Mohamed vd., 2021; Kim vd., 2023). Ayrıca jel yapıcı maddelerin farklı türleri, kültürdeki sürgünlerin ve yaprakların kırılma hale gelmesine ve camsı bir görünüme (vitrikasyona) sahip olmasına neden olabilirler (Amer ve Omar, 2019; Mohamed vd., 2021).

Bitki doku kültüründe jel yapıcı maddelerden yaygın olarak Agar, Agaroz, Aljinat, Phytigel, Gelrite, Silikajel, Jelatin, Plant Agar, Agar Gellan, Gellan Gum, Gelzan, Carrageenan, Bacto agar ve nişasta kullanılmaktadır (Babaoğlu vd., 2001). Farklı jel yapıcı maddelerin bitki rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmış olup farklı etkiler gösterebileceği belirtilmiştir. Örneğin *Centaurea tchihatcheffii* ve *Papaver rhoeas* tohumlarının *in vitro* kültüründe en yüksek sürgün sayısı agar ile katılaştırılmış ortamlardan elde edilmiştir (Tıprıdamaz vd., 2006; Akın, 2011). Soare (2008) *Pteridophyta* bölümüne ait eğrelti türlerinde sporofit ve gametofit farklılaşmasındaki değişimlerinde, agar kullanılan besin ortamının daha geniş kolonilerin oluşumunda fiziksel olarak destek sağladığını belirtmiştir. Selluka (İzmir sarmaşığı) *Vigna caracalla* L. Verdc. tohumlarının Gelrite veya Plant Agar içeren MS besin ortamlarında kültüre alınmasının sonucunda en yüksek kök rejenerasyonu, en yüksek çoğaltım katsayısı ve yaprak boyu Plant Agar içeren besin ortamında meydana gelirken çoklu sürgünler Gelrite ilave edilen MS besin ortamında meydana gelmiştir (Güngör vd., 2020). *Liriope platyphylla*, meristem eksplantlarının *in vitro* kültüründe Gellan gum, Plant agara göre sürgün rejenerasyonu ve sürgün uzunluğu açısından daha iyi bir performans gösterdiği belirtilmiştir (Kim vd., 2023). *Haworthia fasciata* Haw., *Haworthia fasciata* 'Alba', *Haworthia koelmaniorum*, *Haworthia limifolia*, *Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval ve *Haworthia turgida* Haw. türlerinin mikroçoğaltım aşamalarında jel yapıcı madde olarak agar ve agarın farklı konsantrasyonları (7 g/l, 8 g/l, 10 g/l) besin ortamına eklenerek başarılı sonuçlara ulaşılmıştır (Beyl ve Sharma, 1983; Mycock vd., 1997; Lizumi ve Amaki, 2011; Liu vd., 2017; Solmaz, 2022). *Haworthia splendens* türünün mikroçoğaltımında ise besin ortamını jelleştirmek amacıyla Gelrite (2 g/l) kullanılmış ve kallus oluşumu meydana gelmiştir (Reshma vd., 2020).

Bu çalışmada *Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval türünün *in vitro* koşullarda mikroçoğaltımında farklı içerikteki jel yapıcı maddelerin eksplantlarda sürgün rejenerasyonuna

etkisinin belirlenmesi, birbirleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada ayrıca jel yapıcı maddelerin sürgün gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 1. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Süs Bitkileri Islahı ve Yetiştiriciliği Anabilim Dalı doku kültürü laboratuvarında Eylül- Kasım 2023 döneminde yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak daha önce doku kültüründe yetiştirilmiş *Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval türüne ait 3 mm boyunda 2 yapraklı *in vitro* köksüz yavru sürgünler (bitkicikler) eksplant olarak kullanılmıştır. Denemede jel yapıcı madde olarak Plant Agar, Agar, Agar Gellan, Gelzan, Carrageenan, Bacto Agar ve Gelrite kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntem

*Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval türünün farklı jel yapıcı maddeler kullanılarak *in vitro* koşullarda kültüre alınması sonucu jel yapıcıların regenerasyon etkisini belirlemek amacı ile öncelikli olarak besin ortamlarının hazırlanması ile işe başlanmıştır.

#### 2.2.1. Besin ortamı hazırlanması

*In vitro* çalışmalar için kullanılan tüm besin ortamları ve kullanılan malzemeler aseptik koşullar altında hazırlanmıştır. Deneme besin ortamlarının hazırlanmasında hazır MS besin ortamına 1 mg/l BAP ve 0.1 mg/l NAA ilave edilmiş ve karbon kaynağı olarak 30 g/l sakkaroz kullanılmıştır. Bu bazal MS ortamına 7 farklı jel yapıcı madde eklenmiştir. Jel yapıcı madde olarak Plant agar (9 g/l), Agar (8 g/l), Agar Gellan (4 g/l), Gelzan (2 g/l), Carrageenan (10 g/l), Bacto Agar (8 g/l) ve Gelrite (3 g/l) kullanılmıştır. Bütün uygulamalarda, besin ortamı otoklavlanma işleminden önce pH 5.7' ye ayarlanmıştır. Besin ortamlarına eklenen jel yapıcı maddelerin erimesi için mikrodalgadan yararlanılmış olup kültür kabı olarak 330 ml'lik cam kavanozlar tercih edilmiştir. Hazırlanan besin ortamları kültür kaplarına 40 ml olacak şekilde döküldükten sonra sterilizasyonu 121°C sıcaklıkta 20 dk süre ile 1.2 atmosfer basınçta otoklavda gerçekleştirilmiştir.

#### 2.2.2. Eksplantların kültüre alınması

Her her bir kültür kabına, *in vitro* koşullarda çoğaltılan, 3 mm boyunda ve 2 yaprak bulunduran 3'er adet köksüz yavru bitkicikler (sürgünler) kültüre alınmış, her bir kültür kabı 1 tekerrür olarak kabul edilmiştir. Kültüre alınmış eksplantlar, 1200 lüks ışık şiddeti altında, 14

saat/gün aydınlık ortamda, 24±2°C sıcaklıkta ve nisbi nemi %65±5 olan kültür odasında 8 hafta süresince inkübe edilmişlerdir.

### 2.2.3. Çalışmada İncelenen Parametreler

Araştırmada 7 farklı jel yapıcı maddenin etkisini belirlemek amacıyla oluşturulan besin ortamlarında 8 hafta kültüre alınan bitkiciklerin morfolojik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Morfolojik özellikler kapsamında; eksplant başına yavru bitki adedi (kardeş sayısı/eksplant) (adet), sürgün boyu (cm), I. boy (2.0 cm<), II. boy (1.0-2.0 cm), III. boy (1.0 cm>) yavru bitki adedi, kök uzunluğu (cm), köklenme oranı (%) ve vitrifikasyon oranı (%) parametreleri incelenerek ölçümleri yapılmıştır. Kültüre alınan bitkiciklerin her birinin oluşturduğu sürgünleri ayrılarak sürgün boyu cetvel ile ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Ayrıca sürgün boyu ölçümlerinde sürgünler büyük boy (2.0 cm<), orta boy(1-2 cm), küçük boy (1 cm>) olarak gruplandırılarak adetleri belirlenmiştir. Eksplantlarda kök oluşturanların adedi belirlenerek köklenme oranı (köklenen eksplant/dikilen eksplant\*100) ve oluşan en uzun kökün uzunluğu (cm) ölçülmüştür. Vitrifikasyon oranı da camsılaşma gösteren eksplant adedinin /dikilen eksplanta oranının yüzdesi olarak belirlenmiştir.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler SPSS programında varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar Duncan çoklu testi ile  $p \leq 0.05$  seviyesinde karşılaştırılmıştır.

### 3. Bulgular

*Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval türünün *in vitro* çoğaltımında 7 farklı jel yapıcı maddenin sürgün rejenerasyonu üzerinde etkisini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada incelenen parametrelerden elde edilen istatistiki analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

*Haworthia cymbiformis* türünün *in vitro* çoğaltımında 7 farklı jel yapıcı maddenin sürgün rejenerasyonu üzerinde etkisini belirlemek amacıyla kültüre alınması sonucunda eksplant başına yeni oluşan yavru bitki sayısı bakımından en yüksek kardeşlenme meydana gelen besin ortamı içeriği 30.66 ile Agar Gellan kullanılan besin ortamıdır. Agar Gellan içeriğinden sonra önemli kardeşlenme sayısına sahip besin ortamları Bacto Agar, Gelzan ve Agar içeren besin ortamlarında karşılaşılmıştır. En düşük yavru bitki oluşumu ise 3.33 adetle Carrageenan ile jelleştirilmiş besin ortamından elde edilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** *Haworthia cymbiformis* türünün *in vitro* kültüründe farklı jel yapıcı maddelerin etkileri.

UYGULAMA	EBYS (adet)	SB (cm)	I.Boy sürgün 2 cm< (adet/eksp)	II.Boy sürgün 1-2 cm	III.Boy sürgün 1 cm>	KU (cm)	KO (%)	VO (%)
----------	----------------	------------	--------------------------------------	----------------------------	----------------------------	------------	-----------	-----------

				(adet/eksp)	(adet/eksp)			
Plant agar	13.77bc	3.50	4.11	5.77abc	3.89b	2.26	100	0
Agar	15.77b	1.96	2.66	3.44abc	9.66b	1.16	100	0
Agar Gellan	30.66a	2.13	1.00	6.55ab	23.11a	1.06	100	20
Gelzan	17.55b	2.53	0.89	8.33a	8.33b	1.63	75	0
Carrageenan	3.33c	1.83	0.55	0.66c	2.11b	0.50	25	25
Bacto Agar	18.00b	3.23	3.11	6.44ab	8.44b	2.30	60	20
Gelrite	9.89bc	2.26	0.11	2.11bc	7.66b	0.70	60	60

EBYS: eksplant başına yavru bitki sayısı ( kardeş adedi/eksplant), SB: sürgün boyu, KU: kök uzunluğu, KO: köklenme oranı, VO: vitrifikasyon oranı

*Haworthia cymbiformis* türünün kültüre alınan bitkiciklerinin her birinin oluşturduğu sürgünleri ayrılarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda en uzun sürgün boyu Plant Agar içeren besin ortamında 3.50 cm olarak elde edilmiştir. Plant Agar uygulamasından sonra sürgün boyu olarak Bacto Agar, Gelzan ve Gelrite ön plana çıkmıştır. En düşük sürgün boyu değeri 1.83 cm olarak Carrageenan içeriğine sahip besin ortamında meydana gelmiştir (Çizelge 1). En fazla yeni kardeş adedine sahip Agar Gellan besin ortamında elde edilen bitkiciklerin görünümü Şekil 1’de verilmiştir.

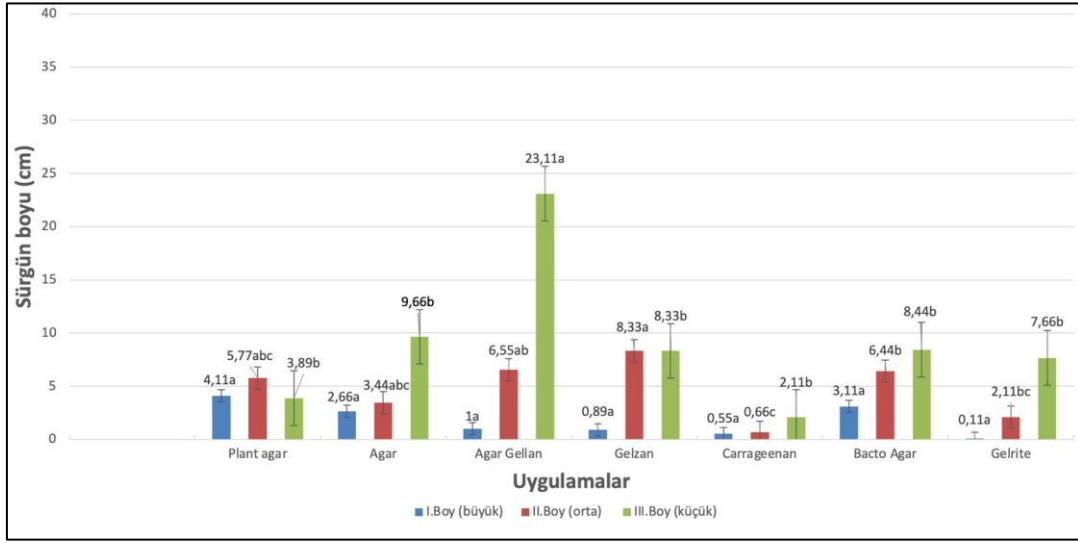


**Şekil 1.** *Haworthia cymbiformis* türünde en fazla yeni sürgün oluşan agar gellan besin ortamından elde edilen bitkiciklerin görünümü.

Kültürdeki eksplantlarda oluşan yeni yavru bitkilerin boy gelişimlerinin belirlenmesi amacı ile sürgün boyları 3 farklı boyda ölçülerek eksplant başına sayıları belirlenmiştir. Birinci boy (2 cm’den büyük) yavru bitki sayısı en fazla 4.11 adet/eksplant ile Plant Agar kullanılan besin ortamında meydana gelmiştir. İkinci boy olarak yani 1-2 cm arasındaki boya sahip yavru bitki sayısı belirlenmiş ve bu boy aralığına sahip sürgünler Gelzan besin ortamında 8.33 adet/eksplant olarak saptanmıştır. 1 cm’den küçük sürgün uzunluğuna sahip üçüncü boy yavru



bitki ise en fazla 23.11 adet/eksplant ile Agar Gellan besin ortamında meydana gelmiştir (Şekil 2).



**Şekil 2.** *Haworthia cymbiformis* türünün in vitro kültüründe büyük, orta ve küçük sürgün boyuna sahip yavru bitki adetlerinin uygulamalara göre değişimi

*Haworthia cymbiformis* türünün kültüre alınan bitkiciklerinde köklenme meydana gelmiştir. Her uygulamada bitkiciklerde oluşan kök parçalarının en uzununu cetvel ile ölçülerek alınan verilerin istatistiksel analiz sonucuna bakıldığında kök uzunluğunun elde edildiği uygulama Bacto Agar içeren besin ortamında 2.30 cm olarak belirlenmiştir. Bacto Agar içeren besin ortamını 2.26 cm ile Plant Agar ve 1.63 cm ile Gelzan takip etmiştir. Bununla birlikte uygulamalar içinde en düşük kök uzunluğu Carrageenan içeren uygulamada 0.50 cm olarak meydana gelmiştir. Kök uzunluğunun yanısıra tekerrürlerde kök oluşturan kültürler yüzde olarak hesaplanmıştır. Uygulamalar arasında %100 köklenme oranına sahip besin ortamları Plant Agar, Agar ve Agar Gellan içeren besin ortamlarından elde edilmiştir. En düşük köklenme oranına sahip besin ortamı % 25 köklenme oranı ile Carrageenan kullanılan besin ortamında meydana gelmiştir (Çizelge 1).

Bir diğer parametre olan vitrifikasyon oranında istatistiksel analiz yapılmamış olup tekerrürlerde vitrifikasyon oranı hesaplanmıştır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlara bakıldığında en yüksek vitrifikasyon oranı % 60 ile Gelrite bulunan besin ortamında meydana gelmiştir. Bununla birlikte hiç vitrifikasyona uğramayan besin ortamları da bulunmaktadır. Vitrifikasyon oranı %0 olan besin ortamları ise Plant Agar, Agar ve Gelzan içeren besin ortamları olmuştur (Çizelge 1). Vitrifikasyon oranı en yüksek çıkan Gelrite içeren besin ortamı Şekil 3’de verilmiştir.



**Şekil 3.** *Haworthia cymbiformis* türünün *in vitro* kültüründe en yüksek vitrifikasyon meydana gelen gelrite içeren besin kültür ortamının da sürgünlerin görünümü

#### 4. Tartışma ve Sonuç

*In vitro* kültürde bitkilerde dokunun yenilenmesi, onarılması veya değiştirilmesiyle sağlanan bitki rejenerasyonu için en önemli faktör besin ortamları ve bu besin ortamlarının içeriğidir. Besin ortamlarını, makro ve mikro elementler, su, şeker, jel yapıcı maddeler, bitki büyüme düzenleyiciler, besin ortamının pH'sı oluşturmaktadır. *In vitro* kültürde bitki rejenerasyonunu etkileyen kimyasal faktörlerin içerikleri ve konsantrasyonu rejenerasyon üzerine farklı etkileri bulunmaktadır. Jel yapıcı maddeler kültür ortamının kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Jel yapıcı maddeler besin ortamını katılaştırarak ortamın difüzyon özelliklerini etkiler bununla birlikte eksplantlara fiziksel destek sağlar.

Doku kültüründe besin ortamlarına eklenen bitki büyüme düzenleyicilerin bitki rejenerasyonunda yerin oldukça önemlidir. Bu çalışmada MS bazal ortamına 1 mg/l BAP ve 0.1 mg/l NAA kombinasyonu eklenerek eksplantların gelişebileceği besin ortamı sağlanmış ve farklı jel yapıcı maddelerin etkilerinin belirlenmeleri sağlanmıştır. Sitokinin grubuna dahil olan maddeler, özellikle de BAP hücre bölünmesini, aksilar ve adventif sürgün oluşumunu teşvik ederken, kök gelişimini engeller (Pierik 1989; Gürel vd., 2013; Eken, 2019). Oksin grubu bitki büyüme düzenleyicilerinden NAA ise hücre uzaması ile kallus oluşumunu teşvik etmek ve kök farklılaşmasını sağlamak amacıyla kullanılırlar (Gürel vd., 2013; Eken, 2019). Yapılan bu çalışmada *Haworthia cymbiformis* türünün *in vitro* kültüründe MS besin ortamına eklenen bitki büyüme düzenleyiciler ile 8 hafta kültürde kalan eksplantlarda rejenerasyon, kallus farklılaşması ve kök oluşumu gerçekleşmiştir. Nitekim benzer şekilde yapılmış olan bir

çalışmada *Haworthia truncata* türünün *in vitro* kültüründe MS besin ortamına eklenen 1 mg/l BA konsantrasyonu rejenerasyon yüzdesini ve rejenerasyon eksplant sayısını önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Kharrazi vd., 2024).

*Haworthia cymbiformis* mikroçoğaltımında jel yapıcı maddelerin sürgün rejenerasyonuna etkisini belirlemek için yapılan deneme sonucunda en fazla eksplant başına yavru bitki sayısı (kardeşlenme) 30.6 adet ile Agar Gellan kullanılan besin ortamından elde edilmiştir. Agar ve Gellan Gum poliploidleşme yoluyla *Arabidopsis thaliana*'daki kök uzamasındaki değişimi farklı şekilde etkilediğini göstermeyi ve farklılıklara neden olan temel faktörleri açıklamak için her bir jelleştirici maddedeki fiziko-kimyasal parametreleri incelemeyi amaçlayan bir çalışmada agar, poliploidilerin kök uzamasını Gellan Gum kullanılan ortama göre daha fazla teşvik ettiği bildirilmiştir. Bunun sebebinin agar ortamının su potansiyeli ve jel sertliği, Gellan Gum ortamından önemli ölçüde daha yüksek olması dolayısıyla meydana geldiğini belirtmişlerdir (Kikuchi vd., 2023). İki farklı pirinç çeşidinde (Sakha104 ve Giza178) rejenerasyonun çeşitli aşamaları üzerinde farklı jelleştirici maddelerin etkisi araştırılmış ve sonuç olarak Gellan Gum kullanılan ortam kallus rejenerasyonu için Agar ve Bacto Agara göre üstün olduğunu gösterdiği belirtilmiştir (Mohamed vd., 2021). *Rosa hybrida*, *Cordyline fruticosa* ve *Homalomena* sürgün kültürleri için farklı jel oluşturu maddelerle katılaştırılmış MS ortamlarında *in vitro* kültüre alınmış ve bu maddelerin hiçbir türün çoğalma oranını önemli ölçüde etkilemediğini belirtmişlerdir. Ancak 3.5 g/l Gellan Gum, *Homalomena* ve *Rosa hybrida* sürgün uzunluğunu; *Cordyline fruticosa* sürgünlerinin taze ağırlığını artırdığı bildirilmiştir (Podwyszynska ve Olszewski, 1995). Benzer jel yapıcı maddelerin besin ortamı içeriğine eklenmesiyle yapılan başka bir çalışmada ise *Liriope platyphylla*, meristem eksplantlarından bitki sürgünü organogenezi için MS ortamına eklenen Gellan Gum sürgün rejenerasyonu ve sürgün uzunluğu açısından iyi bir performans gösterdi. Gellan Gum 3 g/l kullanıldığında maksimum sürgün sayısı eksplant (5.8 adet) ve en uzun sürgün (45.8 mm) gözlenmiştir (Kim vd., 2023). Nitekim yapılan bu araştırma da 4 g/l Agar Gellan içeren MS besin ortamında en yüksek kardeşlenme sağlanmıştır.

Yapılan çalışmada *Haworthia cymbiformis in vitro* kültüründe en düşük kardeşlenme 3.33 adet ile Carrageenan kullanılan besin ortamından elde edilmiştir. *Comanthera mucugensis*'in çoğaltılmasında alternatif bir jelleştirici madde olarak  $\kappa$ -karragenan'ın etkisini değerlendirmek için yapılan bir çalışmada tohumlar ve gövde eksplantları, 7 g/l konsantrasyonda  $\kappa$ -karragenan ile jelleştirilmiş ortamda kültüre alınmış ve sonuç olarak  $\kappa$ -karragenan içeren ortamda yetiştirilen bitkilerin uzunluğunda bir artış gösterdiğini, doğrudan organogenezi iyileştirdiği ve sürgün oluşumunu teşvik ettiğini göstermiştir. Ayrıca,  $\kappa$ -

karragenan ile jelleştirme, kallus oluşumunun sıklığını artırmada etkili olduğu gibi en yüksek kallus rejenerasyonunu ve eksplant başına sürgün sayısını da sağladığını belirtmişlerdir (Carmo vd., 2023). Fakat 7 Farklı jel yapıcı maddenin rejenerasyon üzerine etkisinin karşılaştırıldığı bu çalışmada Carrageenan kullanılan besin ortamında incelenen tüm parametrelerde en düşük veriler elde edilmiştir. Bunun sebebi çalışmada MS besin ortamına 10g/l Carrageenan eklenmiş olması ve konsantrasyonunun yüksek gelmesi olabileceği düşünülmektedir. *In vitro* kültürde jel yapıcı maddenin türünün yanısıra konsantrasyonu da önemli bir etkidir. Yapılacak yeni çalışmalarda farklı konsantrasyonlarının kullanıldığı çalışmalar planlanabileceği önerilebilmektedir.

Jel yapıcı maddelerin etkisinin belirlendiği bu çalışmada en uzun sürgün boyu 3.50 cm ile Plant Agar içeren besin ortamında meydana gelmiştir. *Vigna caracalla* tohumlarının 7 g/l Plant Agar içeren besin ortamında kültüre alınmasının sonucunda sürgün ucu eksplantlarında en yüksek kök rejenerasyonu ve en yüksek çoğaltım katsayısı ve yaprak boyu besin ortamında meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca Plant Agar içeren MS besin ortamlarında kardeş sürgünler oluştuğu gözlemlenmiştir (Güngör vd., 2020). Nitekim yapılan bu çalışmada da en uzun sürgün boyunun yanında Plant Agar içeren besin ortamı en uzun kök uzunluğu olarak ikinci sırada yer almaktadır. Bu bağlamda çalışma bildirişle uyumlu sonuç vermiştir.

Yürütülen araştırma da diğer bir incelen parametre sonucu olarak en uzun kök uzunluğu Bacto Agar içeren besin ortamında 2.30 cm olarak saptanmıştır. *Juglans regia* L.'nin *in vitro* kültüründe Saadat vd. (2002) Difco Bacto agar jel yapıcı madde olarak kullanmış ve eksplantların rejenerasyon oranı ve gelişiminde önemli bir fark olmadığını saptamıştır. Buna karşılık, 2 farklı pirinç çeşidinde yapılan bir çalışmada sürgün rejenerasyonu için farklı jelleştirici maddeler arasında Bacto agar ile katlaştırılmış ortamın agardan önemli ölçüde daha yüksek kök rejenerasyonuna yol açtığı bulunduğu bildirilmiştir (Mohamed vd., 2021). Nitekim araştırmada da agara göre Bacto agar kök rejenerasyonunda önemli sonuç vermiştir.

Jel yapıcı maddelerin farklı türlerinin doku kültüründe kullanımında eksplantların şeffaf, kırılkan ve camsı bir görünüme (vitrifikasyona) neden olması istenmeyen bir durumdur. Gelrite içeren besin ortamında %60 vitrifikasyon oranı en yüksek vitrifikasyon durumu olarak meydana gelmiştir. Plant Agar, Agar ve Gelzan içeren besin ortamlarında hiç vitrifikasyon eksplant ortaya çıkmaması bu jel yapıcı maddelerin avantajlı olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak; *Haworthia cymbiformis in vitro* kültüründe 7 farklı jel yapıcı maddenin sürgün rejenerasyonu üzerinde etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada kullanılan jel yapıcı maddelerin mikroçoğaltımda farklı etkileri olduğu belirlenmiştir. Eksplant başına sürgün sayısının Agar Gellan, en uzun sürgün boyunun Plant agar ve en uzun kök

uzunluğunun Bacto agar içeren besin ortamlarında en iyi çıkması *in vitro* kültürde agar türevlerinin daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir. İncelenen tüm parametrelerde Carrageenan içeren besin ortamında en düşük sonuç vermesi besin ortamına eklenen Carrageenan konstrasyonu ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Jel yapıcı maddelerin *in vitro* kültürde bitki rejenerasyonu üzerinde etkisinin belirlenmesi sadece jel yapıcı maddelerin çeşitlerine değil, aynı zamanda besin ortamına eklenen konstrasyonlarına da bağlı olabilmektedir. Bununla birlikte *in vitro* kültürde tüm koşullar optimum sağlansa bile genotipe bağlı olarak sonuçların farklılık verebileceği unutulmamalıdır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Akın, B. (2011). *Papaver rhoeas* tohumlarının *in vitro* ortamda çimlenmesi üzerine farklı uygulamaların etkileri. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (026), 17-24.
- Amer, A., & Omar, H. (2019). In-vitro propagation of the multipurpose Egyptian medicinal plant *Pimpinella anisum*. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, 18, 254–262. [https://doi.org/10.4103/epj.epj\\_12\\_19](https://doi.org/10.4103/epj.epj_12_19)
- Babaoğlu, M., Yorgancılar, M., & Akbudak, M. A. (2001). Doku kültürü: temel laboratuvar teknikleri. *Bitki Biyoteknolojisi*, 1, 1-35.
- Bayer, M. B. (1982). *The new Haworthia handbook*. National Botanic Gardens of South Africa.
- Beyl, C. A., & Sharma, G. C. (1983). Picloram induced somatic embryogenesis in *Gasteria* and *Haworthia*. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 2, 123-132.
- Bhatia, P., & Ashwath, N. (2005). Effect of medium pH on shoot regeneration from the cotyledonary explants of tomato. *Biotechnology*, 4(1), 7-10. <https://doi.org/10.3923/biotech.2005.7.10>
- Cabahug, R. A. M., Nam, S. Y., Lim, K. B., Jeon, J. K., & Hwang, Y. J. (2018). Propagation techniques for ornamental succulents. *Flower Research Journal*, 26 (3), 90-101.
- Carmo, L. P., Moura, C. W. D. N., & Lima-Brito, A. (2023). Kültür ortamının K-Karragenan ile jelleşmesi, *Comanthera mucugensis* 'in (Giul.) *in vitro* üretiminin maliyetini iyileştirir ve azaltır. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 66, e23230191.
- Charnysh, M., Batuleu, A. V., & Demidchik, V. (2016). The effect of brassinosteroids on growth and development of *Phalenopsis* protocorm-like bodies.
- Das, N., Tripathi, N., Basu, S., Bose, C., Maitra, S., & Khurana, S. (2015). Progress in the development of gelling agents for improved culturability of microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 6, 698. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00698>
- Eken, L., Kabakçı, M., Dayar, İ., Şirin, U., & Özzambak, M. E. (2019). The effects of epibrassinolide and some other plant growth regulators on micropropagation of *Limonium sinuatum* (L.) Mill. *Researches in Landscape and Ornamental Plants*, 179-196.
- Grace, O. M. (2019). Succulent plant diversity as natural capital. *Plants, People, Planet*, 1 (4), 336-345.

- Güngör, H. H., Güler, B., Bayraktar, M., & Gürel, A. (2020). *Vigna caracalla* L. Verde bitkisinde *in vitro* klonal mikroçoğaltım. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20 (4), 753-767.
- Gürel, A., Hayta, Ş., Nartop, P., Bayraktar, M., & Fedekar. (2013). Bitki Hücre ve Organ Kültürü Uygulamaları. Ege Üniversitesi Yayınları No.58.
- Iizumi, M., & Amaki, W. (2011). Micropropagation of *Haworthia cymbiformis* through thin-cell-layer tissue culture. In Comb. Proc. Int. Plant Propagators' Soc (Vol. 61, pp. 288-291).
- Ikeuchi, M., Ogawa, Y., Iwase, A., & Sugimoto, K. (2016). Plant regeneration: cellular origins and molecular mechanisms. Development, 143(9), 1442-1451.
- Ikeuchi, M., Ogawa, Y., Iwase, A., & Sugimoto, K. (2016). Plant regeneration: cellular origins and molecular mechanisms. Development, 143, 1442–1451. <https://doi.org/10.1242/dev.134668>
- Jain, A., Poling, M. D., Smith, A. P., Nagarajan, V. K., Lahner, B., Meagher, R. B., & Raghothama, K. G. (2009). Variations in the composition of gelling agents affect morphophysiological and molecular responses to deficiencies of phosphate and other nutrients. Plant Physiology, 150, 1033–1049. <https://doi.org/10.1104/pp.109.136184>
- Kharrazi, M., Moghaddam, Z. S., Moradian, M., Safari, N., Khadem, A., & Sharifi, A. (2024). Optimization of the in-vitro culture protocol of *Haworthiopsis viscosa* and *Haworthia truncata* var. truncate. South African Journal of Botany, 169, 506-514.
- Kikuchi, S., Horiuchi, A., Nishimoto, Y., & Iwamoto, A. (2023). Different effects of gellan gum and agar on change in root elongation in *Arabidopsis thaliana* by polyploidization: The key role of aluminum. Journal of Plant Research, 136(2), 253-263.
- Kim, Y. C., Park, W. T., Sathasivam, R., Kim, H. H., Kim, J. K., & Park, S. U. (2023). Effect of media and gelling agents on shoot organogenesis of *Liriope platyphylla*. Journal of Phytology, 15, 52-56.
- Liu, B. L., Fang, H. Z., Meng, C. R., Chen, M., Chai, Q. D., Zhang, K., & Liu, S. J. (2017). Establishment of a rapid and efficient micropropagation system for succulent plant *Haworthia turgida*. HortScience, 52, 1278–1282.
- Mohamed, G. M., Amer, A. M., Osman, N. H., Sedick, M. Z., & Hussein, M. H. (2021). Effects of different gelling agents on the different stages of rice regeneration in two rice cultivars. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(10), 5738-5744.



- Mycock, D. J., Watt, M. P., Hannweg, K. F., Naicker, K., Makwarela, M., & Berjak, P. (1997). Somatic embryogenesis of two indigenous South African *Haworthia* spp. (*H. limifolia* and *H. koelmaniorum*). *South African Journal of Botany*, 63(6), 345-350.
- Nery, L. A., Batista, D. S., Rocha, D. I., Sérgio, H. S. F., Matheus da Costa, Q., Priscila, O. S., Marília, C. V., & Wagner, C. O. (2021). Leaf development and anatomy of *in vitro*-grown *Polygala paniculata* L. are affected by light quality, gelling agents, and sucrose. *Vegetos*, 34, 19–28. <https://doi.org/10.1007/s42535-021-00192-3>
- Pierik, R. L. M. (1989). *In vitro* culture of higher plants. Martinus Nijhoff Publishers.
- Podwyszynska, M., & Olszewski, T. (1995). Influence of gelling agents on shoot multiplication and the uptake of macroelements by *in vitro* culture of rose, cordyline and homalomena. *Scientia Horticulturae*, 64(1-2), 77-84.
- Repalli, S. K., Geda, C. K., Pradhan, N. S., & Rao, G. N. (2019). Influence of additional nutrients and gelling agents on *in vitro* response of selected Indica rice varieties. *International Journal of Biology*, 11, 26. <https://doi.org/10.5539/ijb.v11n4p26>
- Reshma, Y., Mazharul, M. I., Kim, H., Kim, C., & Lim, K. (2020). Role of growth regulators in the somatic organogenesis of *Haworthia* inflorescences *in vitro*. *Horticultural Science and Technology*, 38(3), 394-404.
- Saadat, Y. A., & Hennerty, M. J. (2002). Factors affecting the shoot multiplication of Persian walnut (*Juglans regia* L.). *Scientia Horticulturae*, 95 (3), 251-260.
- Sah, S. K., Kaur, A., & Jagdeep, S. S. (2014). High frequency embryogenic callus induction and whole plant regeneration in Japonica rice Cv. kitaake. *Journal of Rice Research*, 2, 125. <https://doi.org/10.4172/JRR.1000125>
- Sena, G. (2014). Stem cells and regeneration in plants. *Nephron Experimental Nephrology*, 126, 35–39. <https://doi.org/10.1159/000360658>
- Soare, L. C. (2008). Birkaç eğrelti otu türünde gametofit ve sporofitin *in vitro* gelişimi. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36 (1), 13-19.
- Solmaz, E. (2022). Zebra kaktüsü (*Haworthia* sp.)'nün doku kültürü yöntemi ile çoğaltımı üzerine araştırmalar (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Sulusoglu, M. (2014). Effects of agar types on rooting performance in tissue culture: Sample of Quince A rootstock cultures. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences*, Special (1). Available at: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/142207>
- Tıprıdamaz, R., Özkum, D., Özbek, N., & Ellialtıoğlu, Ş. (2006). *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. et Mey.'in doku kültürü yoluyla üretimi üzerinde araştırmalar. (Editör: A. Boşgelmez). Gölbaşı Mogan Gölü, Andezit Taşı, *Centaurea tchihatcheffii*, s: 569-579.

## Daminozit (Alar 85) Uygulamalarının Sprey Kasımpatıda Bazı Kalite Kriterlerine Etkileri

### Daminozide (Alar 85) Applications on Some Quality Criteria in Spray Chrysanthemum

 Serçin ÖZŞİŞMAN ERAKMAN<sup>1</sup>,  Emrah ZEYBEKOĞLU<sup>1,\*</sup>,  
 Mustafa Ercan ÖZZAMBAK<sup>1</sup>

#### Özet

Bu çalışma İzmir Seferihisar ilçesinde, Efes Simirna Tarım Ürünleri Şirketinde yetiştirilen iki spreycasımpatı çeşidinde, yapraklara spreycşeklinde daminozit (Alar-85) uygulamalarının bazı kesme çiçek kalite kriterlerine etkisini belirlemeye yönelik olarak yürütülmüştür. Denemede ihracatta aranan çeşitlerden olan Radost ve Chaporon çeşitleri kullanılmıştır. İki farklı uygulama dozunun (1000 ve 1500 ppm) kullanıldığı çalışmada farklı kalite kriterleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, daminozit uygulamalarının iki çeşitte de dal uzunluğu, taç uzunluğu ve sekonder çiçek sap uzunluğunu kontrole (0 ppm) göre azalttığı, doz yükseldikçe etkinin Radost çeşidinde daha belirgin olarak arttığı belirlenmiştir. Uygulamaların taç uzunluğunu kısaltmakla birlikte taç genişliğini de arttırdığı (7,7-8,8'den 12,6-14,2 santimetreye) ve kompakt bir form sağladığı saptanmıştır. İki çeşitte de toplam tomurcuk sayısında kontrol grubuna (13,4-8,7 adet) göre belirgin bir artış (23,0-22,5 adet) kaydedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki büyüme engelleyicileri  
1, Chaporon 2, Kompakt 3, Radost 4

#### Abstract

The study was carried out to determine the effect of foliar daminozide (Alar-85) applications on some cut flower quality criteria in two spray chrysanthemum varieties grown in Efes Simirna Agricultural Products Company in Seferihisar district of İzmir. Radost and Chaporon varieties, which are in demand in export, were used in the trial. Different quality criteria were examined in the study using two different application doses (1000 and -1500 ppm) As a result of the study, it was determined that daminozide applications reduced stem length, flower cluster length and seconder flower bud stem length in both varieties compared to the control (0 ppm), and the effect increased more significantly in Radost as the dose increased. It was determined that the applications shortened the flower cluster length and increased the flower cluster width (from 7.7-8,8 to 12.6-14.2 cm and provided a compact form. A significant increase was recorded in the total number of flower buds (23,0-22,5) in both varieties compared to the control group (13.4-8.7)

**Keywords:** Plant growth reterdants 1, Chaporon 2, Compact 3, Radost 4

## 1. Giriş

Kasımpatı süs bitkileri sektörü (kesme çiçek, dış mekan ve saksılı süs bitkisi) yanında tıp, gıda, bitki koruma ve kozmetik sanayi olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahip bir bitkidir (Özzambak ve Zeybekoğlu, 2024). Farklı çiçek tiplerine sahip çeşit alternatifleri, yıl boyu üretimi ve üretiminin programlanabilir olması, birim alana yüksek verim, uzun vazo ömrü, çiçeklerindeki geniş renk dağılımı gibi özellikler, bu türe olan ilgi ve talebi arttırmaktadır. Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması birliği (UPOV) verilerine göre, 22.478 adet kasımpatı çeşidi bulunmaktadır (AIPH, 2021).

Kasımpatı dünyada gülden sonra en fazla ticareti yapılan türdür. Dünyada en fazla üretim alanları Japonya, Çin ve Hindistan'da bulunmaktadır (Kumar ve ark., 2019). Royal Flora Holland mezarlarında işlem gören kesme çiçek türleri içerisinde kasımpatı 915 milyon adet satış miktarı ve 1.34 € birim fiyatı ile dördüncü sırada yer almaktadır. Birim fiyatının yüksek olması dikkat çekici en önemli özelliğidir (AIPH, 2021). Avrupa'da en fazla kasımpatı üretimi Hollanda tarafından 470 ha alanda gerçekleştirilmektedir (AIPH, 2022). İkinci sırada İtalya yer alırken; Polonya 3., Türkiye 4. ve Almanya 5. sırada yer almaktadır (Haspolat ve ark., 2021).

Ülkemizde 1970'li yıllarda Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nün yürüttüğü çalışmalar, eğitim ve yayınlar ile ülkemizde de kesme çiçek olarak yıl boyu kasımpatı üretimi başlamıştır (Özzambak ve Zeybekoğlu, 2024). Kasımpatı üretim alanı ve miktarı yıllar itibari ile artış göstermiş, üretim alanındaki en belirgin artış, üretim alanının 754,5 da olduğu 2019 yılına göre yaklaşık %50 oranla 2020 yılında gerçekleşmiştir. Türkiye kasımpatı üretim alanı 2023 yılında 1.151 da olarak kaydedilmiştir (TUİK, 2024). Kasımpatı üretim alanı en çok artan türler arasında yer almıştır. Kesme çiçek olarak; İzmir, Antalya, Aydın, İstanbul, Yalova ve Mersin illerinde yetiştirilmektedir. İzmir ili, 507,7 da üretim alanı ve yaklaşık 40 milyon adet üretim ile birinci sırada yer almaktadır (Kazaz ve ark., 2020). Türkiye kasımpatı üretiminin yaklaşık olarak %60-70'ini gerçekleştirmektedir (Haspolat ve ark., 2021; TUİK, 2022; Kazaz ve ark., 2020). Yaz aylarında açık alanda biçme tabir edilerek yapılan yetiştiricilik, diğer aylarda örtü altında yürütülmektedir.

Kasımpatının dünya kesme çiçek ticaretindeki büyük payı göz önüne alındığında, Türkiye kesme çiçek ihracatındaki yerinin hak ettiği seviyelere ulaşması, üzerinde durulması gereken önemli bir potansiyeldir.

Diğer bitkisel ürünlerde olduğu gibi kesme çiçeklerde de farklı kalite kriterleri ön plana çıkmaktadır. Kalite özellikleri belirli seviyede olmayan ürünlerin pazarlanması zorlaşmakta ya da mümkün olamamaktadır. Sap uzunluğu, dayanıklılığı, spreyci çeşitlerde bir daldaki çiçek sayısı, yine spreyci çeşitlerde kompakt form ve taç genişliği ve dolgunluğu kesme çiçek kasımpatıda bazı önemli kalite kriterleri arasında yer almaktadır.

Bitki büyüme düzenleyicilerinin (BBD) kullanımı diğer bitkisel üretim gruplarında olduğu gibi, süs bitkilerinde de önemli bir yere sahiptir ve modern kasımpatı yetiştiriciliğinde belirli kalite özelliklerini artırma ve diğer farklı amaçlar doğrultusunda tercih edilebilmektedir. Gelişimi, çimlenmeyi teşvik etme, dormansiyi kırma gibi amaçlar için kullanılan BBD'lerin yanında, giberelein biyosentezini veya aktivitesini engelleyen (Kim ve ark., 2010), hücre bölünmesi ve büyümesini kısıtlayan BBD'lerinin de süs bitkilerinde sürgün uzaması ve bitki gelişimini kısıtlamada kullanımı yaygın olarak kabul görmektedir (Pasian, 1999; Rademacher, 2000). Diğer çoğu kesme çiçeğe göre kasımpatıda büyümeyi kısıtlayan bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı ön plana çıkmaktadır (Özzambak ve Zeybekoğlu, 2024). Bu kimyasallardan birisi olan daminozit kesme çiçek ve saksı (Sing ve ark.,2018; Sitawati ve Ni'mah, 2021) kasımpatı yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır.

Daminozit içerikli farklı ticari engelleyici preparatların kesme çiçek kasımpatıda başlıca uygulanma nedenleri, gövdeyi kuvvetlendirmek, spreyci çeşitlerde çiçek kümesindeki tomurcuk saplarını kısaltarak kompakt bir görünüm sağlayıp spreyci kalitesini arttırmaktır. Kasımpatıda boğum arası ve sekonder dal uzunluğunun azaltılması daminozitin yapraklardan uygulanması ile sağlanabilmektedir (Kim ve ark., 2010; Nishijima, 2023).

BBD'lerin etkinliğinde, uygulama yöntemi, bitki gelişim aşaması, bitki tür ve çeşit özellikleri önemli rol oynamaktadır (Nishijima, 2023; Kumar ve ark. 2021; Sitawati ve Ni'mah, 2021). Kumar ve ark. (2019) daminozit uygulamasının kısa gün uygulamasının başlamasından 10-20 gün sonra iki kez yapılması gerektiğini bildirmektedir. Kasımpatıda daminozit uygulamasının bitki boy kontrolünün yanında çiçeklenme zamanı, çiçek sap çapı, dal başına çiçek verimi gibi faktörlerde de etkili olduğu bildirilmektedir (Kazaz ve ark., 2010). İklim koşulları, güneşli gün sayısı gibi özellikler, çeşitler ve yetiştiricilik şekli uygulamaların sonuçlarını etkileyebileceği için, yetiştiricilik yapılan farklı ekolojiler için uygun uygulama tekniklerinin (uygulama zamanı, dozu vb.) belirlenmesi için yürütülecek çalışmalar önem taşımaktadır.

Bu çalışmada farklı yetiştiricilik uygulamaları gerçekleştirilmiş iki farklı spreycasımpatı çeşidinde farklı dozlarda daminozit uygulamalarının çiçek kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma İzmir'in Seferihisar ilçesi Düzce köyünde bulunan Efes Simirna Tarım Ürünleri kesme çiçek seralarında, Temmuz-Kasım 2022 yetiştiricilik döneminde yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak spreycasımpatı çeşitleri olan Radost (beyaz) ve Chaporon (sarı) kullanılmıştır.

Düşük sıcaklıklara hassasiyeti olan Radost çeşidinin, bölgede, tercih edilen dikim zamanları 15 Şubat – 15 Ağustos, hedeflenen çiçeklenme zamanı haziran ve kasım sonu arasındaki dönemdir. Türkiye'de ihracatta yoğun talep gören bir çeşittir. Chaporon çeşidinde ise tercih edilebilen dikim aralığı geniştir ve her mevsim dikilebilmektedir. Çalışmada bitki büyüme düzenleyicisi olarak daminozit (Alar-85) kullanılmıştır

### 2.2. Metot

Çalışmada farklı tarihlerde dikilen ve uç alınan (Radost) ve uç alınmadan (Chaporon) yetiştirilen iki farklı çeşitte dikim zamanları Çizelge 1'de görülmektedir. 1m eninde ve 12m uzunluğundaki parsellerde gerçekleştirilen yetiştiricilikte ek aydınlatma gerçekleştirilmemiştir. 1 m enindeki parsellere Radost çeşidi 12,5 x 12,5 cm aralıklar ile 6 sıralı, Chaporon çeşidi 10 x 10 cm aralıklar ile 8 sıralı olacak şekilde dikilmiştir. Sıralar arasında Radost çeşidinde 3, Chaporon çeşidinde 4 sıra damla sulama (20 cm damlatıcı aralıklı) hattı çekilmiştir. Sulama ve gübreleme damla sulama sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Bitkilere yapraktan spreycasımpatı şeklinde iki farklı dozda (1000 ve 1500 ppm) Çizelge 1'de belirtilen tarihlerde tekrarlanarak iki kez daminozit (Alar-85) uygulanmış ve aynı tarihte kontrol parsellerine su püskürtülmüştür.

Her bir deneme parselinden tesadüfi olarak 10 dal çiçek, toprak seviyesinin hemen üzerinden makas yardımı ile kesilmiştir. Kesilen çiçekler işleme alanına getirilmiştir. Dal uzunluğu (kesim noktasından en üst noktaya kadar olan uzunluk (cm), taç uzunluğu (bir dalda ilk sekonder tomurcuk sapının ana gövdeye bağlanma noktasından tepe noktasına kadar olan uzunluk (cm), taç genişliği (bir daldaki çiçek kümesinin çapı (cm), sekonder çiçek sap uzunluğunu (bir dal çiçek için o daldaki tüm sekonder çiçek sap uzunluklarının

ortalaması (cm) ve toplam tomurcuk adeti (bir dal çiçekteki açan ve açmayan toplam tomurcuk sayısı (adet) belirlenerek ortalamaları alınmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemden elde edilen verilerin varyans analizleri (ANOVA) için SPSS (Version 12.00; SPSS, Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılarak, ortalamaların karşılaştırması Lsd testi kullanılarak yapılmıştır.

### Çizelge 1. Krizantem çeşitlerinde dikim ve daminozit uygulama ile çiçeklenme zamanları

Dikim Tarihi	Radost	Chaporon
	25 Temmuz 2022	15 Ağustos 2022
1. Daminozit Uygulama Tarihi	24 Eylül 2022	24 Eylül 2022
2. Daminozit Uygulama Tarihi	4 Ekim 2022	4 Ekim 2022
Çiçek Açma Zamanı	3 Kasım 2022	15 Kasım 2022

### 3. Bulgular ve Tartışma

Uygulamaların Radost kasımpatı çeşidinde ele alınan farklı kriterler üzerindeki etkileri Çizelge 2’de verilmiştir. Daminozit uygulamasının Radost çeşidinde dal uzunluğu ve sekonder çiçek ortalama sap uzunluğunu kısaltmada belirgin şekilde etkili olduğu ve doz arttıkça, dal uzunluğunda bu etkinin arttığı ve bu kısalmanın yaklaşık olarak %9-12 oranında gerçekleştiği görülmüştür. Uygulamaların kontrole göre taç uzunluğunu kısalttığı, taç genişliğini ise arttırdığı belirlenmiştir. En kısa taç uzunluğu ve en geniş taç uzunluğu 1500 ppm dozundaki daminozit uygulamasından elde edilmiştir. Toplam tomurcuk sayısının da daminozit uygulamaları ile kontrole (13,4 adet) göre arttığı, en yüksek tomurcuk sayısının (23 adet) 1500 ppm’lik uygulamadan elde edildiği görülmüştür.

### Çizelge 2. Ddaminozit uygulamalarının Radost kasımpatı çeşidinde incelenen kriterler üzerine etkileri

Özellik	Daminozit Dozu (ppm)			Lsd*
	Kontrol (su)	1000	1500	
Dal uzunluğu(cm)	91,0a	83,1b	80,1c	2,381
Taç uzunluğu (cm)	30,4a	23,3b	20,6c	2,524
Taç genişliği (cm)	7,7c	11,2b	12,6a	1,117
Sekonder çiçek sap uzunluğu (cm)	15,7a	9,6b	8,3b	2,210
Dal başına tomurcuk sayısı (adet)	13,4c	18,9b	23,0a	1,612

\*:Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

**Çizelge 3.** Daminozit uygulamalarının Chaporon çeşidinde incelenen özellikler üzerine etkileri

Özellik	Daminozit Dozu (ppm)			Lsd*
	Kontrol (su)	1000	1500	
Dal uzunluğu (cm)	81,8a	76,9b	73,9b	3,049
Taç uzunluğu (cm)	27,5a	28,9a	24,0b	2,869
Taç genişliği (cm)	8,8b	13,8a	14,2a	1,886
Sekonder çiçek sap uzunluğunu (cm)	13,5a	4,6b	4,0b	1,694
Dal başına tomurcuk sayısı (adet)	8,7b	22,3a	22,5a	2,902

\*: Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

Uygulamaların Chaporon kasımpatı çeşidinde ele alınan farklı kriterler üzerindeki etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Daminozit uygulamalarının kontrole göre Chaporon çeşidinde de dal uzunluğunu ve sekonder çiçek sap uzunluğunu kısalttığı, ancak doz artışının kısaltmada belirgin bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. 1000 ve 1500 ppm dozları aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Taç uzunluğunda ise kontrole göre ancak 1500 ppm'lik daminozit uygulamasının belirgin bir kısaltmaya sebep olduğu, 1000 ppm'lik uygulamasının etkili olmadığı belirlenmiştir. Taç genişliğinde ise her iki uygulama dozunun da etkili olduğu ve kontrole göre (8,8 cm) daha geniş bir taç genişliği (13,8-14,2 cm) oluşturdukları görülmüştür. Her iki uygulamanın da kontrole göre belirgin bir şekilde tomurcuk adedini arttırdığı, iki dozun da birbiri ile benzer etkiye sahip oldukları görülmüştür.

Önceki çalışmalar ile (Sitawati ve Ni'mah, 2021; Kazaz ve ark., 2010; Gregov ve ark., 1995) uyumlu olarak bu çalışmada da, daminozit uygulamalarının her iki çeşitte de dal uzunluğu ve sekonder çiçek sap uzunluğunun kısaltmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Kesme çiçek kasımpatıda spreysel çeşitlerde dal uzunluğu ihracat standartları (dal uzunluğu: 75-88 cm) (Özzambak ve Zeybekoğlu, 2024; Kumar ve ark., 2019) göz önüne alındığında, uygulamaların ihracat kalite standartlarını olumsuz olarak etkileyecek seviyede bir dal uzunluğu kısaltmasına sebep olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte BBD'lerin yanıl sürgünlerin sayısını artırıp daha büyük çiçek salkımına neden olabileceğine (Keever ve Foster, 1989; Whealy ve ark., 1988) dair bildirimler ile uyumlu olarak, daminozitin çalışmada her iki çeşitte de yanıl tomurcuk sayısını arttırdığı ve bunun yanında da önemli bir kalite kriteri olan taç çapını da arttırdığı belirlenmiştir. Yanıl dal ve çiçek tomurcuğu sayısının artmasında, bitki büyüme engelleyicilerinin apikal dominansiyi kısıtlama özelliğinin (Majeed ve ark., 2017) bir etkisi olduğu düşünülebilir. Çalışmada taç uzunluğunun uygulamalar ile kısaltılarak, tacın kompakt bir görünüm aldığı belirlenmiştir. Spreysel kasımpatı çeşitlerinde, arzulanan bir kalite özelliği olmasının yanında paketlemede de kolaylık



sağlayan, toplu ve kompakt çiçek formu, farklı daminozit uygulamaları ile elde edilebilmektedir (Kazaz ve ark., 2010; Kahar, 2008). Çalışmada, Chaporon çeşidinde taç uzunluğuna sadece 1500 ppm'lik uygulama etkili olurken, Radost çeşidinde her iki uygulama dozunun da kontrole göre kısaltıcı bir etkiye sahip olduğu ancak 1500 ppm'lik uygulamanın daha etkili olduğu belirlenmiştir. Uygulama dozlarının etkinlik seviyelerinin iki çeşitte farklı çıkmasının, çeşit özellikleri yanında, çeşitlerden birisinde yetiştiriciliğin uç kırımı yapılarak gerçekleştirilmesine de bağlı olduğu düşünülebilir. Uygulamalar ile toplam tomurcuk adedindeki artışın, Chaporon çeşidinde %156-159 oranında iken Radost çeşidinde % 41-72 aralığında olduğu belirlenmiştir.

#### **4. Sonuçlar**

Sprey tip kesme çiçek krizantemlerde kaliteyi belirleyen en önemli özellikler arasında çiçek sapı uzunluğu, dal ağırlığı, çiçek tomurcuğu sayısı ve dalın kompakt görünümü yer almaktadır. Daminozit uygulamasının çalışmada kullanılan her iki sprey kasımpatı çeşidinde de, boy kısalmasının yanında, sekonder dalların da kısalmasına sebep olarak kompakt bir görünüm sağladığı ve taç çapını genişlettiği belirlenmiştir. Bir diğer önemli kalite kriteri olan tomurcuk sayısında da belirgin bir artış görülmüştür. Çalışmada uç alınarak ve alınmadan yetiştirilen iki farklı sprey kasımpatı çeşidinde de, uygulamaların olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Dikimin yaz aylarında gerçekleştirildiği ve herhangi bir ilave aydınlatma uygulaması gerçekleştirilmeyen bu çalışmada, doğal zamanında hasat edilen çiçeklerin görünümünde uygulamalara bağlı olarak her hangi bir kalite gerilemesi gözlenmemiştir. Bu çalışmada olumlu etkileri belirlenen daminozit uygulamalarının, farklı kasımpatı çeşitlerinde ve çiçek kalitesinin olumsuz etkilenebildiği yıl içerisindeki farklı dönemlerde de (yaz ve kış dönemlerinde hasadın hedeflendiği, karartma ve aydınlatma yapılarak gerçekleştirilen yetiştiriciliklerde) denenmesi önem taşıyacaktır.

#### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresinde poster sunum olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

- AIPH, (2021). International Statistics Flowers and Plants. Statistical Yearbook ,Volume 69.
- AIPH, (2022). International Statistics Flowers and Plants. Statistical Yearbook, Volume 70.
- Gregov Z., Dubravec K., & Pecina M. (1995). Dynamics of height control in spray chrysanthemums affected by growth retardants. *Acta Pharmaceutica*, 2(45), 259-262.
- Haspolat, G., Zeybekoğlu, E., Şenel, Ü., Salman, A., ve Özzambak, M. E. (2021). Kasımpatı. Kazaz S., Yalçın Mendi, Y. (Ed.); Süs Bitkileri Islahı (Türler). *Gece Kitaplığı, Ankara*, 321-373.
- Kahar, S. A. (2008). Effects of frequency and concentration of daminozide (B-9) on growth, flowering and flower quality of ‘Reagan Sunny’ Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Acta Hort.*, 788, 141-148
- Kazaz, S., Atilla, A. M., Kılıç, S., & Ersoy, N. (2010). Effects of day length and daminozide on the flowering, some quality parameters and chlorophyll content of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Sci. Res. Essays*, 5 (21), 3281-3288.
- Kazaz, S., Kılıç, T., Doğan, E., Mendi, Y. Y., ve Karagüzel, Ö. (2020). Süs bitkileri üretiminde mevcut durum ve gelecek. TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Tarım Haftası, 673-698.
- Keever, G., J., & Foster, W. J. (1989). Response of two florist azalea cultivars to foliar applications of a growth regulator. *Journal of Environmental Horticulture*, 7(2), 56-59.
- Kim, A. L., Khan, M., Hamayun, J. T., Kim, J. H., Lee, I. C., Hwang, C. S., Yoon, I. J., & Lee, I. J. (2010). Effects of prohexadione calcium on growth and gibberellins contents of *Chrysanthemum morifolium* R cv Monalisa White. *Scientia Horticulturae*, 123(3), 423-427.
- Kumar, R., De, L. C., Basswar, P. (2019). Production of cryshanthemum under greenhouse condition. *ICAR Research Complex For NEH Region. Meghalaya*. pp: 40-44.
- Kumar, M., Chaudhary, V., & Sirohi, U. (2021). Plant growth regulators and their implication in ornamental horticulture: an overview. *Int. J. Agric. Environ. Biotechnol.* 2021, 14, 417-445.
- Majeed, C. T., Collis, J. P., & Bhosale, A. R. (2017). Effect of different plant growth retardants on plant growth, flowering and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L). cv. Pusa *Basanti*. *IJCS*, 5(2), 201-204.

- Nishijima, T. (2023). Use of plant growth regulators for floriculture in Japan. *Scientia Horticulturae*, 309, 111630.
- Özzambak, M. E., ve Zeybekoğlu, E. (2024). Kasımpatı Yetiştiriciliği. M. E. Özzambak, E., Zeybekoğlu (Ed.): Kesme çiçek yetiştiriciliği. *E. Ü. Ziraat Fakóltesi Yayınları* 580. 185-244.
- Pasian, C. C. (1999). Response of *Dendranthema grandiflora* (Ramat) to three plant growth regulators in container paint mix applications. *Scientia Horticulturae*, 80(3-4): 277-287.
- Rademacher, W. (2000). Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 51:501–531.
- Singh, J., Nigam, R., Singh, R., Kumar, A., & Kumar, A. (2018). Effect of gibberellic acid and cycocel on growth, flowering and yield of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* ramat) cv. birbal sahani. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1S), 2753-2758.
- Sitawati, S., & Ni'mah, A. N. (2021). Does the daminozide application contribute to improve chrysanthemum quality?. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 43(3), 540-549.
- TUİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim Tarihi: 2.08.2024.
- TUİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim Tarihi: 2.08.2024.
- Whealy, C.A., Nell, T. A., & Baret, J. E. (1988). Plant growth regulator reduction of bypass shoot development in azalea. *HortScience* 23,166-167.

## Effects of AC Phosphatase Gene-Identified Rhizobacteria (PGPR) Strains on Flowering and Flower Quality in Geranium (*Pelargonium* sp.)

### Sardunyada (*Pelargonium* sp.) Çiçeklenme ve Çiçek Kalitesi Üzerinde AC Fosfataz Gen Bölgesi Tanımlanan Rizobakteri (PGPR) Suşlarının Etkileri

 Akife DALDA ŞEKERCI<sup>1,\*</sup>,  Emel ÜNLÜ<sup>1</sup>

#### Abstract

In recent years, geraniums (*Pelargonium* sp.) have become one of the most popular and widely cultivated flowering potted plants worldwide, including in Turkey. One of the primary goals in geranium cultivation is to achieve high-quality and continuous flowering. Phosphorus plays a crucial role in flower quality. Although phosphorus is sufficiently present in soils, only a small fraction is available for plant uptake. Soil bacteria can solubilize this unavailable phosphorus, making it accessible to plants. This study was conducted to investigate the effects of *Bacillus megaterium* and *Pseudomonas putida* rhizobacteria, identified by their AC Phosphatase gene regions, on the flowering and flower quality of geraniums. The results showed that rhizobacteria applications positively impacted flowering and flower quality in geraniums. Flowering occurred two weeks earlier in the treated geranium seedlings, and significant increases were observed in plant height, branch number, leaf number and area, inflorescence number, and the number of flowers per inflorescence compared to the control group. Additionally, protein isolation from leaves indicated that, besides morphological traits, protein profiles were also positively affected. In conclusion, the findings demonstrate that rhizobacteria have significant positive effects on flowering, flower quality, and protein profiles in geraniums. The use of rhizobacteria and similar biostimulants in agriculture can contribute to environmentally friendly and sustainable agricultural production, potentially making horticultural production, including ornamental plants, more resilient to climate change

**Keywords:** Ornamental plants, *Pelargonium*, PGPR, protein profile

#### Özet

Son yıllarda sardunya (*Pelargonium* sp.), Türkiye de dâhil olmak üzere dünya genelinde en popüler ve yaygın olarak yetiştirilen çiçekli saksı bitkilerinden biri haline gelmiştir. Sardunya yetiştiriciliğinde temel hedeflerden biri, yüksek kaliteli ve sürekli çiçeklenmenin sağlanmasıdır. Fosfor, çiçek kalitesinde önemli bir rol oynar. Toprakta yeterli miktarda fosfor bulunmasına rağmen, bitkiler tarafından alınabilir kısmı oldukça sınırlıdır. Toprak bakterileri, bu kullanılmayan fosforu çözerek bitkilerin alabileceği hale getirebilir. Bu çalışma, AC Fosfataz gen bölgeleri ile tanımlanan *Bacillus megaterium* ve *Pseudomonas putida* rizobakteri suşlarının sardunyanın çiçeklenmesi ve çiçek kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Sonuçlar, rizobakteri uygulamalarının sardunyanın çiçeklenme ve çiçek kalitesi üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermiştir. PGPR uygulamaları ile sardunya fidelerinde çiçeklenme iki hafta erken gerçekleşmiş ve kontrol grubuna kıyasla bitki boyu, dal sayısı, yaprak sayısı ve alanı, çiçek salkımı sayısı ve salkım başına düşen çiçek sayısında önemli artışlar gözlemlenmiştir. Ayrıca, yapraklardan yapılan protein izolasyonları, morfolojik özelliklerin yanı sıra protein profillerinin de olumlu etkilendiğini göstermiştir. Sonuç olarak, bulgular rizobakteri uygulamasının sardunyanın çiçeklenme, çiçek kalitesi ve protein profilleri üzerinde önemli olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur. Rizobakteri ve benzeri biyostimulantların tarımda kullanımı, çevre dostu ve sürdürülebilir tarımsal üretime katkı sağlayarak, süs bitkileri de dâhil olmak üzere bahçe bitkileri üretimini iklim değişikliğine daha dayanıklı hale getirebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Süs bitkileri, *Pelargonium*, PGPR, protein profili

## 1. Introduction

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) have successfully established themselves in various environments within soil ecosystems due to their high adaptability and rapid growth rates. As a result, they are considered essential components in agricultural production, owing to their natural genetic potential (Sezen and Külekçi, 2020; Ünlü et al., 2023). PGPRs usually colonize plant root systems, facilitating growth and suppressing the proliferation of harmful microorganisms (Srivastava and Govil, 2007; Eid et al., 2009; Sharma and Kaur, 2010). Various studies have shown that PGPRs are utilized worldwide as plant growth regulators in the cultivation of ornamental plants, owing to their capacity to improve plant growth parameters (García Fraile et al., 2012; Flores Félix et al., 2013; Zulueta Rodriguez et al., 2014; Karagöz et al., 2016). PGPRs enhance plant development by synthesizing growth hormones, maintaining microbial balance in the rhizosphere, and modifying mineral availability to improve nutrient absorption (Siddiqui, 2006; Şevik, 2010).

Additionally, inoculation of PGPR has been found to enhance plant survival and root colonization more effectively than free-living PGPR found in the soil. These bacteria can increase the plant's capacity to uptake and utilize nutrients due to their ability to solubilize minerals, reduce ethylene levels, fix nitrogen, and bind phosphorus (Tütüncü et al., 2024). By producing phytohormones and regulating the microbial balance in the rhizosphere, PGPR positively influence plant growth and facilitate the uptake of essential mineral nutrients (Kisvarga et al., 2022; Ünlü et al., 2023). Enhanced nutrient assimilation and absorption can improve the plant's nutritional status and resource use efficiency, resulting in overall improved growth and development (Paradikovic et al., 2019; Mohamed et al., 2021). PGPRs influence plant growth and health through both direct and indirect mechanisms. These bacteria can promote plant growth by fixing nitrogen, producing phytohormones, and enhancing the uptake of iron and trace elements through the production of bacterial siderophores (Tütüncü et al., 2024). They also solubilize mineral and organic phosphates and convert other nutrients into plant-absorbable forms. Research has demonstrated that PGPR can enhance plant growth and yield under abiotic stress conditions by facilitating the uptake of essential nutrients and enzymatically reducing ethylene levels (Samancıoğlu and Yıldırım, 2015).

Nitrogen, phosphorus, and potassium are the most critical nutrients for plant species, with phosphorus being second only to nitrogen in importance. Phosphorus is essential for energy transfer within plants, the transport and storage of compounds such as sugars and starches, and the formation of nucleic acids (DNA), playing a crucial role in gene transfer. Additionally, phosphorus is vital for flower and fruit formation, root development, cell division,

and new cell formation, making it indispensable for plant growth and reproductive success (Çakmakçı et al., 2009). Although phosphorus is abundant in soils, only a limited fraction is readily available for plant uptake. Certain root-associated bacteria can solubilize this unavailable phosphorus, making it accessible to plants. PGPR promote plant growth by enhancing the solubility and uptake of minerals like phosphorus, which acts as a direct mechanism of their beneficial effects (Gyaneshwar et al., 2002). The influence of PGPR on phosphorus solubilization primarily arises from their effect on soil pH. Organic acids, including gluconic acid and citric acid, as well as proton (H<sup>+</sup>) pumping by root bacteria, can modify soil pH, facilitating the transformation of phosphorus into a form that is readily absorbable by plants (Seshadri et al., 2000). Among the best phosphate-solubilizing rhizobacteria are species belonging to the genera *Pseudomonas*, *Bacillus*, and *Rhizobium* (Antoun and Prevost, 2006).

In this study, the effects of bacterial isolates belonging to the *Bacillus* species, identified through genomic methods and *in vitro* studies as having PGPR potential and high AC phosphatase production efficiency, on seedling quality and flowering of *Pelargonium zonale* seedlings were investigated.

## **2. Material and Methods**

### **2.1. Plant Material**

Seedlings of *Pelargonium zonale* (geranium) were used as the plant material. The small, potted seedlings were commercially sourced and transplanted into 18 cm diameter pots containing a substrate mixture (1:1:1, v/v, peat, sand, perlite). The plants were grown in pots inside a non-heated polycarbonate greenhouse under natural daylight conditions. The plants were watered twice a week, applying 250 ml per pot. Additionally, during the summer, the greenhouse was covered with a shading net (providing 80% shade) to protect the plants from excessive sunlight.

### **2.2. Rhizobacteria Isolation from Soil**

To isolate rhizobacteria, sixty soil samples were collected from various locations in Central Anatolia, Türkiye, at altitudes ranging from 1000 to 1680 meters. The samples were taken from soil around alfalfa, a leguminous forage crop. Each sample was transferred into bottles containing 50 mL of sterile saline water (0.9% NaCl) and subsequently into Luria-Bertani Broth (LB) medium. Samples in sterile saline water were shaken for 30-40 minutes, while those in LB medium were agitated in an orbital shaker for 4-6 hours to ensure homogenization. Afterward, aliquots from each sample were spread onto solid LB and Nutrient Broth (NB) media using the spread plate technique and incubated at 35°C for 12-24 hours.

Distinct colonies were then selected, purified, and transferred to NB medium for further culturing (Upadhyay et al., 2009).

This section of the study, conducted as part of a PhD thesis at the Faculty of Agriculture, Erciyes University, involved 55 bacterial strains from 6 species. The rhizobacteria were identified using SANGER sequencing and MALDI-TOF. Among these strains, the *B. megaterium* strain U2-1 (SANGER- OL673801 EU.U21) and *Pseudomonas putida* 9-4-2 strain (MALDI-TOF) were selected for further analysis. The AC Phosphatase gene regions of these strains were identified using PCR analysis, and their phosphate-solubilizing capabilities were assessed under *in vitro* conditions.

### **2.3. DNA Isolation from Rhizobacteria**

Bacterial DNA was extracted using a modified version of Wilson's (2001) method. Bacterial isolates were grown in 10 mL of Nutrient Broth (NB) at 28°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) with continuous shaking at 150 rpm for 24 hours. Post-incubation, 1.5 mL of the culture was centrifuged at  $10,000 \times g$  for 5 min to collect the cells. The cell pellet was then resuspended in Tris-EDTA buffer, with the subsequent addition of 10% SDS and proteinase K, and incubated at 37°C for 1 h. Following this, 5M NaCl and CTAB/NaCl solution were added, and the mixture was incubated at 65°C for 10 min until a white precipitate appeared. The samples were treated with chloroform/isoamyl alcohol (24:1, v/v) and centrifuged. DNA was then precipitated from the supernatant using isopropanol. The DNA pellets were air-dried and finally dissolved in TE buffer.

### **2.4. DNA Amplification and Identification of Bacterial Strains**

Bacterial DNA was tested using AC Phosphatase-specific primers F (5'-AAGAGGGGCATTACCACTTTATTA-3') and R (5'-CGCCTTCCCAATCRCCATACAT-3') to identify strains possessing the AC Phosphatase gene (Raddadi, 2008). Each PCR reaction consisted of a reaction mixture prepared with 16.9  $\mu\text{l}$  of sterile water, 2.5  $\mu\text{l}$  of 10x PCR buffer, 0.5  $\mu\text{l}$  of dNTP mix (10 nM), 0.2  $\mu\text{l}$  of each primer (0.3 pM), 2  $\mu\text{l}$  of  $\text{MgCl}_2$  (2.3 mM), 0.20  $\mu\text{l}$  of DNA Taq polymerase (0.5U), and 2.5  $\mu\text{l}$  of bacterial DNA (30 ng), resulting in a total volume of 25  $\mu\text{l}$ . PCR amplification was conducted (denaturation at 95°C for 3 minutes, followed by 25 cycles of denaturation at 94°C for 1 minute, annealing at 57°C for 1 minute, and extension at 72°C for 1 minute, elongation step was performed at 72°C for 10 minutes). The resulting PCR products underwent analysis by electrophoresis on a 1% agarose gel. To identify bacterial isolates, 16S rDNA sequences were amplified using universal primers (16S forward 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' and 16S reverse 5'-CCGTCAATTCCTTTGAGTTT-3')



following Edwards et al. (1989). The amplified products were sequenced and compared against microbial databases for species identification.

### **2.5. In Vitro Phosphate Solubilization of Bacterial Strains**

The phosphate-solubilizing ability of *B. megaterium* strain U2-1 and *P. putida* strain 9-4-2 were assessed using NBRIP medium (Nautiyal et al., 2000). Bacteria were inoculated and incubated at 26°C. After 48 hours, cultures were transferred to NBRIP-BPB liquid medium. Tubes were incubated at 26°C for two weeks. Positive results were indicated by a color change in the medium from blue to light blue or transparent (Nautiyal, 1999; Coşkun, 2022). Phosphate solubilization was measured at 450 nm using a spectrophotometer, and results were compared to a control (NBRIP medium).

According to Pikovskaya (1948), solid PVK medium (obtained from HI-Medium Laboratories Pvt. Ltd.) was used for inoculation. Four bacterial strains were inoculated onto each plate in triplicate using sterile cotton swabs. After incubation at 30°C for one week, the diameter of the clear zone around the bacterial colonies and the colony diameters were measured. The clear zone diameter was calculated by subtracting the colony diameter from the total diameter (Nautiyal, 1999).

### **2.6. Preparation, Activation and Treatment of Rhizobacteria**

Bacterial solutions were prepared from two rhizobacterial strains confirmed to possess the AC Phosphatase gene region through PCR analysis and exhibiting phosphate solubilization properties under *in vitro* conditions. Nutrient Agar (NA) and Nutrient Broth (NB) media were employed for bacterial activation and culture (Yılmaz, 2010; Ünlü et al., 2023). The rhizobacteria were inoculated onto NA plates and incubated at 35°C for 24 hours. A single colony from the activated bacteria was then transferred to NB medium. The inoculated broth was incubated overnight at 35°C while shaking at 180 rpm (Yılmaz, 2010). Bacterial solutions were prepared at a concentration of  $3 \times 10^8$  cells/ml.

The experiment was conducted in triplicate, with two pots for each replicate. Bacterial culture prepared from the rhizobacterial strains were applied to potted geranium plants through irrigation water, administered a total of three times at 15-day intervals.

### **2.7. Morphological Measurements**

Measurements and observations were recorded at the end of the 12th week to evaluate the effects of different rhizobacterial formulations on the quality and flowering of geranium seedlings. To assess the impact of PGPR applications on the seedlings, the following parameters were measured: plant height, number of leaves, leaf diameter, number of stem branches, number of flower inflorescences, length of the pedicel, and number of flowers per inflorescence.

## **2.8. Protein Isolation**

Protein extraction from geranium leaf samples were processed using the TCA (Trichloroacetic acid)/acetone method (Walker, 2002). Eighty grams of tissue were ground in liquid nitrogen, and 1 g of the resulting powder was mixed with 4 mL of 10% TCA/acetone. The supernatant was discarded, and the pellet was suspended in 10% TCA/acetone with 5 mM DTT. This step was repeated, followed by a final suspension in 80% acetone with 5 mM DTT (1,4-Dithiothreitol) incubated at -20°C for 10 minutes. The pellet was then air-dried at 25°C.

## **2.9. Protein Concentration Measurement**

The protein concentration was quantified using the "Bio-Rad Protein Assay" technique. Bovine serum albumin (BSA) served as the reference standard for constructing a calibration curve. Absorbance readings were taken at 660 nm for various concentrations of BSA (0.125, 0.250, 0.500, 0.750, 1, 1.5, and 2 mg/mL) as described by Bradford (1976).

## **2.10. SDS-PAGE (Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis)**

To assess variations in the protein expression profiles of the plants, the SDS-PAGE technique was utilized. Samples were analyzed through polyacrylamide gel electrophoresis in the presence of sodium dodecyl sulfate (SDS). After electrophoresis, silver staining was applied to the gel. Subsequent visualization and analysis of the stained gel were carried out as outlined by Walker (2002).

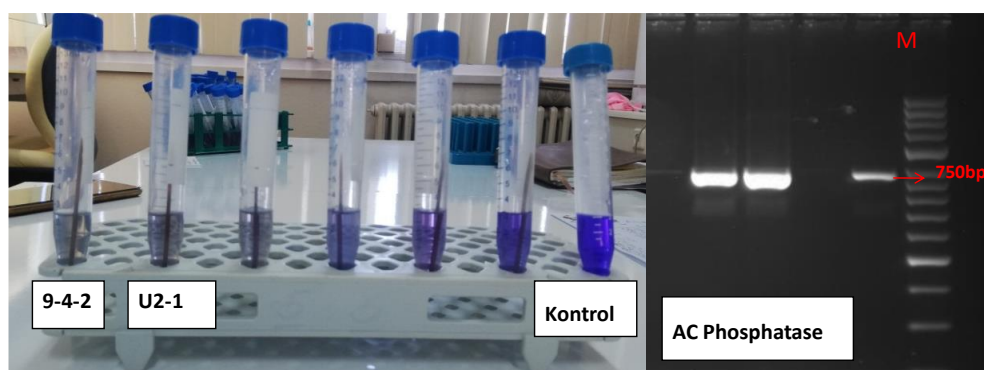
## **2.11. Statical Analysis**

The data collected were subjected to analysis of variance (ANOVA) using JMP software (version 13.2.0). Mean comparisons were made at significance levels of 0.05 and 0.001, applying the Duncan test.

# **3. Results and Discussion**

## **3.1. Identification of Bacterial Strains with Primers and in Vitro Analysis**

In the PCR analysis conducted on the DNA of *B. megaterium* strain U2-1 and *P. putida* strain 9-4-2, specific bands of approximately 750 bp were observed (Figure 3.1). Additionally, the phosphate solubilization potential of these isolates was confirmed in liquid NBRIP medium. The phosphate solubilization index was determined to be 3.60 for *B. megaterium* and 3.45 for *P. putida* (Table 3.1). These results suggest that both isolates have significant potential for phosphate solubilization, which could be beneficial in promoting plant growth.



**Figure 1.** Evaluation of phosphate solubilization ability of *B. megaterium* (U2-1) and *P. putida* (9-4-2) in NBRIP-BPB liquid medium (left) and gel electrophoresis image showing AC Phosphatase gene presence determined by PCR analysis (right)

**Table 1.** Phosphate Solubilization Findings of Rhizobacteria Strains

Bacterial Strain	Zone Diameter (mm)	Colony Diameter (mm)	Phosphate Solubilization Index	Microplate Reading (nmol)
Control (water)	0.00	0.00	0.00	2.30
<i>Bacillus megaterium</i> (U2-1)	1.40	0.50	3.60	0.61
<i>Pseudomonas putida</i> (9-4-2)	1.20	0.40	3.45	0.66

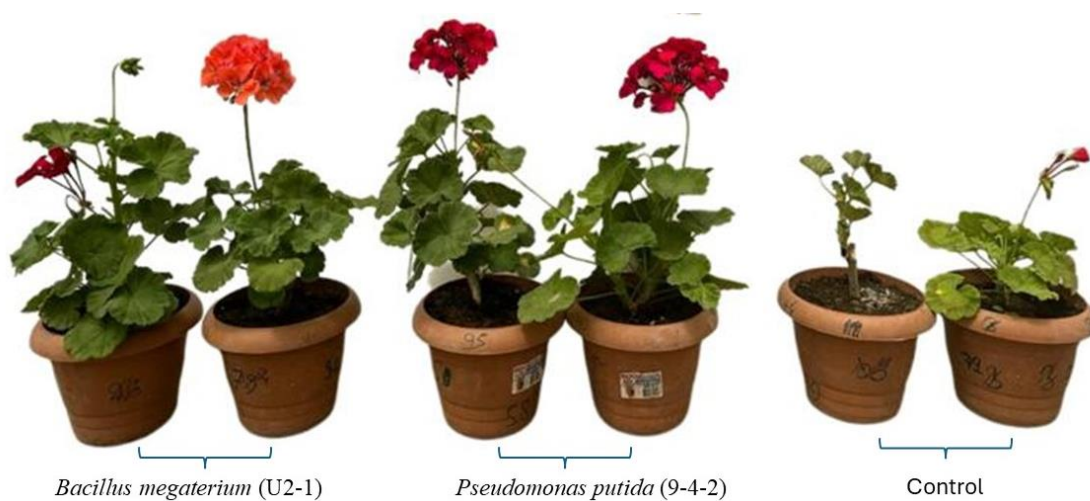
### 3.2. Morphological Parameters Results

Overall, the application of PGPRs resulted in significantly higher seedling quality compared to the control group (Table 3.2, Figure 3.2). Specifically, in geranium plants, the flowering time was notably affected by the bacterial treatments. Plants treated with *B. megaterium* (U2-1) initiated flowering 16 days earlier than the control group, while those treated with *P. putida* (9-4-2) began flowering 19 days earlier. The first flower bud formation was observed 10 days after the PGPR application, followed by the appearance of flower clusters 14 days later, and full flowering occurred 3 days after that.

Plant height was found to nearly double with the rhizobacterial treatments. Additionally, the number of stems, leaf count, and leaf area increased significantly compared to the control plants. The pedicel length showed a statistically significant increase of approximately 1.4-fold over the control group. While only a single inflorescence formed in the control group, an average of 3.66 and 3.10 inflorescences were observed in plants treated with *B. megaterium* and *P. putida*, respectively. Moreover, the number of flowers per inflorescence increased by approximately 1.8-fold with the rhizobacterial treatments (Table 3.2, Figure 3.2).

**Table 2.** The effect of rhizobacteria treatments on flowering and seedling quality in geranium

Treatment	Flowering time	Plant height (cm)	Stem branching number	Leaf number	Leaf diameter (cm)	Flower: length of pedicel (cm)	Flower: inflorescence number	Inflorescence: flower number
<i>B. megaterium</i> (U2-1)	29 June	21.5 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	27.66 <sup>a</sup>	8.8 <sup>a</sup>	22.5 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	32.33 <sup>a</sup>
<i>P. putida</i> (9-4-2)	26 June	21 <sup>a</sup>	2.5 <sup>ab</sup>	25.67 <sup>a</sup>	8.26 <sup>b</sup>	20 <sup>b</sup>	3.10 <sup>a</sup>	28.33 <sup>a</sup>
Control	15 July	12.67 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	18.33 <sup>b</sup>	7.05 <sup>c</sup>	16 <sup>c</sup>	1.33 <sup>b</sup>	18.25 <sup>b</sup>
	* $p < 0.05$	*	*	*	*	*	*	*

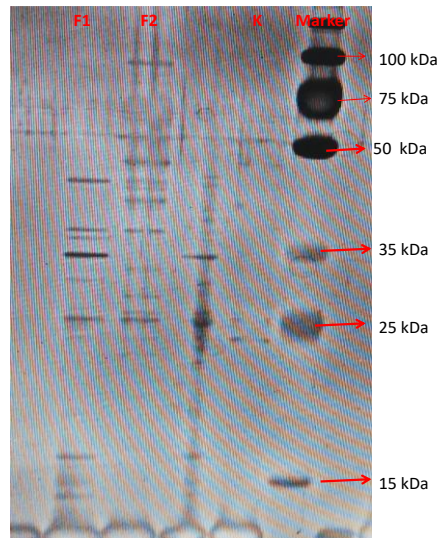


**Figure 2.** Visual of the effect of *B. megaterium* strain, *P. putida* strain and Control on flower quality

### 3.3. Protein Profiling Results

This study also aimed to determine the effects of rhizobacterial applications on the protein profile of geranium plants. The SDS-PAGE analysis revealed that the control group displayed a limited number of protein bands. In contrast, the most intense protein bands, ranging from 15 to 100 kDa, were observed in plants treated with *P. putida* (9-4-2). Similarly, *B. megaterium* (U2-1) treatments also produced dense and distinct protein bands compared to the control plants. As a result, the application of growth-promoting rhizobacteria, identified with the AC phosphatase gene region, led to notable increases and variations in the protein profile of geranium plants (Figure 3.3). Additionally, it was noted that *P. putida* produced more protein bands than *B. megaterium*.

(U2-1) (9-4-2) Control Marker



**Figure 3.** Gel image illustrating the effects of PCPR treatments on the protein profile in geranium

Based on the results of this study, it was determined that PGPR treatments, specifically those associated with the AC phosphatase gene region, significantly enhanced both flowering time and flower quality in geranium plants. Several studies have reported similar findings, demonstrating that species such as *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Salmonella*, *Chromobacterium*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, and *Streptomyces* are important phosphate-solubilizing bacteria that improve phosphorus uptake in plants (Rodriguez et al., 1999; Whitelaw, 2000). In fact, phosphorus is known to initiate cell division, which is critical for determining plant growth and productivity (Singh and Reddy, 2011).

Our results align with the findings of Pasley et al. (2019), who noted that increased bioavailability of nitrogen (N) and phosphorus (P) resulted in enhanced plant height, collar diameter, chlorophyll content, and root morphology. Similarly, Asewar et al. (2003) demonstrated that the application of 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in conjunction with *B. megaterium* significantly boosted plant biomass and nitrogen accumulation in plant tissues. Additionally, Sharma (2013) reported that PGPR applications not only enhanced yield, plant biomass, and soil phosphorus levels, but also exhibited a significant residual effect in subsequent growing seasons. In ornamental plants, Padmadevi et al. (2004) demonstrated that *Azospirillum* sp. improved the floral characteristics of *Anthurium andreaeanum* Lind. Similarly, in roses, *Agrobacterium rubi* applications enhanced root development (Orhan et al., 2006). Furthermore, Mishra et al. (2010) observed a significant increase in flower yield of *Pelargonium graveolens* following treatments with *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* compared to the control. Lastly, Parlakova Karagöz (2018) highlighted the beneficial effects of PGPR on plant growth and quality parameters in *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch (poinsettia).

Furthermore, previous research has indicated that treatments with PGPR bacteria result in significant increases in proteins and enzymes directly linked to plant growth and defense mechanisms, including superoxide dismutase, peroxidase, catalase, polyphenol oxidase, phenylalanine ammonia-lyase, lipoxygenase, and phenolic compounds (Liang et al., 2011; Chakraborty et al., 2013). Another study conducted on maize plants demonstrated that *Bacillus* spp. PGPR treatments resulted in positive alterations in plant protein profiles (Gökçek et al., 2021).

#### **4. Conclusion**

In recent years, most studies on phosphate solubilization have focused on isolating soil microorganisms and evaluating them in vitro phosphate-solubilizing activities. Beyond these traditional approaches, this study investigated the effects of PGPR strains containing the AC phosphatase gene region on flowering and flower quality under greenhouse conditions. The results demonstrated that *Bacillus* and *Pseudomonas* species significantly contribute to the growth and development of ornamental plants, primarily due to their phosphate-solubilizing capabilities. These findings reveal that *Bacillus megaterium* (U2-1) and *Pseudomonas putida* (9-4-2) have the potential to serve as environmentally friendly bio fertilizers, reducing dependency on synthetic fertilizers. The data demonstrate that these bacterial strains not only enhance plant growth and flower quality but also contribute significantly to sustainable agricultural practices. Their role in maintaining and improving soil fertility highlights their importance in addressing environmental concerns associated with chemical fertilizers.

Moreover, this study underscores the advantages of replacing conventional fertilizers with natural alternatives, emphasizing their benefits for both agricultural productivity and ecosystem management. These results suggest that *Bacillus* and *Pseudomonas* species warrant further exploration in biotechnological and agricultural applications. Investigating their effects on various plant species and their performance under diverse environmental conditions will be essential for optimizing their use and enhancing their efficacy as bio fertilizers. Promoting the strategic use of bio fertilizers for sustainable and eco-friendly agricultural production could play a pivotal role in overcoming current ecological challenges and developing more resilient farming systems in the face of climate change.

#### **Acknowledgements**

This study was presented as an oral presentation at the VIII. National Ornamental Plants Congress

## References

- Antoun, H., & Prévost, D. (2006). Ecology of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *Biocontrol and biofertilization*, 1-38.
- Asewar, B. V., Bainade, S. S., Kohire, O. D., Binade, P. S. (2003). Response of pigeon pea to application of phosphorus and P solubilizer. *Annals of Plant Physiology*, 17(2),193-195.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdogan, Ü., Şahin, F. (2009). Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 84(4), 375-380.
- Coşkun, G., (2022). *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* Bakterilerinin Acc Deaminaz (1- Aminosiklopropan-1 Karboksilat) Aktivitelerinin Araştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi. Tez no:751350, 77 sayfa.
- Edwards, U., Rogall, T., Blöcker, H., Emde, M., Böttger, E. C. (1989). Isolation and direct complete nucleotide determination of entire genes. Characterization of a gene coding for 16S ribosomal RNA. *Nucleic acids research*, 17(19), 7843-7853.
- Eid AR, Awad MN, Hamouda HA (2009) Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. Am. *Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 5(4), 509-518.
- Flores-Félix, J.D., Menéndez, E., Rivera, L.P., Marcos-García, M., Martínez-Hidalgo, P., Mateos, P.F., Rivas, R., 2013, Use of *Rhizobium leguminosarum* as a potential biofertilizer for *Lactuca sativa* and *Daucus carota* crops, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176(6), 876-882.
- García-Fraile P, Carro L, Robledo M, Ramírez-Bahena MH, Flores-Félix JD, Fernández MT, Velázquez E (2012) *Rhizobium* promotes non-legumes growth and quality in several production steps: towards a biofertilization of edible raw vegetables healthy for humans. *PLoS One* 7(5): e38122.
- Gökçek, D. (2020). *Bacillus cereus*, *B. tubtilis* ve *B. thuringiensis* türü bakterilerin mısırdada (*Zea mays* L.) protein ifade profili üzerine etkisinin araştırılması. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N, Parekh, L.J., Poole, P.S. 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil.* 245, 83-93.
- Karagöz, F.P., Dursun, A., Kotan, R., Ekinci, M., Yıldırım, E. and Mohammadi, P. 2016. Assessment of the effects of some bacterial isolates and hormones on corm formation and some plant properties in saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Agricultural Science*, 22: 500-511.
- Kisvarga, S., Farkas, D., Boronkay, G., Neményi, A., & Orlóci, L. (2022). Effects of biostimulants in horticulture, with emphasis on ornamental plant production. *Agronomy*, 12(5), 1043.
- Liang, M., Yang, X., Li, H., Su, S., Yi, H., Chai, L., & Deng, X. (2015). De novo transcriptome assembly of pummelo and molecular marker development. *PLoS One*, 10(3), e0120615.

- Mishra, R. K., Prakash, O., Alam, M., & Dikshit, A. (2010). Influence of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the productivity of *Pelargonium graveolens* L. herit. *Recent research in science and technology*, 2(5).
- Mohamed, M. H., Sami, R., Al-Mushhin, A. A., Ali, M. M. E., El-Desouky, H. S., Ismail, K. A., ... & Zewail, R. M. (2021). Impacts of effective microorganisms, compost tea, fulvic acid, yeast extract, and foliar spray with seaweed extract on sweet pepper plants under greenhouse conditions. *Plants*, 10(9), 1927.
- Nautiyal C.S. 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS Microbiology Letters*, 170(1), 265-270.
- Orhan, E., Ercisli, S., Esitken, A., & Sahin, F. (2006). Lateral Root Induction By Bacteria, Radicle Cut Off and IBA Treatments Of Almond Cvs. 'Texas' and 'Nonpareil' seedlings. *Sodininkystė ir Daržininkystė*, 71.
- Padmadevi, K., Jawaharlal, M., & Vijayakumar, M. (2004). Effect of biofertilizers on floral characters and vase life of anthurium (*Anthurium andraeanum* Lind.) cv. Temptation. Chakraborty U, Chakraborty BN, Chakraborty AP, Dey PL, 2013. Water stress amelioration and plant growth promotion in wheat plants by osmotic stress tolerant bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29:789–803.
- Parađiković, N., Teklić, T., Zeljković, S., Lisjak, M., & Špoljarević, M. (2019). Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. *Food and Energy Security*, 8(2), e00162.
- Parlakova Karagöz F., 2018 Effects of plant growth promoting rhizobacteria isolates with the chemical fertilizers combinations on plant growth parameters in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* L.). - Ph.D. Thesis, Atatürk University, Turkey, pp. 86
- Pikovskaya, R. (1948). Mobilization of phosphorus in soil in connection with vital activity of some microbial species. *Mikrobiologiya*, 17, 362-370.
- Raddadi, N., Cherif, A., Boudabous, A., & Daffonchio, D. (2008). Screening of plant growth promoting traits of *Bacillus thuringiensis*. *Annals of Microbiology*, 58, 47-52.
- Rodríguez, R. Vassilev, N. and Azcon, R. 1999. Increases in growth and nutrient uptake of alfalfa grown in soil amended with microbially-treated sugar beet waste. *Appl Soil Ecol* 11 (1), 9-15.
- Samancıoğlu, A., Yıldırım, E. (2015). Bitki gelişimini teşvik eden bakteri uygulamalarının bitkilerde kuraklığa toleransı artırmadaki etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 72-79.
- Seshadri, S., R. Muthukumarasamy, C. Lakshminarasimhan, and S. Lgnacimuthu. 2000. Solubilization of inorganic phosphates by *Azospirillum halopraeferans*. *Currentscience*. 79 (5): 565-567
- Şevik M.A., 2010. Bitki virüs hastalıklarına karşı kullanılan bitki gelişimini teşvik eden rhizobakteriler (PGPR). *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 08: 31-43.
- Sezen, İ., Külekçi, E. A. (2020). Süs bitkilerinin gelişim parametreleri üzerine bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı), 9-20.
- Sharma S, Kaur M (2010) Antimicrobial activities of rhizobacterial strains of *Pseudomonas* and *Bacillus* strains isolated from rhizosphere soil of carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. Sunrise). *Indian J. Microbiol.* 50(2), 229-232.



- Sıddıqui, Z.A., 2006. Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Sıddıqui. S 111- 142., Springer, The Netherlands.
- Singh, H., Reddy, M. S. (2011). Effect of inoculation with phosphate solubilizing fungus on growth and nutrient uptake of wheat and maize plants fertilized with rock phosphate in alkaline soils. *European Journal of Soil Biology*, 47(1), 30-34.
- Srivastava R, Govil M (2007) Influence of biofertilizers on growth and flowering in gladiolus cv. American beauty. *Acta Hort.* 742(742), 183-188.
- Tütüncü, M., Şekerci, A. D., Dönmez, D., İzgü, T., Isak, M. A., & Şimşek, Ö. (2024). Plant biostimulants in ornamentals: Enhancing growth and stress tolerance. *Advances in Horticultural Science*, 38(2), 211-222.
- Ünlü, E., Şekerci, A. D., Yılmaz, S., Yetisir, H. (2023). Field Trial of PGPR, *Bacillus megaterium* E-U2-1, On Some Vegetable Species. *Journal of Applied Biological Sciences*, 17(1), 125-137.
- Upadhyay, S. K., Singh, D. P., & Saikia, R. (2009). Genetic diversity of plant growth promoting rhizobacteria isolated from rhizospheric soil of wheat under saline condition. *Current Microbiology*, 59, 489-496.
- Walker, J. M. (2002). SDS polyacrylamide gel electrophoresis of proteins. The protein protocols handbook, Humana Press, New Jersey 61-67.
- Whitelaw, M. A. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Adv Agron* 69, 99-151.
- Wilson, K. (2001). Preparation of genomic DNA from bacteria. *Current protocols in molecular biology*, 56(1), 2-4.
- Yılmaz S. 2010. Çeşitli Habitatlarda izole edilen *Bacillus Thuringiensis* suşlarının moleküler karakterizasyonu ve bazı zararlı böceklere karşı mücadelede kullanımı. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri ,144
- Zulueta-Rodriguez R, Cordoba-Matson MV, Hernandez-Montiel LG, Murillo-Amador B, Rueda-Puente E, Lara L (2014) Effect of *Pseudomonas putida* on growth and anthocyanin pigment in two poinsettias (*Euphorbia pulcherrima*) cultivars. *Sci. World J.* 810192.

## Kesme Gül Melezleme İslahında Farklı Melez Kombinasyonlarında Meyve Tutumu, Tohum Sayısı ve Tohum Çimlenme Oranının Belirlenmesi

### Determination of Fruit Set, Seed Number and Seed Germination Rate in Different Hybrid Combinations in Cut Rose Hybridization Breeding

 Şüheda Basire AKÇA YILMAZ<sup>1,\*</sup>

#### Özet

Güllerde melezleme ıslahı, polen fertilitesi ve çevresel koşullarda meydana gelen değişiklikler nedeniyle düşük başarı oranına sahip zorlu bir süreçtir. Özellikle tozlaşma başarısının artırılarak düşük tohum tutumunun önlenmesinde, baba ebeveynin polen canlılığı ve çimlenme oranının bilinmesi kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışma, *Rosa odorata* 'Louis XIV' türü ve *Rosa × hybrida* türüne ait Esmeralda ticari kesme gül çeşidinin melezleme ıslahında baba ebeveyn olarak performansını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, Magnum, Avalanche, Harmonie, Lady Rose, Tineke ve Ever Red ticari çeşitlerinin ana ebeveyn olarak kullanıldığı 10 farklı melez kombinasyonu oluşturulmuştur. Baba ebeveynlerde polen canlılık ve çimlenme oranları belirlenirken, bu kombinasyonlarda meyve ve tohum sayısı ile meyve tutum ve tohum çimlenme oranları tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, baba ebeveynlerin canlı polen oranı *R. odorata* türünün %76.62, Esmeralda çeşidinin %75.69; polen çimlenme oranları ise *R. odorata* türünün %18.62, Esmeralda çeşidinin %13.37 olarak saptanmıştır. Meyve başına ortalama tohum sayısı en fazla (28.00 adet) Tineke × *R. odorata*, meyve başına ortalama tohum sayısı en az (5.00 adet) Avalanche × *R. odorata* melez kombinasyonundan elde edilmiştir. En yüksek tohum çimlenme oranı %50 ile Tineke × *R. odorata* melez kombinasyonunda belirlenmiş, bunu %37.50 ile Harmonie × Esmeralda melez kombinasyonu takip etmiştir. En düşük tohum çimlenme oranı ise %5 ile Lady Rose × Esmeralda melez kombinasyonunda kaydedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kesme gül, Melezleme, Tozlaşma, Tohum

#### Abstract

Rose hybridization breeding is a challenging process due to its low success rate, which can be attributed to pollen fertility and changes in environmental conditions. Knowing the pollen viability and germination rate of the male parent is of critical importance, especially in preventing low seed set by increasing pollination success. This study was conducted to determine the performance of *Rosa odorata* 'Louis XIV' and Esmeralda belonging to *Rosa × hybrida* species commercial cut rose variety as a male parent in hybridization breeding. In the study, 10 different hybrid combinations were created using commercial varieties Magnum, Avalanche, Harmonie, Lady Rose, Tineke and Ever Red as female parents. While pollen viability and germination rates were determined in the male parents, the number of fruits and seeds, fruit set and seed germination rates were determined in these combinations. As a result of the study, the viable pollen rate of the male parents was determined to be 76.62% for the *R. odorata* and 75.69% for the 'Esmeralda'; pollen germination rates were found to be 18.62% for *R. odorata* and 13.37% for 'Esmeralda'. The highest average seed number per fruit (28.00 pieces) was obtained from the hybrid combination Tineke × *R. odorata*, and the lowest average seed number per fruit (5.00 pieces) was obtained from the hybrid combination Avalanche × *R. odorata*. The highest seed germination rate was determined in the hybrid combination of Tineke × *R. odorata* with 50%, followed by the hybrid combination of Harmonie × Esmeralda with 37.50%. The lowest seed germination rate was recorded in the hybrid combination of Lady Rose × Esmeralda with 5%.

**Keywords:** Crossing, Cut rose, Hybridization, Seed

Geliş Tarihi:02.10.2024, Düzeltme Tarihi: 06.11.2024, Kabul Tarihi:13.11.2024

Adres:<sup>1</sup>Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Üniversitesi, Çaycuma Gıda, ve Tarım Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri, E-mail: sbasire.akca@beun.edu.tr

## 1. Giriş

*Rosaceae* familyasının *Rosa* cinsine ait olan güller, canlı çiçekleri ve büyüleyici kokularıyla sadece süs bitkisi olarak değil, aynı zamanda parfümeri, kozmetik, sanayi, gıda ve tıp gibi çeşitli alanlar da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde, yaşam kalitesini artıran ve estetik güzellik katan yaklaşık 30.000-35.000 adet gül çeşidi geliştirilmiştir (Qi vd. 2018; Guan vd. 2024).

Gül ıslahı programlarında, pazarın ve tüketicilerin değişim gösteren talep ve tercihleri yanı sıra iklim değişikliklerine uyum sağlayabilen yeni çeşitlerin geliştirilmesi giderek daha önemli hale gelmiştir (De Vries ve Dubois 1996; Leus vd. 2018; Roman vd. 2024). Islah hedefleri ihtiyaç ve toplumsal faydalar doğrultusunda çeşitlendirilebilmektedir. Gül ıslahının başlıca hedefleri arasında sürekli yeşil ve sürekli çiçek açan bahçe çeşitleri, dikensizlik, koku, tekrarlı çiçeklenme, uzun vazo ömrü, çiçek formu, yeni ve çekici petal renkleri, uzun çiçek sapı, çiçek çapı, gonca uzunluğu, zararlılara ve hastalıklara direnç, soğuğa dayanıklılık, çelikle kolayca çoğaltılabilme, yüksek yağ içeriği, sıcağa dayanıklılık ve subtropikal koşullara uyum gibi özelliklerin geliştirilmesi yer almaktadır (Datta 2018).

Kesme çiçek sektöründe yeni gül çeşitlerinin elde edilmesinde melezleme ıslah yöntemleri ön plana çıkmaktadır (Doğan vd. 2020). Gül melezleme ıslahı ile yeni çeşitlerin geliştirilmesi, ebeveyn seçimi, kontrollü tozlaşma, etkili tozlama zamanı, yumurtalığın döllenmesi, meyve tutumu, tohumların olgunlaşması, çimlenme ve yeni bitkilerin hayatta kalması gibi birçok adımdan oluşmaktadır (Nadeem vd. 2013). Gül türleri ve çeşitleri arasında değişken fertilité seviyeleri görülmektedir (Zlesak 2009). Meyve ve tohum oluşumundaki farklılıklar, genellikle uyumsuzluktan ziyade polen canlılığından kaynaklanmaktadır (Visser vd. 1997). Bu nedenle gül ıslahçıları, melezleme çalışmalarında her zaman daha iyi tozlayıcı ve/veya tohum oluşumu fazla olan tür/çeşitlere ihtiyaç duymaktadır (Zlesak 2006; Nadeem vd. 2013; Farooq vd. 2016).

Bu çalışma, *R. odorata* 'Louis XIV' türü ve *R. x hybrida* türüne ait Esmeralda ticari kesme gül çeşidinin melezleme ıslahında baba ebeveyn olarak performansını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Baba ebeveynlerin *in vitro* koşullarda polen canlılık ve çimlenme oranlarının belirlenmesi yanında, oluşturulan farklı melez kombinasyonlar ile meyve ve tohum sayısı ile meyve tutum ve tohum çimlenme oranları belirlenerek *in vivo* performansları da ortaya konmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Bitkisel materyal

Araştırmada, bitkisel materyal olarak bir kokulu eski bahçe gülü türü (*R. odorata* 'Louis XIV') ile yedi farklı ticari kesme gül çeşidi (Magnum, Avalanche, Harmonie, Lady Rose, Tineke, Ever Red, Esmeralda) kullanılmıştır. Tozlama çalışmaları ve tohum ekimi, 2021-2022 yıllarında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde bulunan Ar-Ge serasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan ebeveynlere ait bilgiler Çizelge 2.1'de sunulmuştur.

### Çizelge 1. Ebeveyn olarak kullanılan gül tür ve çeşitlerine ait özellikler

Tür/Çeşit adı	Petal rengi (RHS kodu)	Koku durumu	Petal sayısı/Ort. Petal sayısı (adet)
<i>R. odorata</i> 'Louis XIV'	Koyu kırmızı (187B)	Kokulu	20-32
Esmeralda	Pembe (N666C)	Kokulu	26-42
Magnum	Kırmızı (N45A)	Kokusuz	18-35
Avalanche	Beyaz (155D)	Kokusuz	40-50
Harmonie	Yavruağzı (41C)	Kokulu	18-23
Lady Rose	Narçiçeği (40C)	Kokulu	18-21
Tineke	Beyaz (NN155B)	Kokusuz	68-87
Ever Red	Kırmızı (N45A)	Kokusuz	26-46

### 2.2 Polen canlılık ve çimlenme oranı

Polen canlılığı ve çimlenme oranlarını belirlemek amacıyla, baba ebeveyn olarak kullanılan tür ve çeşitlerin %50 oranında açmış çiçeklerinden toplanan anterler cam petrilere yerleştirilmiş ve 20°C sıcaklık ile %60-65 nem oranına sahip inkübatör kabinde 24 saat bekletilmiştir. Böylece anterlerin patlaması sağlanmıştır. Polen sayımları, Leica marka DM1000 model ışık mikroskobu kullanılarak x20 ve x40 objektiflerle gerçekleştirilmiştir.

Polen canlılığının değerlendirilmesinde İKI (İyotlu Potasyum İyodür) testi uygulanmıştır. Bu işlem sırasında, bir lam üzerine bir damla İKI çözeltisi damlatılmış ve üzerine polenler serpiştirilerek lamel ile kapatılmıştır. Polenler, yaklaşık 4-5 dakika bekletildikten sonra mikroskop altında incelenmiş ve sayım işlemi gerçekleştirilmiştir. Sayım esnasında, kahverengi ve siyah renkte olan polenler 'mutlak canlı', kırmızı, turuncu ve açık kahverengi olanlar 'yarı canlı', sarı veya renksiz olanlar ise 'cansız' olarak değerlendirilmiştir. 'Yarı canlı' olarak belirlenen polenlerin yarısı 'mutlak canlı', diğer yarısı da 'cansız' polen miktarlarına eklenerek polen oranı hesaplanmıştır (Eti 1990; Erçişli 2007).

Polen çimlenme oranının belirlenmesi amacıyla "Doymuş Petri Yöntemi" uygulanmıştır. Bu yöntemde, %1'lik agar ortamına %20 sakaroz ve 10 ppm borik asit eklenerek bir çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti, petri kaplarına dökülmüş ve agar katılaştıktan sonra, çiçek tozları fırça yardımıyla agar üzerine serpiştirilmiştir. Petri kapları, 24°C sıcaklık ve %60 nem koşullarında büyüme kabinde 8 saat inkübe edilmiş (İmrak,

2010), ardından mikroskop altında yapılan incelemelerde polen çimlenme oranları belirlenmiştir. Sayım sırasında, kendi çapının 1.5 katına ulaşarak çim borusu oluşturan polenler "çimlenmiş" olarak değerlendirilmiştir (Leus 2005; Khan vd. 2021).

### 2.3 Melezleme ıslahı

Melezleme çalışmaları 1 Haziran-14 Temmuz tarihleri arasında yapılmıştır. Magnum, Avalanche, Harmonie, Lady Rose, Tineke ve Ever Red çeşitleri ana ebeveyn, *R. odorata* 'Louis XIV'türü ile Esmeralda çeşidi baba ebeveyn olarak kullanılmıştır. Toplam 10 farklı melez kombinasyonu oluşturulmuştur. Her bir melez kombinasyonunda, 10 ile 24 adet arasında değişen sayılarda olmak üzere toplam 145 adet tozlama yapılmıştır.

Melezleme çalışmalarında, kendine dölleni engellemek amacıyla; ana ebeveyn olarak seçilen genotipin çiçeklerinin yaklaşık %50'si açığında, öncelikle petaller kopartılmış ve ardından anterler (erkek organlar) pens yardımıyla uzaklaştırılarak emaskülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Chimonidou vd. 2007). Emaskülasyon işleminin hemen ardından, yabancı tozlaşmayı ve stigmanın kurummasını önlemek için dişi organlar kağıt torba ile tozlama işlemine kadar izole edilmiştir (Crespel ve Mouchotte, 2003; Chimonidou vd. 2007).

Baba ebeveynlerden alınan anterler, 20°C sıcaklık ve %60-65 nem koşullarında inkübatörde bekletilmiştir. Bir sonraki gün ise, patlayan anterlerden elde edilen polenler, ana ebeveyn olarak seçilen bitkinin stigmasına fırça yardımıyla uygulanarak tozlama işlemi gerçekleştirilmiş ve tekrar dört gün boyunca kağıt torba ile kapatılmıştır (De Vries ve Dubois, 1988; Crespel ve Mouchotte, 2003; Chimonidou vd. 2007). Tozlama işleminin ardından, melez kombinasyonuna ilişkin bilgiler ve melezleme tarihini içeren etiketleme yapılmıştır.

Tozlamadan yaklaşık bir ay sonra meyve oluşumu gözlemlenmiş, üç ay sonra ise meyveler olgunlaşmıştır. 17 Kasım - 11 Aralık 2021 tarihleri arasında, olgunluk belirtileri gösteren meyveler (yeşilden turuncu-kırmızı renge dönmesi) hasat edilmiştir. Her kombinasyona ait meyve ve tohum sayısı ile meyve başına düşen ortalama tohum sayısı belirlenmiştir. Ayıklanan tohumlar, nemli perlit içeren polietilen torbalarda saklanarak 4°C'de 137 gün süreyle (17 Kasım 2021 - 4 Nisan 2022) soğukta nemli katlamaya bırakılmıştır. Bu sürenin ardından, tohumlar nemli perlitten çıkarılarak kokopit içeren viyollere ekilmiş ve çoğaltım serasında çimlenmeye alınmıştır. Çimlenen F<sub>1</sub> tohumları sayılarak çimlenme oranları (%) hesaplanmıştır.

### 2.4 Veri analizi

Çalışmada elde edilen polen canlılık ve çimlenme oranlarına ait veriler, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak IBM 23 istatistik paket programı ile değerlendirilmiş,

ortalamlar arasındaki farklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. Ayrıca, özellikler arasındaki korelasyon, Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak analiz edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Baba ebeveynlerin polen canlılık ve çimlenme oranları

Çalışmada kullanılan baba ebeveynlere ait polen canlılığı ve çimlenme oranlarına ilişkin veriler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, baba ebeveynlerin polen canlılık ve çimlenme oranları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemli bulunmamıştır.

#### Çizelge 2. Çalışmada kullanılan baba ebeveynlerde canlı polen ve çimlenme oranları

Çeşit/Tür adı	Canlı polen oranı (%)	Polen çimlenme oranı (%)
Esmeralda	75.69±1.71	13.37±2.03
<i>Rosa odorata</i> ‘Louis XIV’	76.62±2.50	18.62±5.92

\*Ortalamlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmamıştır.

Polen canlılık oranlarına bakıldığında; *R. odorata* türünün polen canlılığının %76.62, Esmeralda çeşidinin ise %75.69 olarak belirlenmiştir. Polen çimlenme oranları incelendiğinde ise; *R. odorata* türünün polen çimlenme oranı % 18.62, Esmeralda çeşidinin ise %13.37 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

#### 3.2. Melez kombinasyonlarında meyve tutum oranı, tohum sayısı ve çimlenme oranına ilişkin bulgular

Mezleme çalışmaları sonrasında hasat olgunluğuna gelen meyveler 17 Kasım-11 Aralık arasında hasat edilerek her bir melez kombinasyonunda tohum sayısı (adet), meyve tutum oranı (%), meyve başına ortalama tohum sayısı (adet) ve tohum çimlenme oranları (%) belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Melez kombinasyonları arasında en yüksek meyve tutum oranı Harmonie × Esmeralda (%100) ile Tineke × *R. odorata* (%100) melez kombinasyonlarından elde edilmiştir. En az meyve tutum oranı ise Avalanche × Esmeralda (%8.33) melez kombinasyonunda kaydedilmiştir.

#### Çizelge 3. Melez kombinasyonlarına ait veriler

Melez kombinasyonu		MS (adet)	MTO (%)	TS (adet)	MBOTS (adet)	ÇTS (adet)	TÇO (%)
Ana ebeveyn	Baba ebeveyn						
Magnum	Esmeralda	18	90.00	263	14.61	48	18.25
	<i>R. odorata</i> ‘Louis XIV’	8	61.54	102	12.75	6	5.88
Avalanche	Esmeralda	1	8.33	11	11.00	0	0.00
	<i>R. odorata</i> ‘Louis XIV’	3	12.50	15	5.00	1	6.67
Harmonie	Esmeralda	12	100.00	192	16.00	72	37.50
	<i>R. odorata</i> ‘Louis XIV’	10	83.33	180	18.00	45	25.00
Lady Rose	Esmeralda	7	70.00	60	8.57	3	5.00
	<i>R. odorata</i> ‘Louis XIV’	9	90.00	75	8.33	5	6.67
Tineke	<i>R. odorata</i> ‘Louis XIV’	10	100.00	280	28.00	140	50.00
Ever Red	<i>R. odorata</i> ‘Louis XIV’	7	31.82	107	15.29	8	7.48

MS: Meyve sayısı, MTO: Meyve tutum oranı, TS: Tohum sayısı, MBOTS: Meyve başına ortalama tohum sayısı, ÇTS: Çimlenen tohum sayısı, TÇO: Tohum çimlenme oranı

Melez kombinasyonları arasında tohum sayıları 11 adet ile 280 adet arasında değişmiştir. Tüm melez kombinasyonları içinde en fazla tohum sayısı *Tineke* × *R. odorata* melez kombinasyonunda, en az tohum sayısı *Avalanche* × *Esmeralda* melez kombinasyonunda belirlenmiştir. *Esmeralda* çeşidinin baba ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonları arasında en fazla tohum sayısı *Magnum* × *Esmeralda* (263 adet) melez kombinasyonundan elde edilmiştir. *R. odorata* türünün baba ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonları arasında en az tohum sayısı *Avalanche* × *R. odorata* kombinasyonunda saptanmıştır.

Melez kombinasyonları arasında meyve başına ortalama tohum sayısı en yüksek, 28 adet ile *Tineke* × *R. odorata* melez kombinasyonunda, en düşük ise 5 adet ile *Avalanche* × *R. odorata* melez kombinasyonunda tespit edilmiştir.

*R. odorata* türünün baba ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonları arasında en yüksek tohum çimlenme oranı %50.00 ile *Tineke* × *R. odorata* melez kombinasyonunda saptanmıştır. *Esmeralda* çeşidinin baba ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonları arasında en yüksek tohum çimlenme oranı ise % 37.50 ile *Harmonie* × *Esmeralda* kombinasyonundan elde edilmiştir. En düşük çimlenme oranı ise %5 ile *Lady Rose* × *Esmeralda* melez kombinasyonunda belirlenmiştir. *Avalanche* × *Esmeralda* melez kombinasyonu tohumlarında çimlenme gerçekleşmemiştir.

Melez kombinasyonlarına ait meyve sayısı, meyve tutum oranı, meyve başına tohum sayısı, çimlenen tohum sayısı ve tohum çimlenme oranı arasındaki ilişkiler Çizelge 3.3'te verilmiştir.

**Çizelge 4. Melez kombinasyonlarına ilişkin bazı parametrelerin korelasyon verileri**

Özellikler	Meyve tutum oranı (%)	Meyve başına ort. tohum sayısı (adet)	Tohum çimlenme oranı (%)	Canlı polen oranı (%)	Polen çimlenme oranı (%)
Meyve tutum oranı (%)	1.000				
Meyve başına ort. tohum sayısı (adet)	0.533	1.000			
Tohum çimlenme oranı (%)	0.690*	0.846**	1.000		
Canlı polen oranı (%)	0.012	-0.378	0.137	1.000	
Polen çimlenme oranı (%)	-0.512	-0.612	-0.268	0.188	1.000

Korelasyon \*\*p<0.01, \*p<0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Tohum çimlenme oranı ile meyve başına ortalama tohum sayısı arasında p<0.01 düzeyinde pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Meyve tutum oranı ile tohum çimlenme oranı arasında orta-yüksek düzeyde pozitif bir korelasyon tespit edilmiş olup ve bu ilişki p<0.05 düzeyinde anlamlıdır. Polen çimlenme oranı ile meyve tutum oranı, meyve başına ortalama tohum sayısı ve tohum çimlenme oranı arasında düşük veya negatif korelasyonlar

saptanmıştır. Canlı polen oranı ile diğer özellikler arasında genel olarak düşük veya negatif korelasyonlar belirlenmiştir.

Gül melezleme ıslahı çalışmalarında, türler ve çeşitler arasında meyve tutum oranı, meyve başına düşen ortalama tohum sayısı ve tohum çimlenme oranlarında farklılıklar gözlenmiştir. Melez çay gülleri üzerine yapılan çalışmalarda, meyve tutum oranlarının 0 ile %100 arasında değişiklik gösterdiği, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 0 ile 24 adet arasında olduğu rapor edilmiştir (Atram vd., 2015). Nadeem vd. (2015) tarafından modern gül çeşitleri kullanılarak yapılan melezleme çalışmalarında, meyve tutum oranlarının %30-83, meyve başına tohum sayısının ise 15 adet - 33 adet arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Farklı gül genotipi üzerinde yapılan melezlemelerde, meyve tutum oranlarının 0 ile %83, meyve başına tohum sayısının ise 0 ile 17 adet arasında olduğu bildirilmiştir (Farooq vd. 2016). Kılıç (2020) tarafından yapılan çalışmada, 23 farklı melez kombinasyonu kullanılarak gerçekleştirilen melezlemelerin meyve tutum oranlarının %11.32 ile %100, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 5 adet ile 26 adet arasında değiştiği belirtilmiştir. 21 farklı gül çeşidi kullanılarak yapılan melezlemelerde meyve tutum oranlarının 0 ile %67, meyve başına ortalama tohum sayılarının ise 0 ile 14.33 adet arasında dağılım gösterdiği rapor edilmiştir (Khan vd. 2021). Doğan (2022) ise, 46 farklı melez kombinasyonu ile saksılı minyatür güllerin ıslahı üzerine yaptığı çalışmasında, meyve tutum oranlarının %5 ile %100, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 0 ile 13.67 adet arasında olduğunu belirtmiştir. Saksı minyatür gül x kesme gül melez kombinasyonlarında meyve tutum oranının 0 ile 83.33, tohum sayısının ise 0 ile 6.14 adet aralığında değiştiği belirtilmiştir (Şener vd. 2023). Meral (2023), çalışmasında meyve tutum oranlarının %20 ile %75, meyve başına ortalama tohum sayılarının ise 5.71 adet ile 12.61 adet aralığında bulunduğunu bildirmiştir. Son olarak, Meral ve Kazaz (2024), güllerde tür içi ve türler arası yapılan melezlemelerde ise meyve tutum oranının %0 ile %68 arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Çalışmada incelenen melez kombinasyonlarında, meyve tutum oranlarının %8.33 ile %100, meyve başına tohum sayısının ise 5 adet ile 28 adet arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ile yukarıda belirtilen daha önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, alt ve üst sınır değerlerinde farklılıklar görülse de genel olarak uyumlu bir tablo ortaya koymaktadır.

Gül melezleme ıslahında tohum sayısı, tohum ağırlığı ve meyve gelişimi yinelenen tozlama uygulamaları ile artırılabilir (Chimonidou vd. 2007). Aynı zamanda 23-30°C arasındaki sıcaklık aralığı ve ana ebeveynin fertil polenle olan stigma alıcılığı başarılı tozlaşma için önemli bir rol oynamaktadır (Crespel ve Mouchette, 2017; Khan vd. 2021). Meyve gelişimi üzerinde de sıcaklığın belirleyici bir etkisi bulunmaktadır. Gül ıslahı için ideal



sıcaklık aralığının 20-25°C, meyve gelişimi için ise 25-30°C olduğu belirtilmiştir (De Vries vd. 1996; Farooq vd. 2016). Gül ıslahında başarılı sonuçlar elde edebilmek için çevresel ve fizyolojik faktörlerin optimum seviyede olması gerekmektedir. Gudin (1992), tozlaşma ve dölleme sırasında gametlerin canlılığı ve başarılı birleşmelerinin, içsel fizyolojik süreçler tarafından etkilendiğini öne sürmüştür. Güllerde melezleme ıslahında meyve tutum oranı, meyve başına tohum sayısı ve tohum çimlenme oranı; genotiplerin genetik yapıları ve ploidi seviyeleri, ebeveynlerin fertiliteleri (Nadeem vd., 2015), zararlı allellerin bulunması, gametofitik uyumsuzluk, polenlerdeki mayotik anormallikler (Ogilvie vd., 1991; Nadeem vd., 2015), tozlama yöntemi ve iklim koşulları (Farooq vd., 2016) gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanıyor olabilir.

Gül melezleme ıslahında polen kalitesinin meyve başına tohum sayısı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, Nadeem vd. (2013), farklı melez çay gülü genotiplerini kullanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en düşük polen çimlenme oranına (%1,33) sahip çeşitlerle yapılan melezlemelerde meyve elde edilemezken, en yüksek polen çimlenme oranına (%46,55) sahip çeşitlerle yapılan melezlemelerde meyve başına ortalama 35 tohum ile en yüksek tohum sayısının elde edildiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda ise polen çimlenme oranları bilinen baba ebeveyn genotipleri ile aynı ana ebeveyn kullanılarak yapılan melezlemelerde, meyve tutum oranları ve meyve başına düşen tohum sayılarının ana ebeveynlere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Melezleme başarısı, sadece baba ebeveynlerdeki polen kalitesi ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda ana ebeveynlerin verimliliği de başarı üzerinde etkili faktörlerden biridir. Ana ebeveynlerin uyum düzeylerinin melezleme başarısını belirgin şekilde etkilediği belirtilmiştir (Love vd., 2016; Meral 2023). Ayrıca, yapılan bir çalışmada fazla tozlama yapılmasının meyve tutum oranındaki varyasyonu azalttığı, ancak ekonomik açıdan üç tozlama uygulamasının meyve tutum oranını ve tohum sayısını artırdığı için yeterli ve uygun olabileceği ifade edilmiştir (Jeong ve Park, 2022).

Bu çalışmada, melez kombinasyonlarının tohum çimlenme oranlarının 0-%50 arasında değiştiği belirlenmiştir. Gül tohumlarının çimlenme oranlarının belirlendiği çalışmalar incelendiğinde; Pipino vd. (2011) %15.4-37.1, Ueckert (2014) %10.6-62, Kılıç (2020) %0-30.80, Doğan (2022) %0-65.79, Şener vd. (2023) %0-47.5, Meral (2023) %3.61-48.00 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada tohum çimlenme oranı ile ilgili elde edilen bulgular, gül tohumlarının çimlenme oranlarını inceleyen önceki araştırmalarla uyumlu sonuçlar ortaya koymuştur. Tohum çimlenme oranının tür ve çeşitlere, tohum gelişimi süresince maruz kalınan sıcaklık koşullarına, olgunlaşma dönemindeki çevresel ve genetik faktörlere, ayrıca tohumların katlama yöntemine bağlı olarak değişiklik gösterdiği

belirtilmektedir (De Vries ve Dubois, 1983; Gudin vd. 1990; Morpeth ve Hall 2000; Zlesak 2006; Zhou vd. 2008; Khan vd. 2020). Gül tohumları hem fiziksel dormansi (çimlenme üzerinde fiziksel engeller) hem de fizyolojik dormansi (endojen kimyasal inhibitörler) özellikleri taşımaktadır (Zlesak 2006). Tohumların perikap ve testasında yüksek konsantrasyonlarda absisik asit gibi inhibitörlerin bulunması, tohum çimlenmesini engelleyebilmektedir (Ueda 2003; Zlesak 2006; Abdolmohammadi vd. 2014).

#### **4. Sonuç**

Bu çalışmada, gül melezleme programlarında baba ebeveyn olarak kullanılan *R. odorata* türü ve Esmeralda çeşidinin polen canlılığı ve çimlenme oranlarının melezleme başarısına katkıları incelenmiştir. Bulgular, baba ebeveynlerin polen canlılığı ve polen çimlenme oranları açısından anlamlı bir fark göstermediğini ortaya koymaktadır. Ancak, melez kombinasyonlarına ait veriler değerlendirildiğinde, baba ebeveynlerin meyve tutum oranı, meyve başına tohum sayısı ve tohum çimlenme oranı gibi parametrelerinde varyasyonlar belirlenmiştir.

Çalışmada, meyve başına ortalama tohum sayısının en yüksek olduğu kombinasyonun Tineke x *R. odorata* (28.00 adet) olduğu belirlenmiştir, bu kombinasyon aynı zamanda %50.00 ile en yüksek tohum çimlenme oranını göstermiştir. Esmeralda çeşidinin baba ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonları arasında, Harmonie x Esmeralda kombinasyonu, hem meyve başına ortalama tohum sayısı (16.00 adet) hem de tohum çimlenme oranı (%37.50) açısından en yüksek değerlere sahip olmuştur. Buna karşın, Avalanche x Esmeralda melez kombinasyonunda çimlenmiş tohum elde edilememiştir. Bu bulgular, *R. odorata* türünün baba ebeveyn olarak daha yüksek tohum verimi ve çimlenme başarısı sağladığını göstermekte olup, gelecekteki ıslah çalışmalarında bu çeşit tercih edilebilir. Esmeralda çeşidi ile yapılan melez kombinasyonlarının daha düşük performans sergilediği göz önüne alındığında, bu tür kombinasyonların sınırlı amaçlarla veya spesifik ıslah hedeflerine yönelik kullanılmasının daha uygun olabileceği düşünülmektedir.

#### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Abdolmohammadi, M., M. J. Kermani, H. Zakizadeh and Y. Hamidoghli. (2014). In vitro embryo germination and interploidy hybridization of rose (*Rosa* sp). *Euphytica*, 198(2): 255-264.
- Chimonidou, D., A. Bolla, C. Pitta, L. Vassiliou, G. Kyriakou and H.M.C. Put. (2007). Is it possible to transfer aroma from *Rosa damascena* to Hybrid Tea Rose cultivars by hybridisation?. *Acta Hort.*, 751: 299.
- Crespel, L., Mouchotte, J. (2003). Methods of cross-breeding. In: Roberts AV, Debener T, Gudin S (eds) *Encyclopedia of rose science*, vol 1. Elsevier Academic Press, Oxford, pp 30–33.
- Datta, S. K. (2018). Breeding of new ornamental varieties: Rose. *Current Science*, VOL.114(6), NO.1194-1206.
- De Vries, D. P. ve Dubois, L. A. (1983). Pollen and pollination experiments. X. the effect of repeated pollination on fruit-and seed set in crosses between the hybrid tea-rose cvs. Sonia and Iona. *Euphytica*, 32 (3), pp. 685-689.
- De Vries, D.P., Dubois L. (1996). Rose breeding: past, present, prospects. *Acta Horticulturae* 424:241-248. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1996.424.43>.
- Doğan, E. (2022). Melezleme Yoluyla Saksılı Minyatür Gül Islahı. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 250 s. Türkiye.
- Doğan, E., Kazaz, S., Kılıç, T., Dursun, H., Ünsal, H. T., Uran, M. (2020). A Research on Determination of the Performance *Rosa damascena* Mill. as Pollen Source in Rose Breeding by Hybridization. *Ziraat Fakültesi Dergisi*. Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:194-201, 2020 ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.
- Ercişli, S. (2007). Determination of pollen viability and in vitro pollen germination of *Rosa dumalis* and *Rosa villosa*. *Bangladesh Journal of Botany*, 36(2), 185-187.
- Eti, S. (1990). Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(4), 49-58.
- Farooq, A., Lei, S., Nadeem, M., Asif, M., Akhtar, G. ve Butt, S. J. (2016). Cross compatibility in various scented *Rosa* species breeding. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(4), 863-869.
- Guan, H., Huang, B., Yan, X., Zhao, J., Yang, S., Wu, Q., Bao, M., Bendahmane, M. ve Fu, X. (2024). Identification of distinct roses suitable for future breeding by phenotypic and



- genotypic evaluations of 192 rose germplasms. *HORTIC. ADV.* 2, 5. <https://doi.org/10.1007/s44281-023-00024-1>.
- Gudin, S. (1992). Influence of bud chilling on subsequent reproductive fertility in roses. *Scientia Hort.* 51, 139-144.
- Gudin, S., Arene, L., Chavagnat, A., Bulard, C. (1990). Influence of endocarp thickness on rose achene germination: genetic and environmental factors. *HortScience*, 25 (7), pp. 786-788.
- Hosafci, H., Arslan, N., Sarihan, E.O. (2005). Propagation of Dog Roses (*Rosa canina* L.) by Seed. *Acta Hort.* 690: 159-164.
- Imrak, B. (2010). ‘Bazı kiraz çeşitlerinin subtropik iklim koşullarındaki performansları ve çoklu dişi organ oluşumu sorununun çözümüne ilişkin araştırmalar’. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Jeong, N.-R., Park, K.Y. (2022). Rose pollen management methods to improve productivity. *Agronomy*, 12, 1285. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061285>.
- Khan, M. F., Hafiz, I. A., Khan, M. A., Abbasi, NA, Habib, U, Shah M. K. N. (2021). Determination of pollen fertility and hybridization success among *Rosa hybrida*. *Pakistan Journal of Botany* 53(5):1791–1800. DOI 10.30848/PJB2021-5(15).
- Khan, M.F., Hafiz, I.A., Abbasi, N.A. ve Shah, M.K.N. (2020). Mitigation of seed dormancy and microsatellite analysis of hybrid population of Garden roses (*Rosa hybrida*). *Sci. Hortic.*, 262: 109044. ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109044>.
- Kılıç, T. (2020). Melezleme yoluyla kokulu kesme gül ıslahı. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 494 s. Türkiye.
- Leus, L. (2005). Resistance breeding for powdery mildew (*Podosphaera pannosa*) and black spot (*Diplocarpon rosae*) in roses. Ghent University.
- Leus, L., Van Laere, K, De Riek J., Van Huylenbroeck J. (2018). Rose. In: Van Huylenbroeck J (Ed). *Ornamental Crops. Handbook of Plant Breeding* 11, pp 719-767. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature.
- Love, J., Graham, S.W., Irwin, J.A., Asthon, P.A., Bretagnolle, F. ve Abbott, R.J. (2016). Self-pollination, style length development and seed set in self-compatible Asteraceae: evidence from *Senecio vulgaris* L.. *Plant Ecology & Diversity*, 9 (4), 371-379.
- Meral, D. E. (2023). Cross ability of miniature rose and quantitative and qualitative traits in hybrids, *Frontiers in Plant Science* 14:1-14. doi:10.3389/ fpls.2023.1244426.
- Meral, E. D. ve Kazaz, S. (2024). Güllerde Tür İçi ve Türler Arası Melezlemenin Islah Başarısı Üzerine Etkisi. *BAHÇE* 53 (Özel Sayı 1): 303–309.

- Morpeth, D. R. and Hall, A. M. (2000). Microbial enhancement of seed germination in *Rosa corymbifera* 'Laxa' Seed Sci. Res., 10 (4), pp. 489-494.
- Nadeem, M., Akond, M., Riaz, A., Qasim, M., Younis, A. ve Farooq, A. (2013). Pollen morphology and viability relates to seed production in hybrid roses. Plant Breeding and Seed Science, 68(1):25-38.
- Nadeem, M., Younis, A., Riaz, A. ve Lim, K.B. (2015). Crossability among modern roses and heterosis of quantitative and qualitative traits in hybrids. Horticulture, Environment and Biotechnology, 56(4), 487-497.
- Ogilvie, I., D. Cloutier, N. Arnold, and P.Y. Jui. (1991). The effect of gibberellic acid on fruit and seed set in crosses of garden and winter hardy *Rosa* accessions. Euphytica 52:119-123
- Pipino, L., Scariot, V., Gaggero, L., Mansuino, A., Van Labeke, M. C., Giovannini, A. (2011). Enhancing seed germination in hybrid tea roses. Propagation of Ornamental Plants, 11(3), 111-118.
- Qi, W.C, Chen, X., Fang, P.H, Shi, S.C, Li, J.J, Liu, X.T. (2018). Genomic and transcriptomic sequencing of *Rosa hybrida* provides microsatellite markers for breeding, flower trait improvement and taxonomy studies. BMC Plant Biol. 2018;18:119. <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1322-5>.
- Salcă Roman, G. M., Lehel, L. , Somsai, A. P., Stoian-Dod, R. L., Dan, C., Bunea, C. I., Sestras, A. F., Sestras, R. E. (2024). The use of genetic resources in rose breeding and creation of new rose cultivars through hybridization and selection. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. Volume 52, Issue 1, Article number 13585. DOI:10.15835/nbha52113585.
- Şener, M. U., Kazaz, S., Kılıç, T. ve Meral, E. D. (2023) "Crossing success of 'pot miniature rose x cut rose'," Turkish Journal of Agriculture and Forestry: Vol. 47: No. 5, Article 6. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3117>.
- Ueckert, J.A. (2014). Understanding and Manipulating Polyploidy in Garden Roses. Yüksek Lisans Tezi, Texas A&M Üniversitesi, Bitki Islahı, 92, Amerika.
- Ueda, Y. (2003). Seed maturation and germination. p.623-626. In: A.V. Roberts, T. Debener and S. Gudin (eds.), Encyclopedia of Rose Science. Elsevier Academic Press, Oxford,UK.
- Visser, T., D.P. de Vries, J.A.M. Scheurink, and G.W.H. Welles. (1977). Hybrid tea-rose pollen. II. Inheritance of pollen viability. Euphytica 26:729-732.

- Zhou, Z. ve Bao, W. (2011). Levels of physiological dormancy and methods for improving seed germination of four rose species, *Scientia Horticulturae*, Volume 129, Issue 4, Pages 818-824, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.024>.
- Zhou, Z.Q., Bao, W.K., Wu, N. ve Wilson, E.H. (2009). Dormancy and germination in *Rosa multibracteata* Hemsl. *Sci. Hortic.* 119: 434-441.
- Zhou, Z.Q., Wu, N., Bao, W.K., Qiu, P.F. (2008). Post-dispersal factors regulating dormancy and germination of *Rosa soulieana* seeds. *Belg. J. Bot.*, pp. 103-111.
- Zlesak, D. C. (2006). Rose. *Rosa hybrida*. In: Anderson N. O. (Ed.). *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century*, Springer, 695-738, Amerika.
- Zlesak, D. C. (2009). Pollen diameter and guard cell length as predictors of ploidy in diverse rose cultivars, species, and breeding lines. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 3(1): 53-70.

## Türkiye’de Süs Bitkisi Potansiyeli Olan Bazı Genetik Kaynaklarımızın Morfolojik Karakterizasyonu\*

### Morphological Characterization of Some Genetic Resources with Ornamental Plant Potential in Türkiye

 Gülден Haspolat<sup>1,\*</sup>,  Ümran Şenel<sup>1</sup>

#### Özet

Türkiye’de süs bitkisi olarak kullanılabilen pek çok tür doğal olarak yayılış göstermektedir. Mevcut biyoçeşitliliğimizin süs bitkileri açısından değerlendirilerek yeni türlerin süs bitkisi olarak kullanımı için çoğaltması ve ıslah çalışmalarında yer alması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye florasından toplanarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Ulusal Tohum Gen Bankası’nda muhafazaya alınmış süs bitkisi türlerine ait tohumlarda üretim yenileme çalışmaları ve bu türlerin morfolojik karakterizasyonu amaçlanmıştır. Bu amaç ile üretim yenileme çalışmaları kapsamında *Anthemis*, *Agrostemma*, *Datura*, *Calendula* ve *Tagetes* gibi bazı bitkilerde çiçeklenme döneminde morfolojik karakterizasyonlar yapılmıştır. Türlerle ait tanımlama listeleri oluşturularak bitki boyu, bitki çapı, çiçek boyu, çiçek çapı, yaprak sayısı, yaprak boyu vb. gibi özellikler ölçülmüştür. Bitkiler bitki büyüklükleri, çiçek ve yaprak özellikleri açısından farklılıklar göstermiştir. Morfolojik karakterizasyonları yapılmış, bitkilere ait üretim yenileme işlemleri tamamlanmış tohumlar, Ulusal Tohum Gen Bankası’nda koruma altına alınmıştır. Dünyanın yüz yüze olduğu iklim değişikliği gibi faktörler göz önüne alındığında doğal kaynaklarımıza ait bitkilerin korunması ve muhafaza altına alınması ülkemiz için oldukça değerli iken süs bitkileri açısından sahip olduğumuz zenginliğimizin özenle korunması için etkili çözümler geliştirilmeli, kültüre alma ve yeni çeşitlerin ulusal ölçekte geliştirilerek yaygınlaştırılması desteklenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Süs bitkileri, Genetik kaynaklar, Toplama, Üretim yenileme

#### Abstract

Many species that can be used as ornamental plants are naturally distributed in Türkiye. It is essential to evaluate our existing biodiversity in terms of ornamental plants, propagate new species for use as ornamental plants, and participate in breeding studies. In this study; production renewal studies on seeds of ornamental plant species collected from the flora of Türkiye and preserved in the National Seed Gene Bank of the Aegean Agricultural Research Institute and the morphological characterisation of these species were aimed. For this purpose, morphological characterisations were made during the flowering period of some plants such as *Anthemis*, *Agrostemma*, *Datura*, *Calendula* and *Tagetes* within the scope of production renewal studies. Identification lists of species are created and plant height, plant diameter, flower height, flower diameter, number of leaves, leaf length, etc. were measured. Plants differed in terms of plant size, flower and leaf characteristics. Seeds of plants whose morphological characterisation has been completed and whose propagation renewal processes have been completed are protected in the National Seed Gene Bank. Considering the factors such as climate change that the world is facing, the protection and conservation of plants belonging to our natural resources is very valuable for our country, while effective solutions should be developed to carefully preserve our wealth of ornamental plants, and the cultivation and national development and dissemination of new varieties should be supported.

**Keywords:** Ornamental plants, Genetic resources, Collection, Propagation regeneration

Geliş Tarihi: 03.10.2024, Düzeltme Tarihi: 18.10.2024, Kabul Tarihi: 18.11.2024

Adres: <sup>1</sup> Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen, İzmir

E-mail: [gulden.haspolat@tarimorman.gov.tr](mailto:gulden.haspolat@tarimorman.gov.tr)

\*Bu çalışma, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Süs Bitkileri Şubesi tarafından yürütülen Süs Bitkileri Genetik Kaynakları projesinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Dünya genelinde tahminen 374000 veya daha fazla bitki türü bulunmaktadır (Smakosz ve ark., 2024). Türkiye, dünyada bitki çeşitliliği bakımından en önemli ülkeler arasında yer almaktadır; Avrupa ve Güney Batı Asya floraları arasında köprü konumunda olduğundan pek çok bitki türünün anavatanıdır. Yakınoğu ve Akdeniz Gen Merkezlerinin çakıştığı bölgede yer aldığından sahip olduğu iklim, jeolojik ve coğrafi yapı farklılıkları, doğal yayılış gösteren kültüre alınmamış türlerin genetik çeşitliliğini arttırmaktadır (Aykas ve ark., 2018; Erken, 2021; Karagöz ve ark., 2010; Kaya ve ark., 2012; Nedir, 2019; Tan, 2010). Güner ve ark. (2012) tarafından ülkemiz florasına ait damarlı bitkilere yönelik yapılan çalışmada; Türkiye Florasında 167 familyaya ait 11707 damarlı bitkiye ait alttürler ve çeşitler (takson) bulunmaktadır ve bunların %31,8'i endemiktir. Türkiye'de mevcut toplam damarlı bitki sayısı 2024 yılı itibariyle 12,141'e yükselmiştir. Bunlar arasında peyzaj ve süs bitkilerine ait takson sayısı 1625 adettir (Anonim, 2024b).

Türkiye zengin biyoçeşitliliği, uygun iklim koşulları, pazar ülkelere yakınlığı, işgücü varlığı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olması sebebiyle süs bitkileri açısından avantajlı konumda bulunmakta ve sahip olduğu zengin bitkisel biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanım büyük önem arz etmektedir (Kazaz, 2016). Ancak ülkemizin doğal yaşam alanları tarım, kentsel büyüme, madencilik, kirlilik ve altyapı çalışmalarından olumsuz etkilenmenin yanında iklim değişikliği gibi büyük küresel sorunlara da maruz kalmakta ve sonuçta büyük kayıplara uğramaktadır (Anonim, 2024c; Adıgüzel ve Solmaz, (2023); Karagöz ve ark., 2016). Bu sorunların her geçen gün artması süs bitkilerinde kısıtlı su kullanımını, biyotik ve abiyotik stres koşullarına uyum sağlayan genotiplerin geliştirilmesini ve kullanım alanlarının arttırılmasını zorunlu bir ihtiyaç haline getirmiştir (Escandon, 2022).

Çalışmada süs bitkisi olarak değerlendirilebilecek genetik varlığın saptanması ve muhafazası, gelecekteki ıslah çalışmaları için yeni kullanım amaçlarına uygun genetik stoğun bulundurulması ve ekonomik öneme sahip türlerin süs bitkisi olarak kullanılabilme olanaklarının araştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaç ile Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) tarafından "Süs Bitkileri Genetik Kaynakları" projesi 1964 yılından bu yana yürütülmekte olup, proje kapsamında survey-toplama çalışmaları yürütülmüş, *ex situ* muhafaza amaçlı vejetatif materyal, tohum ve herbaryum örnekleri toplanarak koruma altına alınmıştır. Ulusal Tohum Gen Bankası'nda koruma altına alınmış tohumlarda, tohumların canlılığını korumaya yönelik üretim yenileme çalışmalarının yanında morfolojik karakterizasyonları yapılmıştır.



## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Geçmiş yıllarda ülkemize ait bazı süs bitkileri türlerine ait tohum örnekleri, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE), Ulusal Tohum Gen Bankası'nda muhafaza edilmiştir. Bu tohum örneklerinden çoğaltılan *Anthemis*, *Agrostemma*, *Calendula*, *Datura* ve *Tagetes* cinslerine ait bitkiler araştırma materyali olarak kullanılmıştır.

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Ulusal Tohum Gen Bankası'nda koruma altına alınmış tohum örnekleri Süs Bitkileri Şubesi seralarında çimlendirilmiş, elde edilen fideler saksılara dikilmiş ve açık alanda arazi koşullarına alınarak burada gözlemlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü: a. Ulusal Tohum Gen Bankası, b-c. Deneme serası.

### 2.2. Yöntem

Yürütülen çalışma kapsamında süs bitkileri genetik kaynaklarının korunmasına ilişkin uluslararası alanda belirlenmiş prensipler izlenmiştir. Mevcut çalışmada sürekli olarak yürütülmekte olan projeye ait 2019 ve 2020 yılı çalışmalarına yer verilmiştir.

#### 2.2.1. Bitki Toplama Çalışmaları

Bu çalışmanın ilk aşamasını, bitkilerin yayılış alanlarına ilişkin gözlemler sonucu belirlenen türlerin toplanması oluşturmaktadır. Toplamalar, ülkemiz doğal bitki örtüsünde rastgele örnekleme yöntemi ile yapılmıştır. Popülasyonların her birinden tesadüfi olarak *ex situ* muhafaza amaçlı, o popülasyonu ve türü temsil edecek yeterli miktarda tohum örnekleri toplanarak muhafaza edilmiştir. Yapılan protokoller kapsamında Tarım ve Orman İl Müdürlükleri teknik personelleri tarafından toplanan materyaller de ETAE, Ulusal Tohum Gen Bankası'nda muhafaza altına alınmaktadır.

#### 2.2.2. Tohum Çimlendirme Üretim - Yenileme

ETAE, Ulusal Tohum Gen Bankası'ndan araştırma amaçlı alımlarla miktarları azalan veya periyodik çimlenme testleri sonucu çimlenmesi düşük olduğu saptanan tohumlar dölleme biyolojileri dikkate alınarak çoğaltılmıştır. Tohumlar 2019 yılı Ekim ayında torf ve perlit kaşımı (3:1) içeren viyollere dört tekerrürlü ve her tekerrürde 10 tohum olacak şekilde ekilerek sera

koşullarında çimlendirilmiştir. Viyollerdeki fideler 20 cm'lik saksılara aktarılmış ve saksılar haziran ayında açık arazi koşullarına çıkarılmıştır.

### 2.2.3. Tür Teşhisi

Üretim yenileme çalışmaları sırasında, çiçeklenme dönemlerinde bitkiyi tam olarak tanımlayabilecek aksamalarının yer aldığı herbaryumlar hazırlanmıştır. Hazırlanan herbaryumlar Uluslararası herbaryum indeksine kayıtlı ETAE IZ herbaryumuna tür teşhisleri için teslim edilmiştir. Bitkilerin tamamı bizim bitkiler web sitelerinden kontrol edilmiştir (Anonim, 2024a).

### 2.2.4. Karakterizasyon

Karakterizasyonda IPGRI (Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Enstitüsü) ve UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Birliği) tanıtım listeleri kullanılmıştır. Diğer yandan IPGRI ve UPOV tanıtım listelerinde olmayan türler için tanımlama listeleri oluşturulmuştur. Örneklerde morfolojik ölçümler çiçeklenme döneminde yapılmıştır. Bitkilerin boyu, toprak yüzeyinden en üst kısmına kadar cm olarak ölçülürken, bitki genişliği en geniş aralıkta cm olarak ölçülmüştür. Gövde çapı için bitki gövdesinin orta kısmındaki en geniş değer dijital kumpasla mm olarak ölçülmüştür. Bitkideki tüm yapraklar sayılmıştır. Yaprığın en uzun kısmı cm değeri olarak yaprak boyunu, en geniş kısmının ölçümü cm olarak yaprak eni değerini vermiştir. Çiçek çapı değeri için çiçeğin en geniş kısmı cm olarak ölçülmüştür. Petal boyu ve sepal boyu değerinde en geniş iki nokta arası uzunluk cm olarak belirlenmiştir. Çiçek sapına ait en geniş kısım mm olarak dijital kumpasla ölçülmüştür. Çiçek ve yaprak renkleri 'Methuen Hand Book of Colour' renk kataloğuna göre belirlenmiştir.

### 2.2.5. Verilerin analizi ve değerlendirilmesi

İstatistiksel analizler, SAS-JMP pro13 programında yapılmıştır (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). Ölçülen verilere ait maksimum, minimum, ortalama, standart sapma varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Morfolojik karakterizasyon çalışmaları *Anthemis*, *Agrostemma*, *Datura*, *Calendula* ve *Tagetes* bitkilerinde yapılmıştır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Karakterizasyon çalışmaları: a. *Calendula* bitkilerinde çiçek çapı ölçümü, b. *Tagetes* bitkilerinde çiçek gelişim aşamaları, c. *Agrostemma* bitkilerinde renk ölçümü.

İzmir'den toplanmış Asteraceae familyası içerisinde yer alan *Anthemis pseudocotula* Boiss. türüne ait bitkiler Menemen koşullarında nisan ile ağustos ayları arasında çiçek açmıştır. Çiçek başlığında (kapitulum) dilsli ve tüpsü çiçekler yer almıştır. Tek yıllık dikine büyüyen bitkilerin boyları 26 cm ile 53 cm arasında değişmiş, bitki çapının ortalama 4,9 cm, dilsli çiçek boyunun minimum 0,7 cm maksimum 1,2 cm, olduğu, sepal boyunun 1,1 cm ve çiçek çaplarının ortalama 3,5 cm olduğu gözlemlenmiştir. Pinnat yapıdaki yaprak uzunlukları ortalama 5 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 1). Çiçek renginin beyaz, yaprak ve gövde renginin koyu yeşil olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** *Anthemis pseudocotula* Boiss. bitkilerine ait gözlem ve ölçümler

	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
Bitki Boyu (cm)	53,0	26,0	39,0	6,9	17,7
Bitki Çapı (cm)	8,0	3,0	4,9	1,5	30,6
Gövde çapı (mm)	3,6	2,0	2,6	0,6	23,1
Yaprak Boyu (cm)	6,5	3,0	5,0	1,0	20,0
Yaprak Eni (cm)	4,5	2,0	2,7	0,8	29,6
Yaşlı Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	12,0	3,0	4,6	2,5	54,3
Olgun Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	20,0	5,0	10,0	3,9	39,0
Genç Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	30,0	4,0	14,5	6,7	46,2
Çiçek Çapı (cm)	4,1	3,0	3,5	0,4	11,4
Dilsli Çiçek Boyu (cm)	1,2	0,7	0,9	0,2	22,2
Sepal Boyu (cm)	1,1	1,1	1,1	0,0	0,0
Çiçek Sapı Boyu (cm)	9,5	2,5	6,0	2,4	40,0
Çiçek Sapı Çapı (mm)	2,5	0,8	1,6	0,4	25,0
Disk (Tüpsü) Çiçek Çapı (cm)	1,7	1,7	1,7	0,0	0,0

**Çizelge 2.** *Anthemis pseudocotula* Boiss. bitkilerinde çiçek ve yaprak renklerinin belirlenmesi

Özellik	Renk	Renk Kodu*
Çiçek Petal Rengi	Beyaz	1-1A
Disk (Tüpsü) Çiçek rengi	Sarı	4/1A
Yaprak Rengi	Koyu yeşil	29-7E
Gövde Rengi	Koyu yeşil	29-7E
*Methuen Hand Book of Colour		

*Anthemis trotzkiana* Claus türüne ait yapılmış çalışmada morfolojik gözlemler sonucunda bitkilerin 27,2 - 49,3 cm arası boyda; 18,3 - 35,3 cm çapında olduğu belirtilmiştir. Bitki gövdesi çapı değeri 0,2 cm olarak ölçülmüştür. Bitki başına düşen yaprak sayısı 21 - 53 arasında değişmiştir. Yaprak uzunluğu 3,4 - 4,7 cm, yaprak genişliği ise 1 - 1,9 cm aralığında değişim göstermiştir (Izbastina ve ark., 2020). Mevcut çalışmamızda bitki boyu ve çapı değerleri *Anthemis trotzkiana* Claus türü ile benzerlik gösterirken yaprak sayısı daha az, yaprak boyu ve eni değerleri bu türe göre daha yüksek bulunmuştur. Sözü geçen farklılıkların tür özellikleri ve çevresel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kastamonu'dan toplanarak Ulusal Tohum Gen Bankasına teslim edilmiş yöresel ismi 'Karamuk' olan *Agrostemma githago* L. tohumlarında üretim yenileme ve karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** *Agrostemma githago* L. bitkilerine ait gözlemler

	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
Bitki Boyu (cm)	94,0	64,0	80,5	9,3	11,6
Bitki Çapı (cm)	17,0	11,0	13,0	2,1	16,2
Gövde çapı (mm)	5,7	3,4	4,4	0,8	18,2
Yaprak Boyu (cm)	16,5	10,5	13,2	1,7	12,9
Yaprak Eni (cm)	1,2	0,7	1,0	0,1	10,0
Yaşlı Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	5,0	2,0	3,1	1,0	32,3
Olgun Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	20,0	11,0	7,7	2,8	36,4
Genç Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	12,0	3,0	19,3	7,3	37,8
Çiçek Çapı (cm)	4,5	3,0	3,8	0,5	13,2
Petal Boyu (cm)	1,2	1,0	1,1	0,1	9,1
Sepal Boyu (cm)	4,8	3,5	4,2	0,7	16,7
Çiçek Sapı Boyu (cm)	9,0	3,5	7,2	2,0	27,8
Çiçek Sapı Çapı (mm)	1,7	1,1	1,4	0,2	14,3

Caryophyllaceae familyasından olan *Agrostemma githago* L., dik büyüyen tek yıllık bitkilerdir. Yaprakları karşılıklı dizilmiş; yaprak şekilleri mızraksı dar, beyaz tüylüdür. Çiçeklerinde petal sayısı 5 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). İzmir Menemen koşullarında haziran

- temmuz aylarında çiçeklenmiştir. Her bitkide çiçek sayısı 1-10 arasında iken bitki boylarının 64 - 94 cm arasında değiştiği, bitki çapının ortalama 13 cm ve çiçek çaplarının ortalama 3,8 cm olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Çiçek renginin açık lila, yaprak ve gövde renginin koyu yeşil olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** *Agrostemma githago* L. bitkilerinde çiçek ve yaprak renklerinin belirlenmesi

Özellik	Renk	Renk Kodu*
Çiçek (Petal) Rengi	Açık lila	15-5A
Yaprak Rengi	Koyu yeşil	29-8E
Gövde Rengi	Koyu yeşil	29-8E
*Methuen Hand Book of Colour		

Eskişehir Yusufkar köyünden toplanmış ve Asteraceae familyası üyesi olan aynısefa (*Calendula officinalis* L.) bitkileri Menemen koşullarında haziran ile temmuz ayları arasında çiçek açmıştır. Otsu yapıda ve dik gövdeli olan bitkilerde gövde köşeli, tüylü ve tabandan yukarı doğru dallıdır. Yapraklar almaşlı olarak dizilmiştir. Yaprak şekilleri dikdörtgen mızraksı iken yaprak yüzeyinde dalgalı-dişlilik ve tüylülük gözlemlenmiştir. Çiçekleri dilsel ve tüpsü olmak üzere iki tip çiçekten oluşmuş, çiçek tablası (başçık/ kapitulum) kenarlarında dilsel çiçekler, ortasında tüpsü çiçekler yer almıştır. Dilsel çiçek sayısının 48-105 adet arasında değiştiği, çiçeklerin uç kısımlarının dişli yapıda ve çiçek renginin turuncu olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 6). Bir bitkide 1 ile 3 arasında değişen çiçek sayısı gözlemlenmiş, bitki boyu değeri ortalama 19 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 5). Tohum kapsüllerinin 1-1,5 cm genişliğinde kavisli bir yapıda olduğu belirlenmiştir.

*Calendula officinalis* L.' in Bulgaristan'a ait bazı yerel popülasyonlarında morfolojik özelliklerinin değişkenliği üzerine yapılan bir araştırmada dilsel çiçeklerin boyları popülasyona göre değişerek 2,2 - 3,4 cm arasında değerler göstermiştir (Mitu ve ark., 2020). Çalışmamızda dilsel çiçek boyları 1,4 - 2,7 cm arasında değişmiş ve daha kısa boylu dilsel çiçek yapısı gözlemlenmiştir. Bu değişimin çevresel ve popülasyon farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmüştür. *Calendula* bitkisine ait morfolojik özelliklerin incelendiği diğer bir çalışmada ise çalışmamızla benzer sonuçlar gözlemlenerek bitki boyu 25 - 30 cm, yaprak uzunluğu 8 cm, yaprak çapı 3,5 cm; çiçek çapı 3 - 5 cm olarak belirlenmiştir (Güven ve ark., 2022).

**Çizelge 5.** *Calendula officinalis* L. bitkilerine ait gözlemler

	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
Bitki Boyu (cm)	26,0	14,0	19,0	3,3	17,3
Bitki Çapı (cm)	28,0	17,0	24,0	2,8	11,6
Gövde Çapı (mm)	6,77	5,39	6,02	0,43	7,1

Çiçek Çapı (mm)	6,5	4,0	5,3	0,9	16,9
1. Çiçek Boyu (cm)	26,5	9,5	17,5	5,1	29,1
2. Çiçek Boyu (cm)	17,0	6,0	12,7	3,7	29,1
Tüpsü Çiçek Tablası Çapı (cm)	1,5	1,0	1,3	0,2	15,4
Dilsi Çiçek Boyu (cm)	2,7	1,4	2,1	0,5	23,8
Dilsi Çiçek Sayısı (Adet)	105,0	48	58,7	22,8	38,8
Dilsi Çiçek Sırası (Adet)	5,0	2,0	2,8	1,2	42,9
Sepal Boyu (cm)	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
Sepal Eni (cm)	0,3	0,2	0,3	0,1	33,3
1. Çiçek Sapı Boyu (cm)	22,0	7,5	15,0	4,1	27,3
2. Çiçek Sapı Boyu (cm)	16,0	5,0	11,5	3,7	32,2
1. Çiçek Sapı Çapı (mm)	3,9	2,1	2,8	0,4	14,3
2. Çiçek Sapı Çapı (mm)	2,9	2,0	2,4	0,3	12,5
Yaprak Eni (cm)	5,5	3,5	4,4	0,6	13,6
Yaprak Boyu (cm)	13,5	8,0	11,1	1,7	15,3
Yaşlı Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	6,0	4,0	5,06	0,68	13,4
Olgun Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	8,0	3,0	5,56	1,15	20,7
Genç Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	20,0	5,0	10,81	3,83	35,4

**Çizelge 6.** *Calendula officinalis* L. bitkilerinde çiçek ve yaprak renklerinin belirlenmesi

Özellik	Renk	Renk Kodu Kodu*
Genç (Dilsi) Çiçek Rengi	Turuncu	6-8A
Olgun (Dilsi) Çiçek Rengi	Turuncu	6-8A
Yaşlı (Dilsi) Çiçek Rengi	Turuncu	6-8B
Tüpsü Çiçek Rengi	Turuncu	6-8D
Sepal Rengi	Yeşil	1-7D
Yaprak Rengi	Yeşil	1-8E
*Methuen Hand Book of Colour		

Ulusal Tohum Gen Bankası'na Eskişehir'den toplanarak 'Abuzambak' yöresel adıyla teslim edilmiş Solanaceae familyasına ait *Datura innoxia* Mill. bitkisinde gözlemler yapılmıştır. Bitkiler Menemen koşullarında haziran ile eylül ayları arasında çiçek açmıştır. Tek yıllık otsu yapıda olan bitkide yapraklar yumurtamsı şekilli, tüylü, yaprak kenarları geniş dalgalı olarak gözlemlenmiştir. Çiçekler huni biçiminde, meyvelerin 3 cm çapında, 5 cm boyunda kapsül yapıda ve dikenlerle kaplı olduğu belirlenmiştir. Dik şekilde büyüyen çok dallı bitkilerde bitki boylarının 65 cm ile 78 cm arasında değiştiği, bitki çapının ortalama 52 cm, petal boyunun minimum 10,5 cm, maksimum 13 cm olduğu, sepal boyunun 10 ile 12 cm arasında değiştiği ve

çiçek çaplarının ortalama 11,1 cm olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 7). Bitkilerde yaprak renginin grimsi yeşil ve gövde renginin sarımsı yeşil olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 8).

**Çizelge 7.** *Datura innoxia* Mill. bitkilerine ait morfolojik gözlemler

	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
Bitki Boyu (cm)	78,0	65,0	71,1	4,6	6,4
Bitki Çapı (cm)	60,0	38,0	52,0	6,0	11,5
Gövde çapı (mm)	13,1	10,0	11,4	1,1	9,6
Yaprak Boyu (cm)	18,0	11,0	14,6	2,1	14,4
Yaprak Eni (cm)	13,0	7,5	10,9	2,0	18,3
Yaprak Sapı Uzunluğu (cm)	8,0	4,0	6,2	1,2	19,4
Yaşlı Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	3,0	0,0	1,2	0,9	75,0
Olgun Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	4,0	2,0	2,8	0,9	32,1
Genç Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	62,0	42,0	50,8	7,3	14,4
Çiçek Çapı (cm)	12,5	10,0	11,1	1,1	9,9
Petal Boyu (cm)	13,0	10,5	11,5	1,1	9,6
Sepal Boyu (cm)	12,0	10,0	11,2	0,9	8,0
Çiçek Sapı Boyu (cm)	1,8	1,6	1,7	0,1	5,9
Çiçek Sapı Çapı (mm)	4,0	3,7	3,8	0,1	2,6
Meyve En (cm)	4,5	3,5	4,2	0,4	9,5
Meyve Boy (cm)	4,2	3,5	3,8	0,3	7,9

**Çizelge 8.** *Datura innoxia* Mill. bitkilerinde renklerin çiçek ve yaprak renklerinin belirlenmesi

Özellik	Renk	Renk Kodu*
Çiçek (Petal) Rengi	Sarımsı beyaz	3-2B
Sepal Rengi	Grimsi yeşil	29-5C
Genç Yaprak Rengi	Grimsi yeşil	28-6E
Yaşlı Yaprak Rengi	Koyu yeşil	29-8D
Gövde Rengi	Sarımsı Yeşil	30-6B
*Methuen Hand Book of Colour		

Bursa'dan toplanarak Ulusal Tohum Gen Bankası'na teslim edilmiş 'Boru çiçeği' adıyla kayıtlara geçmiş Solanaceae familyasına ait *Datura stramonium* L. tohumlarında üretim yenileme ve karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Bitkiler Menemen koşullarında Mayıs ile Eylül ayları arasında çiçek açmıştır. Tek yıllık otsu ve dik gövdeli olan bitkiye ait yaprak kenarları az girintilidir. Sepalleri ve petalleri 5 adet ve birleşik yapıda; petalleri boru şeklinde, meyve kapsülleri oval ve kapsül boyları 3-5 cm arasında belirlenmiştir. Bitki boylarının 66 cm ile 89 cm arasında değiştiği, bitki çapının ortalama 38,2 cm, petal boyunun minimum 4,1 cm



ve maksimum 5,5 cm olduğu, sepal boyunun 4,6 ile 5 cm arasında değiştiği ve çiçek çaplarının ortalama 4,3 cm olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 9). Çiçek renginin sarımsı beyaz, yaprak renginin koyu yeşil ve gövde renginin sarımsı yeşil olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10).

**Çizelge 9.** *Datura stramonium* L. bitkilerine ait gözlemler

	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
Bitki Boyu (cm)	89,0	66,0	79,6	7,5	9,4
Bitki Çapı (cm)	44,0	33,0	38,2	4,1	10,7
Gövde Çapı (mm)	12,4	965,0	11,3	1,0	8,8
Yaprak Boyu (cm)	18,0	15,0	16,2	1,1	6,8
Yaprak Eni (cm)	17,5	11,0	14,9	1,9	12,8
Yaprak Sapı Uzunluğu (cm)	9,0	5,0	7,4	1,3	17,6
Yaşlı Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	4,0	1,0	2,5	1,1	44,0
Olgun Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	5,0	1,0	2,6	1,2	46,2
Genç Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	36,0	18,0	25,6	5,9	23,0
Çiçek Çapı (cm)	5,0	4,0	4,3	0,5	11,6
Tepal Boyu (cm)	5,5	4,1	5,0	0,7	14,0
Sepal Boyu (cm)	5,0	4,6	4,9	0,2	4,1
Çiçek Sapı Boyu (cm)	0,8	0,5	0,7	0,1	14,3
Çiçek Sapı Çapı (mm)	2,7	2,2	2,5	0,2	8,0
Meyve Eni (cm)	2,5	2,2	2,4	0,1	4,2
Meyve Boyu (cm)	3,1	3,0	3,0	0,0	1,3

**Çizelge 10.** *Datura stramonium* L. bitkilerinde r çiçek ve yaprak renklerinin belirlenmesi

Özellik	Renk	Renk Kodu*
Çiçek (Petal) Rengi	Sarımsı beyaz	3-2A
Sepal Rengi	Koyu yeşil	30-8B
Yaprak Rengi	Koyu yeşil	29-8E
Gövde Rengi	Sarımsı yeşil	30-7C
*Methuen Hand Book of Colour		

‘Boru Çiçeği’ adıyla Bursa’da toplanarak Ulusal Tohum Gen Bankası’na teslim edilmiş olan Solanaceae familyasına ait *Datura stramonium* L. örneğinde üretim yenileme ve karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Bitkiler Menemen koşullarında Mayıs ve Eylül ayları arasında çiçek açmıştır. Bitki boylarının 45 cm ile 57 cm arasında değiştiği, bitki çapının ortalama 30 cm, petal boyunun minimum 4,7 cm, maksimum 4,8 cm olduğu, sepal boyunun 3,5 ile 4,8 cm arasında değiştiği ve çiçek çaplarının ortalama 5,5 cm olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 11).



**Çizelge 11.** *Datura stramonium* L. bitkilerine ait gözlemler

	<b>Maksimum</b>	<b>Minimum</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>CV (%)</b>
Bitki Boyu (cm)	57,0	45,0	49,5	5,0	10,1
Bitki Çapı (cm)	38,0	24,0	30,0	5,5	18,3
Gövde çapı (mm)	8,4	6,1	6,8	1,0	14,7
Yaprak Boyu (cm)	12,5	8,0	9,6	1,8	18,8
Yaprak Eni (cm)	8,0	4,5	5,8	1,4	24,1
Yaprak Sapı Uzunluğu (cm)	3,5	3,0	3,1	0,2	6,5
Yaşlı Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	6,0	2,0	3,5	1,6	45,7
Olgun Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	2,0	0,0	1,0	0,8	80,0
Genç Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	30,0	11,0	19,3	7,3	37,8
Çiçek Çapı (cm)	6,0	5,0	5,5	0,5	9,1
Petal Boyu (cm)	4,8	4,7	4,8	0,1	2,1
Sepal Boyu (cm)	4,8	3,5	4,2	0,7	16,6
Çiçek Sapı Boyu (cm)	0,5	0,4	0,5	0,1	20,0
Çiçek Sapı Çapı (mm)	2,5	2,5	2,5	0,0	0,4
Meyve Eni (cm)	2,0	1,5	1,8	0,2	11,1
Meyve Boyu (cm)	3,0	1,9	2,4	0,4	16,6

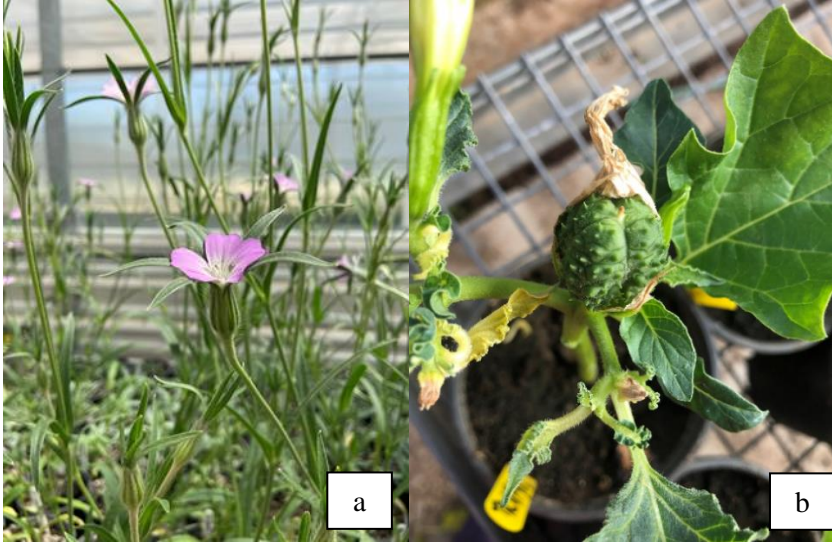
**Çizelge 12.** *Datura stramonium* L. bitkilerinde çiçek ve yaprak renklerinin belirlenmesi

<b>Özellik</b>	<b>Renk</b>	<b>Renk Kodu*</b>
Çiçek (Petal) Rengi	Sarımsı beyaz	3-2A
Sepal Rengi	Sarımsı yeşil	30-8B
Yaprak Rengi	Koyu yeşil	29-8E
Gövde Rengi	Sarımsı yeşil	30-7C
*Methuen Hand Book of Colour		

Tohum kapsülü oval şekilli olup 3,5 cm uzunluğunda ve 2 cm genişliğinde ölçülmüştür (Şekil 3). Çiçek renginin sarımsı beyaz, yaprak renginin koyu yeşil ve gövde renginin sarımsı yeşil olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 12).

Farklı *Datura* türlerinde yapılmış bir araştırmada türlerin morfolojisi, yaprak şekli, çiçek ve gövde rengi yanı sıra biyoaktif içerikleri açısından popülasyonlar arasında çok fazla değişkenlik olduğu belirtilmiştir (Partap ve ark., 2019). Bazı *Datura* türleri ve yabani melezlerinin morfolojik ve moleküler açıdan karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada *Datura ferox* L. ve *Datura stramonium* L. türlerinin ve melezlerinin 11 morfolojik karakter bakımından farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Tsialtas ve ark., 2014). Mevcut çalışmada aynı ilden toplanmış aynı türe ait farklı popülasyonlarda morfolojik karakterler açısından farklılıklar

gözlemlenmiştir. Muca ve ark. (2012) tarafından *Datura stramonium* L. ve *Datura innoxia* Miller bitkilerinin zehirli olduğu belirtilmiştir.



**Şekil 3.** Bitkilerin görünüşleri: a. *Agrostemma githago*, b. *Datura stramonium*

Bitlis'ten toplanarak Ulusal Tohum Gen Bankası'na teslim edilmiş kadife çiçeği (*Tagetes patula* L.) tohumlarında üretim yenileme ve karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Bitkiler çok dallı çalı yapısında gözlemlenmiştir. Yaprakları orta büyüklükte pinnat şekilli ve koyu yeşil renkli olarak belirlenmiştir. Bu bitkilere ait çiçeklenme Menemen koşullarında haziran ve temmuz aylarında görülmüştür. Çiçeklerin tek katlı ve 5-8 petalli oldukları, çiçek renginin turuncu veya sarı olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 14). Bir bitkide 5 ile 68 arasında değişen çiçek sayısı gözlemlenmiş, bitki boyu değeri ortalama 80,6 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 13).

Farklı *Tagetes* türlerinde yapılan karakterizasyon çalışmasında İtalya'da en fazla çiçek sayısı *Tagetes erecta* L. ve *Tagetes patula* L.'da gözlemlenmiştir. *Tagetes lucida* Cav. ve *Tagetes filifolia* Lag. ise en fazla yaprak gözlemlenen türler olmuştur (Marotti ve ark., 2004). Mevcut çalışmada yaprak sayılarının çiçek sayısından daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bitki başına ortalama çiçek sayısı 35,4 adet, ortalama yaprak sayısı 550 adet olarak belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada incelenen iki *Tagetes* (*Tagetes minuta* L. ve *Tagetes terniflora* Lag.) türünde yapraklar yeşil sarımsı renkte; eliptik, pinnat şekilli olarak gözlemlenmiştir. Yaprak uzunlukları *Tagetes minuta*'da 4 - 20 cm iken yaprak genişlikleri 3,0 - 8,5 cm olarak ölçülmüştür. *Tagetes terniflora*'da ise yaprak uzunlukları 5 - 15 cm, yaprak genişlikleri 3 - 9 cm arasında değişmiştir (Lizarraga ve ark, 2017). Bu çalışmada benzer şekilde pinnat yapraklarda yaprak uzunluğu ve çapı daha kısa olmuş, sırasıyla 8,6 - 11,8 cm ve 4,0 - 7,5 cm arasında değişmiştir.

**Çizelge 13.** *Tagetes patula* L. bitkilerine ait morfolojik gözlemler

	<b>Maksimum</b>	<b>Minimum</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>CV (%)</b>
Bitki Boyu (cm)	102,0	54,0	80,6	16,8	20,8
Bitki Çapı (cm)	111,0	21,0	79,9	27,1	33,9
Gövde Çapı (mm)	14,8	4,3	11,0	3,3	30,0
Yan Dal sayısı (Adet)	15,0	5,0	8,3	2,8	33,7
Yan Dal Gövde Çapı (mm)	11,7	2,8	6,8	2,6	38,2
Çiçek Sayısı (Bitki)	68,0	5,0	35,4	21,4	60,4
Çiçek Çapı (cm)	4,0	2,8	3,2	0,4	12,5
Çiçek Sapı Boyu (cm)	18,0	8,6	14,5	2,8	19,3
Çiçek Sapı Çapı (cm)	2,5	1,2	1,8	0,3	16,6
Yaprak Çapı (cm)	7,5	4,0	6,0	1,1	18,8
Yaprak Boyu (cm)	11,8	8,6	10,0	1,2	12,0
Yaprak Sayısı (Adet/ Bitki)	1548,0	171,0	550,5	380,2	69,1
Yaprak Sapı Çapı (cm)	2,4	1,7	2,1	0,2	9,5
Yaprak Lobu Sayısı (Adet/ Yaprak)	15,0	6,0	10,2	3,8	37,2
Yaprak Lobu Boyu (cm)	4,1	2,0	3,1	0,6	19,3
Yaprak Lobu Çapı (cm)	0,8	0,4	0,6	0,1	16,6
Petal Sayısı (Adet)	8,0	5,0	7,1	1,2	16,9

**Çizelge 14.** *Tagetes patula* L. bitkilerinde çiçek ve yaprak renklerinin belirlenmesi

<b>Özellik</b>	<b>Renk</b>	<b>Renk Kodu*</b>
Çiçek (Petal) Rengi	Turuncu / Sarı	5-8A ve5-7A
Olgun Çiçek Rengi	Koyu turuncu	6-7D, 6-7C, 6-7B ve 6-8C
Çiçek Sapının Rengi	Yeşil	29-8D ve29-7C
Yaprak Rengi	Yeşil	29-8E ve29-6E
Gövde Rengi	Yeşil	10-5E, 10-7C, 10-7E, 10-7D ve10-7F
*Methuen Hand Book of Colour		

Farklı *Tagetes* genotiplerinde karakterizasyon yapılmış diğer bir çalışmada minimum bitki boyu 32,4 cm ve maksimum bitki boyu 103,8 cm olarak kaydedilmiştir. Bitki başına çiçek sayısı bakımından daha iyi performans sergileyen genotipte çiçek sayısı 189 adet olarak belirlenmiştir (Choudhary ve ark., 2014). Çalışmamız bahsi geçen çalışma ile kıyaslandığında, benzer bitki boyundaki bitkilerde daha az çiçek sayısı gözlemlenmiş ve bunun nedeninin genotipik farklılıklar ve çevresel faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Ankara bölgesinde doğal olarak yayılış gösteren 18 familyaya ait bazı taksonlar üzerinde yapılan çalışmada açık alanların bitkilendirilmesinde kullanılabilecek kuraklığa dayanıklı türlere ait özellikler belirlenmiş ve Asteraceae familyası bu familyalar arasında yer almıştır (Çimen ve Aysel, 2020). *Tagetes minuta* L. bitkisinin kuraklık stresi koşullarında bitki boyu ve gövde çapı kuraklık stresi arttıkça azalma göstermiştir. Su sınırlamasının bitki boyu, gövde çapındaki olumsuz etkisi, bitkinin boğumları ve alt dallanması açısından strese maruz kalmayan kontrol grubu ile kıyaslandığında önemli farklılıklar göstermemiştir (Babaei ve ark, 2021). Boy kısalmasının süs bitkileri açısından kompakt bir yapı olarak avantaj sağlayacağı düşünüldüğünde, kadife çiçeği bitkileri kuraklık stresinde yetiştirilecek bitkiler arasında yer alabilir.

#### **4. Sonuçlar**

Dünyamız iklim değişikliğinin getirdiği sonuçlarla yüzleşirken ülkemize ait doğal kaynaklarımızdan biri olan zengin bitki örtümüzü bu gibi tehditlerden korumak ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle ülkemiz biyoçeşitliliğinin önemli bir parçası olan doğal süs bitkilerini korumaya yönelik planlamalar yapılmalı, mevcut sorunlara çözüm önerileri geliştirilmeli, ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren süs bitkisi olan veya olabilecek türlerin kültüre alma çalışmalarına hız verilmeli, kültüre alınabilenler için üretim alanları ve değerlendirilme olanakları belirlenmelidir. Diğer yandan iklim değişikliği nedeni ile karşı karşıya kaldığımız stres faktörlerine yönelik olarak yeni ulusal süs bitkileri çeşitlerinin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması sağlanmalı ve dünya süs bitkileri üretim ve ihracatında önemli bir konuma gelebilmemiz açısından sahip olduğumuz avantajlı durumu iyi değerlendirmemiz gerekmektedir. Doğal bitkilerimizin stres faktörleri karşısında gösterdikleri önemli özelliklerin ıslah çalışmalarına dâhil edilmesiyle geliştirilecek yeni çeşitler ile dünya ve ülkemiz süs bitkileri sektörüne katkılar sağlanacağı düşünülmektedir.

#### **Teşekkür**

Bu çalışma, VIII. Ulusal Süz Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur. Çalışmanın ait olduğu proje, Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no: TAGEM/TA/08/06/01/015).

## Kaynaklar

- Anonim (2024a). <http://www.bizimbitkiler.org.tr>. Erişim Tarihi: 28.09.2024.
- Anonim (2024b). <https://nuhungemisi.tarimorman.gov.tr>. Erişim Tarihi: 15.09.2024.
- Anonim (2024c). <https://www.wwf.org.tr>. Erişim Tarihi: 15.10.2024.
- Adıgüzel, P., İ. Solmaz. (2023). Türkiye’de bitki genetik kaynaklarının mevcut durumu ve korunması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(3): 352-360.
- Aykas, L., G. Kafa, M. Uzun, A. Doğan, M. Özdemir, R. Uğur, H. Kaya. (2018). Türkiye arazi gen bankaları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(2): 76-87.
- Babaei, K., Moghaddam, M., Farhadi, N., & Pirbalouti, A. G. (2021). Morphological, physiological and phytochemical responses of Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.) to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 284, 110116.
- Choudhary, M., Beniwal, B. S. & Kumari, A. (2014). Characterization of marigold genotypes using morphological characters. *Research on Crops*, 15(4), 839-845.
- Çimen, Ş. ve A. Ulus. (2020). Türkiye Milli Botanik Bahçesi’nde bulunan bazı doğal bitki taksonlarının süs bitkisi kullanım potansiyelinin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı): 269-290.
- Erken, K. (2021). Investigation of vegetative properties and generative production of the potential ornamental and narrow endemic species *Verbascum yurtkuranianum* (Scrophulariaceae) for *ex situ* conservation. *BioResources*, 16(4), 7530-7549.
- Escandon, A. S. (2022). A point of view on genetic resources and plant breeding. *Ornamental Horticulture*, 28, 6-7
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural ve M. T. Babaç. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi.
- Güven, U. M., Arslan, S., Çıracı, M. B., Demirci Kayıran, S. (2022). *Calendula officinalis* L. bitkisinin morfolojik özellikleri, ekstre içeren topikal ilaç formülasyonu geliştirilmesi ve *in vitro* değerlendirilmesi. *Lokman Hekim Dergisi* 12(1):105-115
- Izbastina, K., Kurmanbayeva, M., Bazargaliyeva, A., Ablaihanova, N., Inelova, Z., Moldakaryzova, A., ... & Turuspekov, Y. (2020). Morphological, anatomical structure and molecular phylogenetics of *Anthemis trozkiana* Claus. *Pakistan Journal of Botany*, 52(3), 935-947.
- Karagöz, A., N. Zencirci, A. Tan, T. Taşkın, H. Köksel, M. Sürek, C. Toker ve K. Özbek. (2010). Bitki Genetik Kaynaklarının Korunması ve Kullanımı. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı I*, 155-177.

- Karagöz, A., K. Özbek ve Sarı N. (2016). Türkiye'nin Bitkisel Biyolojik Çeşitliliğinin Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımına İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 88-99
- Kaya, A., Karagüzel, Ö., Aydınşakir, K., Kazaz, S., & Özçelik, A. (2012). Türkiye'de doğal olarak yetişen bazı Gypsophila (*Gypsophila* sp.) türlerinin süs bitkisi olarak kullanım olanakları. *Derim*, 29(1), 37-47.
- Kazaz, S. (2016). Dünya süs bitkileri sektöründe ürün deseni, sosyo-ekonomik ve teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ile Türkiye'nin gelecek vizyonu. *VI. Süs Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı*, 3-13.
- Lizarraga, E., Mercado, M. I., Galvez, C., Ruiz, A. I., Ponessa, G. I., & Catalan, C. A. (2017). Morpho anatomical characterization and essential oils of *Tagetes terniflora* and *Tagetes minuta* (Asteraceae) growing in Tucumán (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 52(1), 55-68. .
- Marotti, M., Piccaglia, R., Biavati, B., & Marotti, I. (2004). Characterization and yield evaluation of essential oils from different *Tagetes* species. *Journal of Essential Oil Research*, 16(5), 440-444.
- Mitu, R., Velicevici, G., Madoşă, E., Camen, D., Ciulca, A., Ciulca, S., & Lupulescu, C. (2020). Research on the variability of some morphological characteristics in local populations of *Calendula officinalis* L. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 24(3), 80 – 83.
- Muca, B., Yıldırım, B., Oezcelik, S., & Koca, A. (2012). Isparta's (Turkey) poisonous plants of public access places. *Biological Diversity and Conservation*, 5(1), 23-30.
- Nedir, İ. T. (2019). Kentsel peyzajda kullanılan bazı istilacı süs bitkileri; Türkiye'den örnekler. *Scientific Developments*, 174.
- Partap, M., Gupta, R. C., & Pradhan, S. K. (2019). Comparative analysis of morphology and phytochemical constituents in different populations and morphotypes of *Datura innoxia* Mill. and *Datura metel* L. from Punjab plains. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(1), 193-199.
- Smakosz, A., Matkowski, A., & Nawrot-Hadzik, I. (2024). Phytochemistry and Biological Activities of *Agrostemma* Genus A Review. *Plants*, 13, 1673.
- Tan, A. (2010). Türkiye bitki genetik kaynakları ve muhafazası. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 9-37.
- Tsialtas, I. T., Patelou, E., Kaloumenos, N. S., Mylona, P. V., Polidoros, A., Menexes, G., & Eleftherohorinos, I. G. (2014). In the wild hybridization of annual *Datura* species as

unveiled by morphological and molecular comparisons. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 21, 1-8.

## Kesme Gül Islahında F<sub>1</sub> Genotiplerinin Yaprak Morfolojik Özellikleri \*

### Leaf Morphological Characteristics of F<sub>1</sub> Genotypes in Cut Rose Breeding

 Elçin Gözde ŞAHİN<sup>1,\*</sup>,  Soner KAZAZ<sup>1</sup>

#### Özet

*Rosa x hybrida* L. türüne ait 10 farklı ticari kesme gül çeşidinin ana ebeveyn, aynı türe ait 5 farklı ticari kesme gül çeşidinin baba ebeveyn olarak kullanıldığı çalışmada, 46 farklı melez kombinasyonu oluşturularak toplam 1775 adet melezleme yapılmıştır. Melezlemeler sonucunda elde edilen 574 adet genotipten tekrarlı çiçeklenme gösteren 540 adet melez bireyde, çiçek açmış dallar üzerinde dipten itibaren birinci veya ikinci 5 parçalı yaprağın terminal yaprakçıklarında morfolojik özellikler (yaprak üst rengi, yaprak üst renk yoğunluğu, yaprak üst renk parlaklığı, yaprak ayası şekli, yaprak ayası uç şekli ve yaprak ayası taban şekli) incelenmiştir. F<sub>1</sub> genotiplerinde RHS renk skalası ile yapılan renk tanımlanmasında, yaprak üst renk kodlarının 137A ile 147A ile 147B arasında değiştiği belirlenmiştir. Yaprak üst renk yoğunlukları bakımından genotiplerin %2.78'inin açık yeşil renkte, %4.26'sının orta yeşil renkte, %24.81'inin koyu yeşil renkte, %68.15'inin ise çok koyu yeşil renkte olduğu saptanmıştır. Yaprak üst renk parlaklığı bakımından F<sub>1</sub> genotiplerinin %23.52'sinin yok/çok zayıf parlak, %17.22'sinin zayıf parlak, %28.33'ünün orta parlak, %28.15'inin güçlü parlak ve %2.78'inin çok güçlü parlak yapraklara sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen tüm melez bireylerde yaprak ayası şekillerinin %35.19'unun eliptik, %52.04'ünün ovat, %12.59'unun yuvarlak, %0.18'inin obovat olduğu, yaprak ayası uç şekillerinin %71.30'unun akut, %11.11'inin aküminat, %13.89'unun obtus, %3.70'inin yuvarlak olduğu, yaprak ayası taban şekillerinin ise %4.82'sinin akut, %31.48'inin obtus, %35.0'inin yuvarlak ve %28.70'inin kordat olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, elde edilen melez bireylerin yaprak morfolojik özellikler bakımından ebeveynlerine göre geniş bir varyasyon gösterdiği sonucuna varılmıştır.

#### Abstract

In the study, 10 different commercial cut rose cultivars of *Rosa x hybrida* L. were used as female parents, and 5 different commercial cut rose cultivars of the same species were used as male parents. A total of 1775 crosses were performed using 46 different hybrid combinations. Out of 574 F<sub>1</sub> genotypes obtained through these crosses, 540 hybrid plants exhibited recurrent blooming. Morphological characteristics (such as leaf upper color, leaf upper color intensity, leaf brightness, basic leaf shape, leaf apex shape and leaf base shape) were studied in tip leaflets of the first or second five-leaflet leaf from the bottom on flowering branches. In F<sub>1</sub> genotypes, it was determined that leaf upper color codes varied between 137A and 147A to 147B according to the RHS color chart. In terms of leaf upper color intensity, it was found that 2.78% of the genotypes were light green, 4.26% were medium green, 24.81% were dark green, and 68.15% were very dark green. Regarding leaf upper color brightness, it was observed that 23.52% of the F<sub>1</sub> genotypes' leaves had no or very weak brightness, 17.22% had weak brightness, 28.33% had medium brightness, 28.15% had strong brightness, and 2.78% had very strong brightness. In terms of primary leaf shape, 35.19% were elliptical, 52.04% were ovate, 12.59% were round, 0.18% were obovate. For leaf apex shape, 71.30% were acute, 11.11% were acuminate, 13.89% were obtuse, 3.70% were round. Additionally leaf base shape, 4.82% were acute, 31.48% were obtuse, 35.0% were round and 28.70% cordate shape. The study concluded that the obtained hybrids displayed a wide variation concerning leaf morphological characteristics compared to parental plants.

**Keywords:** Hybridization, cut rose, breeding, leaf, morphology

**Anahtar Kelimeler:** Melezleme, kesme gül, ıslah, yaprak, morfoloji

Geliş Tarihi: 07.10.2014, Düzeltme Tarihi: 01.12.2024, Kabul Tarihi: 02.12.2024

Adres: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

E-mail: elcingozdeergur@gmail.com

\*Bu çalışma, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda birinci yazar tarafından yürütülen "Melezleme Yoluyla Kesme Gül Islahı" isimli Doktora Tezi'nden üretilmiştir.



## 1. Giriş

Güller; Asya, Avrupa, Ortadoğu ve Kuzey Amerika'yı içeren Kuzey Yarımküre'nin ılıman bölgelerinde doğal olarak yayılış gösterirler (Anonymous 2005, Zlesak 2007). Genelde odunsu yapılı, çalı formu ve çok yıllık bitkiler olup (Uluğ 2002) gövde ve sürgünler üzerinde 3-9 adet yaprakçıktan oluşan bileşik yaprakları almaşıklı olarak dizilmiştir. Sürgünlerde goncanın hemen altında bir adet uzun dar yaprakçık, daha sonra 3 parçalı, 5 parçalı, 7 parçalı ve 9 parçalı yaprakçıktan oluşan bileşik yaprak yer alır (Çalışkan 2005, Anonymous 2009, Khabbazi ve Yazgan 2013). Yaprakçıklar; açık veya koyu yeşil renkte, tüylü veya tüysüz, testere dişli, çift testere dişli ve sık teste dişli olabilmekte, yaprakçıkların şekli ise ovattan (yumurtamsı), obovat (ters yumurtamsı), obtus (sivri ile yuvarlak arası), oblong (dikdörtgensel), lanseolat (mızraksı), küneat (kamamsı), orbicular (dairemsel) ve eliptik (elips şeklinde) olabilmektedir (Bilgiç 2009).

Güllerde ıslah amaçları ve stratejileri kullanım alanlarına (kesme çiçek, peyzaj bitkisi, saksı bitkisi ve endüstri bitkisi) göre değişkenlik göstermektedir (Gudin 2003). Gül ıslahında öncelikli amaç estetik değeri ön planda tutmaktır (Chaanin 2003). Geleneksel gül ıslahı programları, bitkinin görsel görünümünü artırmak amacıyla; renk, biçim, boyut ve çiçeğin kalitesinin korunması üzerine yoğunlaşmıştır (Anonim 2005). Çalışmamızın konusunu oluşturan kesme güllerin ticari ıslahında başlıca amaç, kısa sürede kaliteli ve pazarlanabilir çeşitler elde etmektir (Chaanin 2003). Klasik kesme gül ıslahının başlıca amaçları arasında; yüksek verim, hastalık ve zararlılara karşı tolerans, uzun vazo ömrü (Gudin 2000, Nybom 2009), büyük ve katmerli çiçek yapısı, uzun çiçek sapı, dikensizlik vb. özellikler yer almaktadır (Nybom 2009). Bununla birlikte yaprak büyüklüğü, yaprak rengi ve şekli ile diğer morfolojik özellikler arasında orantısal bir uyum olması hem ıslah kriterleri yer almakta hem de ticari bakımdan önem arz etmektedir. Zlesak (2007), güllerde büyük ve gösterişli yeşil yaprakların sadece çiçekli sürgünler için değil, aynı zamanda çiçeksiz sürgünler için de görsellik sağladığını bildirmiştir. Gudin (2003) ise, güllerde yaprak kalitesini (yaprak parlaklığı, koyu yeşil yaprak rengi vb.) de içeren ıslah çalışmalarının artış gösterdiğini belirtmiştir.

Fotosentez, verim ve kalite yanında bitkinin estetik görünümü de etkileyen yapraklar; büyüklük, şekil, renk, parlaklık vb. özellikler bakımından gül tür ve çeşitlerine göre büyük farklılık gösterebilmektedir. Yukarıda belirtilen nedenlerle çalışmada, kesme güllerde

melezleme ıslahı ile elde edilen melez bitkilerin yaprak morfolojik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışmanın Yürütüldüğü Yer ve Yıl

Çalışma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Ar-Ge serasında 2017-2020 yılları arasında yürütülmüştür.

### 2.2. Bitkisel Materyal

Bitkisel materyal olarak *Rosa x hybrida* L. türüne ait 11 adet ticari kesme gül çeşidi (Layla, Myrna, Samourai, Avalanche, Sweet Avalanche, Annakarina, Magnum, Jumilia, Inferno, First Red, Moonlight) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ebeveynlerin yaprak özellikleri [(yaprak RHS renk grubu ve renk kodu, yaprak üst renk yoğunluğu, yaprak üst renk parlaklığı, yaprak ayası şekilleri (uç-orta-taban)] belirlenmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan ebeveynlerin bazı yaprak özellikleri

Genotip	Özellik	Tanımlama
Layla	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Aküminat / Eliptik / Obtus
Myrna	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Aküminat/Yuvarlak/Yuvarlak
Samourai	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Akut / Eliptik / Akut
Avalanche	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Akut / Eliptik / Yuvarlak
Sweet Avalanche	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Akut / Eliptik / Obtus
Jumilia	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Aküminat / Eliptik / Akut

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan ebeveynlerin bazı yaprak özellikleri (devam)

Genotip	Özellik	Tanımlama
<b>Annakarina</b>	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137B
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Akut / Ovat / Kordat
<b>Magnum</b>	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Mat
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Akut / Eliptik / Yuvarlak
<b>Inferno</b>	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Parlak
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Aküminat / Eliptik / Obtus
<b>First Red</b>	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Parlak
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Akut / Eliptik / Akut
<b>Moonlight</b>	Yaprak RHS Renk Grubu / Renk Kodu	Green / NN137A
	Yaprak Renk Yoğunluğu / Renk Parlaklığı	Çok koyu yeşil / Parlak
	Yaprak Ayası Şekli (Uç / Orta / Taban)	Aküminat / Eliptik / Akut

### 2.3. Yöntem

Çalışmada 10 adet genotip ana ebeveyn (Layla, Myrna, Samourai, Avalanche, Sweet Avalanche, Annakarina, Magnum, Jumilia, Inferno, First Red), 5 adet genotip (Magnum, Jumilia, Inferno, First Red, Moonlight) ise baba ebeveyn olarak kullanılmış ve toplam 46 farklı melez kombinasyonu oluşturulmuştur. Melezleme çalışmaları 01 Mayıs-30 Haziran 2017 tarihleri arasında yapılmıştır. Melez kombinasyonu başına melezleme sayıları 25-64 adet arasında değişmiş (Jumilia × Moonlight kombinasyonunda sadece 9 adet melezleme) ve toplam 1775 adet melezleme yapılmıştır. Melezleme amacıyla ana ebeveyn olarak kullanılan genotiplerin çiçekleri 1/2-1/3 oranında açtığı dönemde kendine döllemeyi önlemek amacıyla önce petalleri elle koparılıp uzaklaştırılmış, daha sonra pens yardımıyla anterleri çiçekten uzaklaştırılarak emaskülasyon yapılmıştır (Crespel ve Mouchotte 2003, Chimonidou vd. 2007). Emaskülasyon işleminden sonra genotiplerin üzeri kese kağıtlarıyla izole edilmiştir. Baba ebeveyn olarak kullanılan çiçeklerin 1/2-1/3'ü açtığında, petaller uzaklaştırıldıktan sonra anterler (polen keseleri) pens yardımıyla alınmış ve cam petri kutularına (üzeri açık) yerleştirilmiştir. Polenler, olgunlaşmaları ve patlamalarının sağlanması amacıyla 20°C sıcaklık ve %60-65 nem içeren iklim dolabında bir gece bekletilmiş ve başçıkların patlaması ile yayılan polenler, ertesi gün ana ebeveyn olarak

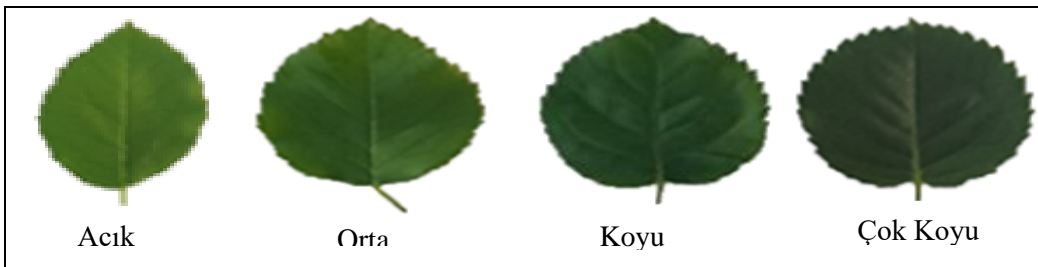
kullanılacak çeşitlerin dişicik tepesine samur fırça ile sürülerek tozlama işlemleri yapılmıştır (de Vries ve Dubois 1988, Crespel ve Mouchotte 2003, Spethmann ve Feuerhahn 2003, Chimonidou vd. 2007). Melezlemeler hem tepe tomurcuğunda hem de koltuk tomurcuklarından süren sürgünlerde oluşan çiçeklerde yapılmıştır.

Meyveler, meyve renginin yeşilden turuncu/kırmızı renge dönmesi ile birlikte 20 Kasım-01 Aralık 2017 tarihinde hasat edilmiştir. Elde edilen melez tohumlar 1 hafta kurutulduktan sonra 4 hafta sıcak katlama (20-24 °C) ve ardından 106 gün (27 Aralık 2017-12 Nisan 2018) süreyle soğuk hava deposunda (4±1°C) soğukta nemli katlama işlemine tabi tutulmuştur. Katlama işlemi tamamlanan F<sub>1</sub> tohumlar 11-17 Nisan 2018 tarihleri arasında içerisinde torf bulunan viyollere ekilmiş ve çalışmanın yürütüldüğü serada (18-21°C) çimlendirilmiştir. Genotiplere göre değişmekle birlikte 15 Mayıs 2018 tarihinden itibaren tomurcuklarda ilk renklenme ve çiçeklenme başlamıştır. İkinci çiçeklenme döneminde F<sub>1</sub> genotiplerinde morfolojik gözlem ve karakterizasyona devam edilmiştir.

### 2.3.1. F<sub>1</sub> Genotiplerinde İncelenen Yaprak Morfolojik Özellikleri

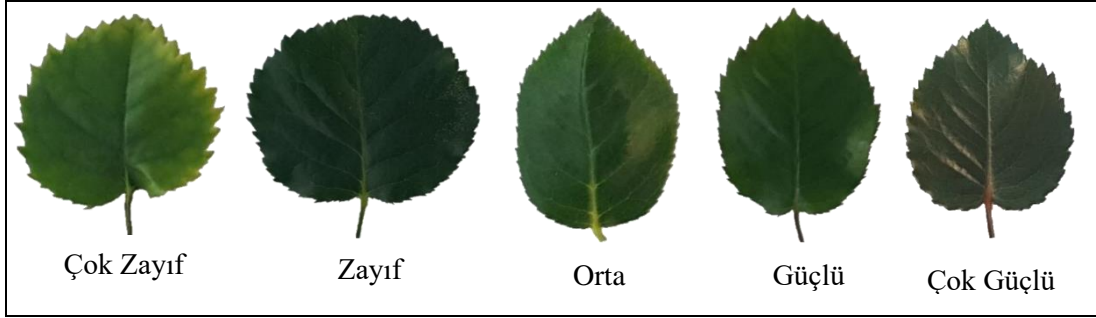
2.3.1.1. Yaprak üst rengi: F<sub>1</sub> genotiplerine ait olgun yaprakların renk tanımlamalarında, birinci veya ikinci beş parçalı yaprağın terminal yaprakçığı baz alınmış ve renk tanımlamaları gün ışığında yapılmıştır. Yaprak renk tanımlamaları RHS 2015 renk skalası (123A-6. Basım) ile belirlenmiştir. RHS renk skalasına göre renk kodları, 137A (Moderate Olive Green), 137B (Moderate Olive Green), 137C (Moderate Yellow Green), 144A (Strong Yellow Green), 146B (Moderate Yellow Green), 147A (Moderate Olive Green), NN137A (Greyish Olive Green), NN137B (Greyish Olive Green), 137A ila 137B arası, 137B ila 137C arası, 147A ila 147B arası, NN137B ila NN137C arası renk kodları olmak üzere toplam 13 grupta değerlendirilmiştir.

2.3.1.2. Yaprak üstü renk yoğunluğu: Melez bireylerde yaprak üstü renk yoğunluğu; çiçekli dallar üzerindeki olgun yapraklarda birinci veya ikinci beş parçalı yaprağın terminal yaprakçığı baz alınmış ve görsel olarak değerlendirilmiştir. Yaprak renk yoğunluğu Upov kriterlerine göre; açık, orta, koyu ve çok koyu olmak üzere 4 sınıfta incelenmiştir (Şekil 1).



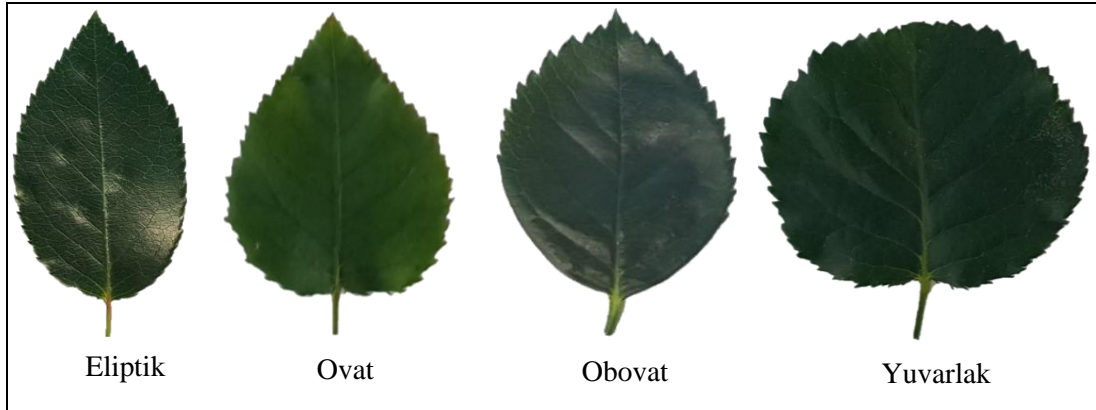
Şekil 1. F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak üstü renk yoğunlukları

2.3.1.3. Yaprak üstü renk parlaklığı: F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak parlaklığı; çiçekli dallar üzerindeki olgun yapraklarda birinci veya ikinci beş parçalı yaprağın terminal yaprakçığı baz alınarak görsel olarak değerlendirilmiştir. Yaprak renk parlaklığı Upov kriterlerine göre; çok zayıf, zayıf, orta, güçlü ve çok güçlü olmak üzere 5 sınıfta (Anonymous 2010) incelenmiştir (Şekil 2).



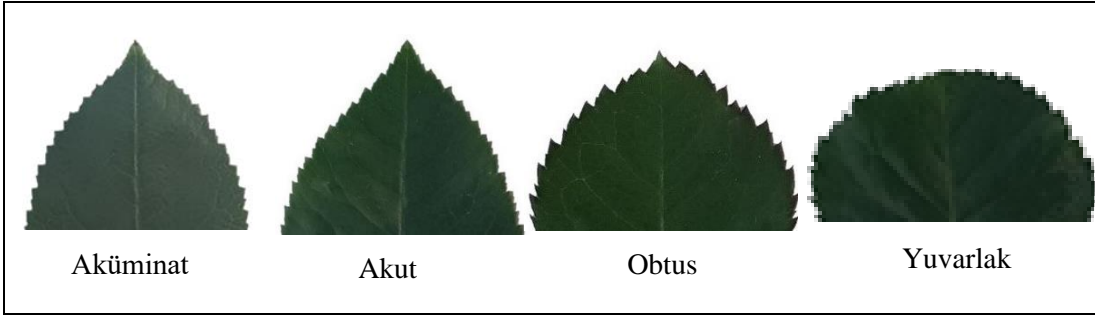
Şekil 2. F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak üstü renk parlaklıkları

2.3.1.4. Yaprak ayası şekli: Melez bitkilerde yaprak aya şekilleri; çiçekli dallar üzerindeki olgun yapraklarda birinci veya ikinci beş parçalı yaprağın terminal yaprak şekilleri baz alınarak belirlenmiştir. Yaprak ayası şekilleri Upov kriterlerine göre; eliptik, ovat, obovat ve yuvarlak olmak üzere 4 sınıfta (Anonymous 2010) incelenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak ayası şekilleri

2.3.1.5. Yaprak ayası uç (apex) şekli: F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak ayası uç şekilleri; çiçekli dallar üzerindeki olgun yapraklarda birinci veya ikinci beş parçalı yaprağın terminal yaprak şekilleri baz alınarak saptanmıştır. Yaprak ayası uç şekilleri Upov kriterlerine göre; aküminat (uca doğru daralarak uzayan sivri uçlu) yuvarlak, akut (sivri uçlu), obtus (sivri ile yuvarlak arası) ve yuvarlak olmak üzere 4 sınıfta (Anonymous 2010) incelenmiştir (Şekil 4).



**Şekil 4.** F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak ayası uç şekilleri

2.3.1.6. Yaprak ayası taban şekli: F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak ayası taban şekilleri; çiçekli dallar üzerindeki olgun yapraklarda birinci veya ikinci beş parçalı yaprağın terminal yaprak şekilleri baz alınarak belirlenmiştir. Yaprak ayası taban şekilleri Upov kriterlerine göre; akut, obtus, yuvarlak ve kordat (kalpsi) olmak üzere 4 sınıfta incelenmiştir (Şekil 5).



**Şekil 5.** F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak ayası taban şekilleri

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada toplam 46 farklı melez kombinasyonunda 1775 adet melezleme yapılmış ve toplam 564 adet meyve hasat edilmiştir. Kombinasyonlara göre hasat edilen meyve sayısı 1 adet (Samourai × Inferno) ile 49 adet (Layla × Magnum) arasında değişmiştir. Jumilia × Inferno ve Jumilia × Moonlight kombinasyonlarından ise meyve elde edilememiştir. Elde edilen 7724 adet tohumdan toplam 966 adet tohum çimlenmiştir. Melez bireylerin 392 adedi (%40.58) farklı zamanlarda canlılıklarını yitirmiş, 34 adedi ise tekrarlı çiçeklenme özelliği göstermemiştir. Bu nedenle tekrarlı çiçeklenme özelliği gösteren toplam 540 adet melez bireyde yaprakların morfolojik özellikleri incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

#### 3.1. Yaprak Üst Kısım Renk Grubu ve Renk Kodu

Çalışmamızda elde edilen F<sub>1</sub> genotiplerinin yaprak renkleri RHS renk skalasına göre green ve green-yellow olmak üzere 2 farklı grupta yer almıştır (Çizelge 2). Çalışmamızda ebeveyn olarak kullanılan bütün genotiplerin yaprak üst kısım renkleri green grupta yer

alırken, elde edilen F<sub>1</sub> genotiplerinin %97.04'ünün green grup, %2.96'sının ise green-yellow grupta yer aldığı belirlenmiştir.

**Çizelge 2. Yaprak Üstü RHS Renk Grubu Dağılımı**

Kombinasyon		Genotip Sayısı (adet)	Yaprak RHS Renk Grubu Dağılımı			
Ana Ebeveyn	Baba Ebeveyn		Green Grup		Yellow-Green Grup	
			adet	%	adet	%
Layla	Jumilia	14	14	100.00	-	0
	Magnum	30	27	90.00	3	10
	First Red	2	2	100.00	-	0
	Moonlight	3	3	100.00	-	0
Myrna	Jumilia	1	1	100.00	-	0
	First Red	29	27	93.10	2	6.90
Samourai	Jumilia	16	16	100.00	-	0
	Magnum	7	7	100.00	-	0
	First Red	12	12	100.00	-	0
	Moonlight	27	27	100.00	-	0
Avalanche	Jumilia	33	32	96.97	1	3.03
	Magnum	6	6	100.00	-	0
	Inferno	1	1	100.00	-	0
	First Red	2	2	100.00	-	0
Sweet Avalanche	Magnum	5	5	100.00	-	0
	First Red	1	1	100.00	-	0
	Moonlight	1	1	100.00	-	0
Jumilia	Magnum	4	4	100.00	-	0
	First Red	4	4	100.00	-	0
Annakarina	Jumilia	67	65	97.02	2	2.98
	Magnum	62	61	98.39	1	1.61
	Inferno	11	11	100.00	-	0
	First Red	4	4	100.00	-	0
	Moonlight	16	16	100.00	-	0
Magnum	Jumilia	36	36	100.00	-	0
	Inferno	3	3	100.00	-	0
	First Red	14	13	92.86	1	7.14
	Moonlight	32	32	100.00	-	0
Inferno	Jumilia	22	21	95.45	1	4.55
	Magnum	5	5	100.00	-	0
	First Red	54	49	90.74	5	9.26
	Moonlight	4	4	100.00	-	0
First Red	Jumilia	6	6	100.00	-	0
	Magnum	4	4	100.00	-	0
	Moonlight	2	2	100.00	-	0
<b>Toplam (adet)</b>		<b>540</b>	<b>524</b>		<b>16</b>	
<b>Oran (%)</b>		<b>100</b>	<b>97.04</b>		<b>2.96</b>	

Annakarina çeşidi hariç tüm ebeveynlerin yaprak renk kodlarının NN137A olduğu, sadece Annakarina çeşidinin yaprak renk kodunun NN137B olduğu, buna karşın elde edilen 540 adet F<sub>1</sub> genotipinin %44.81'inin NN137A renk koduna, %19.81'inin NN137B renk koduna, %18.52'sinin 137B renk koduna, %5.37'sinin 137A renk koduna, %3.89'unun 137C renk koduna, %3.70'inin NN137A'dan biraz koyu renk koduna, %0.93'ünün 147A

renk koduna, %0.74'ünün 144A renk koduna, %0.74'ünün 147A ila 147B arası renk koduna, %0.56'sının NN137B ila NN137C arası renk koduna, %0.37'sinin 146B renk koduna, %0.37'sinin 137B ila 137C arasında renk koduna ve %0.18'inin 137A ila 137B arası renk koduna sahip olduğu belirlenmiştir.

Melez kombinasyonları arasında Layla x Magnum (%10), Myrna x First Red (%6.9), Avalanche x Jumilia (%3.03), Anakarina x Jumilia (%2.98), Annakarina x Magnum (%1.61), Magnum x First Red (%7.14), Inferno x Jumilia (%4.55), Inferno x First Red (%9.26) kombinasyonlarının yaprak üst kısım renkleri yellow-green grupta yer alırken, diğer bütün melez kombinasyonlarında yaprak üst kısmı renkleri green grupta yer almıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, ticari ve kokulu gül çeşitleri ile yapılan melezlemelerden elde edilen melez bireylerin yaprak rengi bakımından %96.75'inin grimsi zeytin yeşili renkte, %2.09'unun orta zeytin yeşili renkte ve %1.16'sının ise sarımsı orta zeytin yeşil renkte olduğunu bildiren Kılıç (2020)'nin bulgularıyla genel olarak benzerlik göstermektedir.

Çalışmada melezlemeler sonucunda elde edilen melez bireylerin yaprak renk kodları 137A ile 147A ila 147B arasında değişmiştir. Doğan (2022), minyatür, ticari ve eski bahçe gülleri arasında yaptığı melezlemelerden elde ettiği melez bireylerin yaprak RHS renk kodlarının 137A ile 147A arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmamızda yaprak renk kodu bakımından elde edilen sonuçlar Doğan (2022)'nin bulgularıyla uyum göstermektedir.

### **3.2. Yaprak Üst Kısım Renk Yoğunluğu**

Çalışmamızda ebeveyn olarak kullanılan tüm çeşitlerin yaprak renk yoğunluklarının çok koyu yeşil renkte olduğu, ancak F<sub>1</sub> genotiplerinin bu özellik bakımından açık yeşilden çok koyu yeşile kadar geniş bir varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Elde edilen 540 adet F<sub>1</sub> genotipinin %2.78'inin açık yeşil, %4.26'sının orta yeşil, %24.81'inin koyu yeşil ve %68.15'inin ise çok koyu yeşil renk yapraklara sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Melez kombinasyonlarına göre açık yeşil renk yapraklara sahip genotiplerin oranı %1.61 ile %10.00 arasında, orta yeşil renk yapraklara sahip genotiplerin oranı %1.85 ile %18.18 arasında, koyu yeşil renk yapraklara sahip genotiplerin oranı %6.67 ile %100.00 arasında ve çok koyu yeşil renk yapraklara sahip genotiplerin oranı %18.18 ile %100.00 arasında farklılık göstermiştir.



**Çizelge 3.** F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak üstü renk yoğunluğu açılım oranları

Melez Kombinasyonu		Yaprak Üstü Renk Yoğunluğu Açılım Oranları (%)				F <sub>1</sub> Genotip Sayısı (adet)
Ana Ebeveyn	Baba Ebeveyn	Açık Yeşil	Orta Yeşil	Koyu Yeşil	Çok Koyu Yeşil	
Layla	Jumilia	-	14.29	35.71	50.00	14
	Magnum	10.00	-	6.67	83.33	30
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	-	50.00	50.00	2
	Moonlight	-	-	-	100.00	3
Myrna	Jumilia	-	-	-	100.00	1
	Magnum	Genotip elde edilmedi				
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	6.89	-	10.35	82.21	29
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Samourai	Jumilia	-	-	50.00	50.00	16
	Magnum	-	-	14.29	85.71	7
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	-	-	100.00	12
	Moonlight	-	-	11.11	88.89	27
Avalanche	Jumilia	3.03	-	51.52	45.45	33
	Magnum	-	-	50.00	50.00	6
	Inferno	-	-	100.00	-	1
	First Red	-	-	50.00	50.00	2
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Sweet Avalanche	Jumilia	Genotip elde edilmedi				
	Magnum	-	-	20.00	80.00	5
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	-	100.00	-	1
	Moonlight	-	-	100.00	-	1
Jumilia	Magnum	-	-	-	100.00	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	-	-	100.00	4
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Annakarina	Jumilia	2.99	13.43	40.30	43.28	67
	Magnum	1.61	4.84	14.52	79.03	62
	Inferno	-	9.09	72.73	18.18	11
	First Red	-	-	25.00	75.00	4
	Moonlight	-	-	25.00	75.00	16
Magnum	Jumilia	-	-	19.44	80.56	36
	Inferno	-	-	-	100.00	3
	First Red	7.14	-	28.57	64.29	14
	Moonlight	-	9.38	28.12	62.50	32
Inferno	Jumilia	4.55	18.18	40.91	36.36	22
	Magnum	-	-	40.00	60.00	5
	First Red	7.41	1.85	9.26	81.48	54
	Moonlight	-	-	-	100.00	4
First Red	Jumilia	-	-	16.67	83.33	6
	Magnum	-	-	-	100.00	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	Moonlight	-	-	-	100.00	2
<b>Ortalama (%)</b>		<b>2.78</b>	<b>4.26</b>	<b>24.81</b>	<b>68.15</b>	<b>540</b>

Çalışmamızda renk yoğunlukları açık, orta, koyu ve çok koyu yeşil olmak üzere 4 gruba ayrılırken, Doğan (2022) çalışmasında renk yoğunluklarını açık yeşil, koyu yeşil ve mat yeşil olmak üzere 3 gruba ayırmıştır. Doğan (2022), yaprak rengi açılım oranları bakımından; F<sub>1</sub> genotiplerinin %75.18'inin koyu parlak yeşil renk yapraklara, %13.02'sinin açık parlak yeşil renk yapraklara, %11.81'inin ise mat yeşil renk yapraklara sahip olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kombinasyonlara göre koyu parlak yeşil renge sahip bitkilerin oranının %33.33 ile %100 arasında, açık parlak yeşil renge sahip bitkilerin oranının %0-50 arasında ve mat yeşil yapraklı genotiplerin oranının ise %0-27.1 arasında farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Her iki çalışmada da koyu yeşil rengin, açık yeşil renge belirgin şekilde dominant olduğu, ancak çalışmamızda koyu rengin Doğan (2022) ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu saptanmıştır.

### 3.3. Yaprak Üstü Renk Parlaklığı

Ebeveyn olarak kullanılan çeşitlerden Inferno, First Red, Moonlight çeşitlerinin parlak koyu yeşil yapraklara sahip olduğu, Layla, Myrna, Samourai, Avalanche, Sweet Avalanche, Jumilia, Annakarina ve Magnum çeşitlerinin ise mat koyu yeşil yapraklara sahip olduğu tespit edilmiştir.

F<sub>1</sub> genotiplerine ait yaprak üstü renk parlaklığı; 'yok/çok zayıf', 'zayıf', 'orta', 'güçlü' ve 'çok güçlü' olmak üzere 5 grup altında incelenmiştir. F<sub>1</sub> genotiplerinde; yok/çok zayıf parlaklığa sahip olan genotiplerin oranı %23.52, zayıf parlaklığa sahip genotiplerin oranı %17.22, orta parlaklığa sahip genotiplerin oranı %28.33, güçlü parlaklığa sahip genotiplerin oranı %28.15, çok güçlü parlaklığa sahip genotiplerin oranı ise %2.78 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Çizelge 4'te de görüleceği üzere tüm melez kombinasyonlarında yok/çok zayıf yaprak parlaklığına sahip genotiplerin oranının %4.55 (Inferno x Jumilia) ile %100.00 (Sweet Avalanche x Moonlight) arasında, zayıf yaprak parlaklığına sahip genotiplerin oranının %3.45 (Myrna x First Red) ile %66.66 (Samourai x First Red) arasında, orta yaprak parlaklığına sahip genotiplerin oranının %3.70 (Samourai x Moonlight) ile %100.00 (Avalanche x Inferno ve Sweet Avalanche x First Red kombinasyonları) arasında, güçlü yaprak parlaklığına sahip genotiplerin oranının %14.29 (Samourai x Magnum) ile %100.00 (Layla x First Red, Myrna x Jumilia, First Red x Moonlight kombinasyonları) arasında ve çok güçlü yaprak parlaklığına sahip genotiplerin oranının %6.66 (Layla x Magnum) ile %50.00 (First Red x Magnum) arasında değiştiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.** F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak üstü renk parlaklığı açılım oranları

Melez Kombinasyonu		Yaprak Üstü Renk Parlaklığı Açılım Oranları (%)				
Ana Ebeveyn	Baba Ebeveyn	Yok / Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Güçlü	Çok Güçlü
Layla	Jumilia	7.14	14.29	42.86	35.71	-
	Magnum	-	-	36.67	56.67	6.66
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	-	-	100.00	-
	Moonlight	-	-	33.33	66.67	-
Myrna	Jumilia	-	-	-	100.00	-
	Magnum	Genotip elde edilmedi				
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	3.45	24.14	65.52	6.89
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Samourai	Jumilia	6.25	31.25	18.75	43.75	-
	Magnum	57.14	-	28.57	14.29	-
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	16.67	66.66	16.67	-	-
	Moonlight	66.67	29.63	3.70	-	-
Avalanche	Jumilia	69.70	15.15	15.15	-	-
	Magnum	66.67	-	33.33	-	-
	Inferno	-	-	100.00	-	-
	First Red	-	-	50.00	50.00	-
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Sweet Avalanche	Jumilia	Genotip elde edilmedi				
	Magnum	80.00	20.00	-	-	-
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	-	100.00	-	-
	Moonlight	100.00	-	-	-	-
Jumilia	Magnum	-	50.00	25.00	25.00	-
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	50.00	50.00	-	-
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Annakarina	Jumilia	13.43	26.87	50.75	91.05	-
	Magnum	35.48	16.13	16.13	24.19	8.07
	Inferno	18.18	27.27	27.27	27.27	-
	First Red	75.00	-	25.00	-	-
	Moonlight	-	31.25	50.00	18.75	-
Magnum	Jumilia	47.22	11.11	27.78	13.89	-
	Inferno	-	-	33.33	66.67	-
	First Red	28.57	28.57	14.29	28.57	-
	Moonlight	6.25	9.38	31.25	53.12	-
Inferno	Jumilia	4.55	36.36	27.27	31.82	-
	Magnum	40.00	-	40.00	20.00	-
	First Red	-	5.56	33.33	53.70	7.41
	Moonlight	75.00	25.00	-	-	-
First Red	Jumilia	66.67	-	33.33	-	-
	Magnum	-	-	-	50.00	50.00
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	Moonlight	-	-	-	100.00	-
<b>Ortalama (%)</b>		<b>23.52</b>	<b>17.22</b>	<b>28.33</b>	<b>28.15</b>	<b>2.78</b>

Yaprak parlaklığı melez kombinasyonlar arasında varyasyon göstermiş, parlak yapraklara sahip iki çeşidin melezlenmesi ile mat yapraklara sahip genotipler elde edildiği gibi, mat yapraklara sahip olan iki çeşidin melezlenmesi ile yüksek oranda parlak yapraklara sahip olan genotiplerin elde edildiği de tespit edilmiştir. Bu durumda parlak yapraklara sahip olan ebeveynlerin heterozigot yapıda olabileceği düşünülmektedir. 1 adet genotipe sahip olan Sweet Avalanche x Moonlight kombinasyonu hariç, tüm kombinasyonlarda muhakkak parlak yapraklara sahip olan genotiplerin olduğu saptanmıştır.

Yapraklarda parlak kütikula tabakasının, mat kütikula tabakasına dominant olduğu bilinmekte ve çoğunlukla yaprakların parlak olması istenmektedir (Lammerts 1945'den aktaran Doğan 2022). Çalışmamızda da benzer şekilde F<sub>1</sub> genotiplerinin %76.48'inin parlak yapraklara, %23.52'sinin ise mat ya da çok az parlaklığa sahip olduğu belirlenmiştir. Kılıç (2020), F<sub>1</sub> genotiplerinin %94.90'ünün mat yapraklara, %5.10'unun ise çok güçlü parlak yapraklara sahip olduğunu, ayrıca parlak yapraklara sahip olan F<sub>1</sub> genotiplerinin sadece First Red çeşidinin ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonlardan elde edildiğini belirtmiştir. Çalışmamızda Kılıç (2020)'nin bulgularının aksine yaprak parlaklık oranı çok yüksektir. Bu durumun, melezleme çalışmalarında kullanılan ebeveynlerin farklı genetik özelliklere sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Doğan (2022), melezlemelerde kullanılan ebeveynlerden *R. noisettiana*, Rosa Bling Love Star, Hot Jewel, Purple Jewel, Icy Jewel, Orange Jewel, Orange Romance, Rosa White Star, First Red'in parlak yaprak rengine sahip olan ebeveynler olduğunu, bu ebeveynlerden elde edilen F<sub>1</sub> genotiplerinde parlak renge sahip genotiplerin yanında mat yapraklara sahip genotiplerin de elde edildiği bildirmiştir. Çalışmamızda da parlak yaprak rengine sahip ebeveynlerden hem parlak yapraklara hem de mat yapraklara sahip F<sub>1</sub> genotipleri elde edilerek Doğan (2022)'nin çalışması ile uyum göstermektedir.

#### **3.4. Yaprak Aya Şekilleri (Aya-Uç-Taban)**

Yaprak aya şekilleri bakımından F<sub>1</sub> genotiplerinin %52.04'ü (281 adet genotip) ovat, %35.19'u (190 adet genotip) eliptik, %12.59'u (68 adet genotip) yuvarlak ve %0.18'i (1 adet genotip) obovat olarak belirlenmiştir. Obovat yaprak aya şekli yalnızca Annakarina × Magnum kombinasyonunda ve 1 adet genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak aya şekilleri dağılımları

Melez Kombinasyonu		Yaprak Aya Şekilleri Dağılımları				
Ana Ebeveyn	Baba Ebeveyn	Eliptik	Ovat	Obovat	Yuvarlak	F <sub>1</sub> Genotip Sayısı (adet)
Layla	Jumilia	4	3	-	7	14
	Magnum	7	19	-	4	30
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	1	-	-	1	2
	Moonlight	-	2	-	1	3
Myrna	Jumilia	1	-	-	-	1
	Magnum	Genotip elde edilmedi				
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	5	13	-	11	29
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Samourai	Jumilia	6	8	-	2	16
	Magnum	4	3	-	-	7
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	4	8	-	-	12
	Moonlight	11	15	-	1	27
Avalanche	Jumilia	14	12	-	7	33
	Magnum	4	2	-	-	6
	Inferno	-	1	-	-	1
	First Red	-	1	-	1	2
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Sweet Avalanche	Jumilia	Genotip elde edilmedi				
	Magnum	2	3	-	-	5
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	1	-	-	1
	Moonlight	1	-	-	-	1
Jumilia	Magnum	3	1	-	-	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	3	-	-	1	4
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Annakarina	Jumilia	23	33	-	11	67
	Magnum	29	32	1	-	62
	Inferno	2	9	-	-	11
	First Red	3	1	-	-	4
	Moonlight	5	8	-	3	16
Magnum	Jumilia	12	20	-	4	36
	Inferno	2	1	-	-	3
	First Red	1	13	-	-	14
	Moonlight	13	16	-	3	32
Inferno	Jumilia	10	12	-	-	22
	Magnum	3	2	-	-	5
	First Red	13	33	-	8	54
	Moonlight	2	2	-	-	4
First Red	Jumilia	-	5	-	1	6
	Magnum	2	1	-	1	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	Moonlight	-	1	-	1	2
<b>Toplam (adet)</b>		<b>190</b>	<b>281</b>	<b>1</b>	<b>68</b>	<b>540</b>
<b>Ortalama (%)</b>		<b>35.19</b>	<b>52.04</b>	<b>0.18</b>	<b>12.59</b>	<b>100.00</b>

Yaprak ayası şekilleri bakımından; ebeveyn çeşitlerden Myrna'nın yuvarlak olduğu, Annakarina'nın ovat olduğu, diğer tüm ebeveynlerin ise eliptik olduğu belirlenmiştir. Ovat yaprak ayası şekline sahip olan Annakarina çeşidinin ana ebeveyn olduğu, baba ebeveyn olarak ise eliptik yaprak aya şekline sahip ebeveynlerin kullanıldığı kombinasyonların hepsinde hem eliptik hem de ovat şekline sahip genotiplerin yer aldığı belirlenmiş ve ovat şekline sahip genotiplerin eliptik şekline sahip genotiplerden daha fazla olduğu saptanmıştır. Tüm F<sub>1</sub> genotipleri içerisinde %52.04'lük bir oran ile ovat şeklinin en baskın yaprak aya orta şekli olduğu, ovat şeklini %35.19'lük oran ile eliptik şeklinin izlediği belirlenmiştir.

Çalışmamızda, ebeveyn çeşitlerin yaprak ayası uç şekilleri; Layla, Myrna, Jumilia, Inferno ve Moonlight çeşitlerinde 'aküminat', Samourai, Avalanche, Sweet Avalanche, Annakarina, Magnum ve First Red çeşitlerinde ise akut olduğu tespit edilmiştir. Akut yaprak uç şekline sahip ana ve baba ebeveynlerin melezlenmesiyle ve bir ebeveynin akut diğer ebeveynin ise aküminat olduğu melezlemeler sonucunda elde edilen genotiplerin büyük çoğunluğunun akut yaprak uç şekline sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda tüm F<sub>1</sub> genotiplerin %71.30'unun akut yaprak uç şekline sahip olduğu ve akut şeklinin aküminat, obtus ve yuvarlak yaprak uç şekline baskın olduğu saptanmıştır.

Yaprak ayası uç şekilleri bakımından; tüm kombinasyonlarda F<sub>1</sub> genotiplerinin %71.30'unun (385 adet genotip) akut, %13.89'unun (75 adet genotip) obtus, %11.11'inin (60 adet genotip) aküminat ve %3.70'inin (20 adet genotip) yuvarlak olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Kombinasyonların yaprak ayası taban şekilleri bakımından ise; %35.00'inin yuvarlak, %31.48'inin obtus, %28.70'inin kordat ve %4.82'sinin akut olduğu saptanmıştır (Çizelge 7).

Yaprak ayası taban şekilleri ebeveynlerden; Layla, Sweet Avalanche, Inferno çeşitlerinde 'obtus', Myrna, Avalanche, Magnum çeşitlerinde 'yuvarlak', Samourai, Jumilia, First Red, Moonlight çeşitlerinde 'akut' ve Annakarina çeşidinde ise 'kordat' olarak belirlenmiştir. Hem anne hem baba ebeveynin akut olduğu kombinasyonlardan akut şekline sahip genotiplerin ya hiç oluşmadığı ya da düşük oranda oluştuğu saptanmıştır.

F<sub>1</sub> genotiplerinin tamamında akut yaprak ayası taban şekline sahip olan genotiplerin %4.82'lik oran ile en az olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda akut yaprak aya taban şeklinin, diğer yaprak ayası taban şekillerine göre çekinik bir karakter olduğu düşünülebilmektedir. Magnum x Inferno kombinasyonu hariç, yuvarlak yaprak ayası taban şekline sahip ana ebeveynlerin kullanıldığı kombinasyonlarda mutlaka yuvarlak şekline sahip F<sub>1</sub>

genotiplerinin olduğu tespit edilmiştir. Annakarına x First Red kombinasyonu hariç, kordat yaprak taban şekline sahip olan Annakarına çeşidinin ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlarda mutlaka kordat şekline sahip F<sub>1</sub> genotiplerinin olduğu, fakat yuvarlak şeklinin tüm kombinasyonlarda kordat şekline daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durumda yuvarlak yaprak ayası taban şeklinin kordat şekline baskın olduğunu düşünmekteyiz. Tüm F<sub>1</sub> genotiplerinde ise %35.00'lik oran ile yuvarlak şeklinin en baskın olduğu, bu şekli %31.48'lik oran ile obtus şeklinin izlediği, genotipler arasında en az bulunan yaprak şeklinin ise %4.82'lik oran ile akut olduğu saptanmıştır.

Yaprak şekli pseudo-kalitatif özellik göstermekte olup tek bir gen tarafından kontrol edilmektedir (Datta 2018). Bilgiç (2009), güllerde yaprakların genel olarak ovattan, obovat, oblong, obtus, lanseolat, orbikular, eliptik ya da küneata kadar geniş bir varyasyon gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde yaprak aya şekilleri geniş bir varyasyon göstermiştir. Çalışmamız yaprak aya şekilleri bakımından, F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak aya şeklinin genellikle yuvarlak, ovat ve orta eliptik şeklinde olduğunu, nadiren dar eliptik ve obovat şekle sahip yaprakların bulunduğunu, yaprak uç şeklinin genellikle akut ve aküminat şeklinde olduğu ve nadiren obtus ile yuvarlak şekle sahip yaprakların bulunduğunu, yaprak taban şeklinin ise genellikle yuvarlak, kordat ve obtus şeklinde olduğunu, nadiren akut şekle sahip yaprakların bulunduğu rapor eden Kılıç (2020) ile genel olarak benzerlik göstermektedir. Yaprak ayası şekilleri bakımından genotiplerin %44.80'nin ovat, %39.63'ünün yuvarlak, %15.50'sinin eliptik, %0.07'sinin ise obovat yaprak şekline sahip olduğunu, obavat yaprak şeklinin sadece 1 genotipte belirlendiğini ve kombinasyonlara göre yaprak şekilleri arasında farklılıklar gözlemlendiğini bildiren Doğan (2022)'nin bulguları ile ortaya çıkan farklılıkların kullanılan ticari ve minyatür güllerin farklılıklarından ve bitkisel özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### Çizelge 6. F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak ayası uç şekilleri dağılımları

Melez Kombinasyonu		Yaprak Ayası Uç Şekilleri Dağılımları				
Ana Ebeveyn	Baba Ebeveyn	Akut	Aküminat	Obtus	Yuvarlak	F <sub>1</sub> Genotip Sayısı (adet)
Layla	Jumilia	6	-	4	4	14
	Magnum	24	5	1	-	30
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	2	-	-	-	2
	Moonlight	1	-	1	1	3
Myrna	Jumilia	1	-	-	-	1
	Magnum	Genotip elde edilmedi				
	Inferno	Genotip elde edilmedi				

	First Red	19	5	1	4	29
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Samourai	Jumilia	10	4	2	-	16
	Magnum	3	2	2	-	7
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	10	1	1	-	12
	Moonlight	19	5	3	-	27
Avalanche	Jumilia	21	2	9	1	33
	Magnum	5	-	1	-	6
	Inferno	-	1	-	-	1
	First Red	1	1	-	-	2
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Sweet Avalanche	Jumilia	Genotip elde edilmedi				
	Magnum	5	-	-	-	5
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	1	-	-	-	1
	Moonlight	-	1	-	-	1
Jumilia	Magnum	2	1	1	-	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	3	1	-	-	4
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Annakarina	Jumilia	46	11	5	5	67
	Magnum	49	7	6	-	62
	Inferno	9	1	1	-	11
	First Red	3	1	-	-	4
	Moonlight	12	-	3	1	16
Magnum	Jumilia	25	5	5	1	36
	Inferno	3	-	-	-	3
	First Red	10	-	4	-	14
	Moonlight	22	3	7	-	32
Inferno	Jumilia	18	1	3	-	22
	Magnum	4	-	1	-	5
	First Red	39	1	11	3	54
	Moonlight	4	-	-	-	4
First Red	Jumilia	4	-	2	-	6
	Magnum	3	-	1	-	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	Moonlight	1	1	-	-	2
<b>Toplam (adet)</b>		<b>385</b>	<b>60</b>	<b>75</b>	<b>20</b>	<b>540</b>
<b>Ortalama (%)</b>		<b>71.30</b>	<b>11.11</b>	<b>13.89</b>	<b>3.70</b>	<b>100.00</b>

**Çizelge 7.** F<sub>1</sub> genotiplerinde yaprak ayası taban şekilleri dağılımları

Melez Kombinasyonu		Yaprak Ayası Taban Şekilleri Dağılımları				
Ana Ebeveyn	Baba Ebeveyn	Akut	Obtus	Yuvarlak	Kordat	F <sub>1</sub> Genotip Sayısı (adet)
Layla	Jumilia	-	4	5	5	14
	Magnum	-	4	10	16	30
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	1	1	-	2
	Moonlight	1	-	1	1	3
Myrna	Jumilia	-	1	-	-	1
	Magnum	Genotip elde edilmedi				
	Inferno	Genotip elde edilmedi				



	First Red	-	6	9	14	29
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Samourai	Jumilia	1	5	7	3	16
	Magnum	2	-	4	1	7
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	2	5	1	4	12
	Moonlight	3	13	6	5	27
Avalanche	Jumilia	2	16	12	3	33
	Magnum	-	4	2	-	6
	Inferno	-	-	1	-	1
	First Red	-	-	1	1	2
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Sweet Avalanche	Jumilia	Genotip elde edilmedi				
	Magnum	-	1	4	-	5
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	-	1	-	-	1
	Moonlight	-	1	-	-	1
Jumilia	Magnum	1	2	1	-	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	First Red	2	-	2	-	4
	Moonlight	Genotip elde edilmedi				
Annakarina	Jumilia	4	21	29	13	67
	Magnum	2	19	22	19	62
	Inferno	-	3	7	1	11
	First Red	-	3	1	-	4
	Moonlight	1	3	7	5	16
Magnum	Jumilia	3	16	11	6	36
	Inferno	-	1	-	2	3
	First Red	-	5	4	5	14
	Moonlight	-	11	11	10	32
Inferno	Jumilia	1	10	6	5	22
	Magnum	-	3	-	2	5
	First Red	-	7	18	29	54
	Moonlight	1	2	1	-	4
First Red	Jumilia	-	-	3	3	6
	Magnum	-	1	1	2	4
	Inferno	Genotip elde edilmedi				
	Moonlight	-	1	1	-	2
<b>Toplam (adet)</b>		<b>26</b>	<b>170</b>	<b>189</b>	<b>155</b>	<b>540</b>
<b>Ortalama (%)</b>		<b>4.82</b>	<b>31.48</b>	<b>35.00</b>	<b>28.70</b>	<b>100.00</b>

#### 4. Sonuç

Güllerde yapraklar, başta fotosentez, verim, kalite ve estetik faktörler olmak üzere çok sayıda parametre üzerine etki etmektedir. Gül bitkisinde hem ıslah kriteri olarak hem de ticari bakımdan, bitki büyüklüğü, gonca büyüklüğü, yaprak büyüklüğü, yaprak rengi ve yaprak şekli arasında orantısal bir uyum beklenmektedir. Gösterişli, parlak, büyük ve koyu yeşil yapraklar etkileyici bir görsellik ve tüketici için albeni sağlamaktadır. Bu nedenle son yıllarda yaprak kalitesini de içeren çalışmalar artış göstermiştir.

Çalışmamızda elde edilen melez bireylerin yaprak üst renk kodlarınının 137A ile 147A ila 147B arasında değiştiği, yaprak üst rengi bakımından; genotiplerin %68.15'inin ise çok koyu yeşil, %24.81'inin koyu yeşil, %4.26'sinin orta yeşil ve %2.78'inin açık yeşil renkte olduğu, yaprak üst kısım renk parlaklığı yönünden; genotiplerin %28.33'ünün orta parlak, %28.15'inin güçlü parlak, %23.52'sinin yok/çok zayıf, %17.22'sinin zayıf parlak ve %2.78'inin çok güçlü parlak yapraklara sahip olduğu tespit edilmiştir. Melez bireylerin %52.04'ünün ovat, %35.19'unun eliptik, %12.59'unun yuvarlak ve %0.18'inin obovat yaprak ayası şekline sahip olduğu, %71.30'unun akut, %13.89'unun obtus, %11.11'inin aküminat ve %3.70'inin yuvarlak yaprak ayası uç şekline sahip olduğu, %35.0'inin yuvarlak, %31.48'inin obtus, %28.70'inin kordat ve %4.82'sinin akut yaprak ayası taban şekline sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmada, elde edilen melez bireylerin yaprak renk grubu, yaprak rengi, yaprak parlaklığı ve yaprak aya şekilleri gibi morfolojik özellikler bakımından ebeveynlerine göre ve melez kombinasyonlara göre geniş bir varyasyon göstermiştir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no: 17L0447007).

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

Anonymous (2005). The biology and ecology of *Rosa × hybrida* (Rose). Australian Government Department of Health and Ageing Office of The Gene Technology Regulator. 16, Australia.

Anonymous (2009). The biology of hybrid tea rose (*Rosa × hybrida*). Version 2: Australian Government Department of Health and Ageing Office of The Gene Technology Regulator. 53, Australia.

Anonymous (2010). UPOV, International union for the protection of new varieties of plants, Rose. Guidelines for The Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability. TG/11/8 Rev. Rose. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg011.pdf>.

Bilgiç, Ş. (2009). 'Türkiye *Rosa* L. (gül) Taksonları Üzerine Morfolojik ve Sistematik Araştırmalar'. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Chaanin, A. (2003). *Breeding/Selection Strategies for Cut Roses*. In: *Encyclopedia of rose science*, Elsevier Academic Press, Pp. 33-41, Amerika.

Chimonidou, D., Bolla, A., Pitta, C., Vassiliou, L., Kyriakou, G. ve Put, H.M.C. (2007). Is it possible to transfer aroma from *Rosa damascena* to hybrid tea rose cultivars by hybridisation, *Acta Horticulturae*, 751: 299-304.

Crespel, L. ve Mouchotte, J. (2003). Methods of cross breeding, In: *Encyclopedia of rose science*. Roberts, A.V., Debener, T. ve Gudin, S. (eds), *Elsevier Academic Press*, 1:30-33, Amerika.

Çalışkan, M. (2005). RAPD Analizi ile Güllerde (*Rosa* Sp.) Genetik Tanımlama. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Datta, S. K. 2018. Breeding of new ornamental varieties: Rose. *Current Science*, 114(6): 1194-1206.

de Vries, D.P. ve Dubois, L.A.M. (1988). Factors affecting fruit and seed set in the hybrid tea-rose 'Sonia'. *Acta Horticulturae* 226: 223-230.

Doğan, E. (2022). Melezleme Yoluyla Saksılı Minyatür Gül Islahı. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gudin, S. (2000). Rose: genetics and breeding. In: *Plant Breeding Reviews Volume 17*. Janick, J. (eds), *John Wiley & Sons. Inc., Hoboken*, 159-189, New Jersey.

Gudin, S. (2003). Breeding, In: *Encyclopedia of Rose Science*. Roberts, A.V., Debener, T. ve Gudin, S. (EDS), *Elsevier Academic Press*, 25-30, Amerika.

Khabbazi, P.A. ve Yazgan, M.E. (2013). Peyzaj mimarlığında gülün kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2): 7-10.

Kılıç, T. 2020. Melezleme Yoluyla Kokulu Kesme Gül Islahı. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Nybom, H. (2009). Introduction to Rosa, In: Genetics and Genomics of Rosaceae. Jorgensen, R.A., Folta, K.M. ve Gardiner, S.E. (eds), *Springer*, 339-351, New York.



Spethmann, W. ve Feuerhahn, B. (2003). Genetics/species crosses, In: Encyclopedia of Rose Science. Roberts, A.V., Debener, T. ve Gudin, S. (eds), *Elsevier Academic Press*, 299-312, Amerika.

Uluğ, B.V. (2002). Güller: Hayatımızdaki Yeri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Derim Dergisi*, Cilt 19, Sayı 23, 31-37.

Zlesak, D. C. (2007). Rose: *Rosa hybrida*. In: Flower Breeding And Genetics. Anderson N.O. (eds), *Springer*, 695-740.

## Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Biyomonitör Bitkilerin Rolü

### The Role of Biomonitor Plants in the Detection Heavy Metal Pollution

 Alperen MERAL<sup>1,\*</sup>,  Hülya TORUN<sup>2</sup>

Endüstrileşmenin kaçınılmaz sonuçlarından olan kirlenme bütün dünyada en büyük problemlerden birisi haline gelmiştir. Gerekli tedbirler alınmadığı takdirde, çok uzak olmayan bir gelecekte, biyolojik dengenin bozulacağı, yerkürenin yaşanmaz hale geleceği muhakkaktır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için metallere duyarlı bitkilerin biyomonitör olarak kullanılması kabul görmüştür. Böylece biyomonitör bitkilerin toksik metal analizleri yapılarak toprak, su ve havadaki toksik metal düzeyleri hakkında bilgi alınabilmektedir. Bu sayede, bitkisel organizmaya ilişkin biyomonitör türler eser elementlerin atmosferdeki konsantrasyonlarını araştırmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada trafik yoğunluğu, sanayileşme ve antropojenik etkiler gibi farklı kaynakların oluşturmuş olduğu ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesinde 59 farklı alandan toplanan bitkilerin biyomonitör olarak kullanılabilme potansiyelleri araştırılmıştır. Örneklem alarlar seçilirken kent kır farkının gözetilmiş ve farklı antropojen etkiler altında ağır metal miktarlarının değişimine bakılmıştır. Araziden toplanan bitkilerde Fe, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn, Ni ve Al analizleri yapılmış ve araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırma Trabzon İli sınırları içerisinde 3 kent ve 3 kır olmak üzere 6 lokasyonda gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda gruplar arasındaki farkların belirlenebilmesi için One-Way ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan istatistikî analizlere bakıldığında Cu ve Zn değerleri arasında lokasyon bazında anlamlı bir farklılık görülememişken diğer parametrelerde lokasyon bazında anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Metal, Biyomonitör, Çevre sağlığı, Hava Kalitesi

Pollution, an unavoidable by product of industrialisation, has emerged as a significant global issue. If appropriate steps are not implemented, the biological equilibrium will inevitably be disturbed, rendering the Earth uninhabitable in the foreseeable future. To address this difficulty, the utilisation of metal-sensitive plants as biomonitors has been endorsed. Consequently, biomonitoring plants can be examined for hazardous metals, providing data regarding toxic metal concentrations in soil, water, and air. Biomonitoring plant species are employed to examine atmospheric quantities of trace elements. This study examined the capacity of plants gathered from 59 distinct locations to serve as biomonitors for assessing heavy metal concentrations resulting from various sources, including traffic density, industrialisation, and anthropogenic influences. The selection of sample areas considered the urban-rural disparity and analysed variations in heavy metal concentrations due to several anthropogenic effects. The plants gathered from the field were examined for Fe, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn, Ni, and Al and incorporated into the study. The study was conducted in six locations, comprising three urban and three rural areas, within Trabzon Province. A One-Way ANOVA test was conducted to ascertain the differences among the groups based on the analyses. The statistical analysis indicated no significant difference in Cu and Zn values based on location, although substantial changes were noted in other parameters by location.

**Keywords:** Heavy metal, Biomonitoring, environmental health, Air quality

Geliş Tarihi: 11.10.2024, Düzeltme Tarihi: 25.11.2024 Kabul Tarihi: 26.11.2024

Adres: <sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü E-mail: alperenmeral@gmail.com

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölüm E-mail: hulyatorun@duzce.edu.tr

## 1. Giriş

Ağır metal kirliliği, kalıcılığı, insan ve ekolojik sağlık üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle önemli bir küresel endişe haline gelmiştir (Akün, 2020; Dixit vd., 2015; Sharma vd., 2023; Singh vd., 2002). Endüstriyel süreçler, madencilik ve ağır metal içeren fungusit ve gübre kullanımı gibi antropojenik faaliyetler toprak ve su kaynaklarında kadmiyum, kurşun ve cıva gibi ağır toksik metallerin varlığının artmasına neden olmuştur (Bücker-Neto vd., 2017; Elyamine vd., 2018; Tirry vd., 2018; Tiwari & Lata, 2018). Toprak ve yeraltı suları bitkilere ve gıda zincirine ağır metal girişinin birincil yollarıdır. Bu durum insan ve hayvan refahı için ciddi tehditler oluşturmaktadır. Ağır metaller ile kirlenmiş toprakların dekontaminasyonu ve iyileştirilmesi de zorlu bir görevdir (Kaparwan vd., 2020).

Ağır metal kirliliğinin tespitinde biyomonitör bitkilerin kullanılması çeşitli avantajlara sahiptir. İlk olarak, biyomonitör bitkiler geleneksel fizikokimyasal izleme yöntemlerine kıyasla uygun maliyetli ve kolay uygulanabilir (Batham & Sharma, 2019). Ayrıca bu bitkiler gözden kaçabilecek aralıklı veya dağınık kirliliği tespit edebildikleri için ağır metal kirliliğinin daha kapsamlı değerlendirilmesine olanak sağlayabilirler (Akün, 2020).

Ağır metal kirliliğinin belirlenmesi için yerel ölçekte genel olarak epifit bitkiler, yosunlar, likenler ve çiçekli bitkiler kullanılmaktadır (Vural, 2021). Ağır metal biriktiren bitkiler, fitoetraksiyon olarak bilinen bir süreç ile kirlenmiş topraklardan ağır metalleri azaltmak ve konsantre etmek, kirlenmiş dokuları içinde biriktirme ve yoğunlaştırma için de kullanılabilirler (Karr, 1999; Zaghoul vd., 2020). Bu yaklaşım maliyetli ve çevreye zarar verebilecek geleneksel iyileştirme yöntemlerine göre daha sürdürülebilir ve çevre dostu alternatifler olarak kullanılabilir (Koleli vd., 2015).

Çeşitli çalışmalar ağır metal biyoremediasyonu için çeşitli bitki türlerinin potansiyelini ortaya koymuştur. Örneğin Türkiye, Mersin-Fındıkpınarı'ndaki serpantin florası krom, nikel ve bakır gibi ağır metalleri yüksek seviyelerde biriktirme kabiliyeti göstermiştir (Koleli vd., 2015). Bitkilerin biyomonitör olarak kullanılması karasal ekosistemlerle sınırlı olmayıp sucul ortamlara da uzanmaktadır (Carter vd., 2017). Su sümbülü ve su mercimeği gibi bazı su bitkileri, ağır metaller ile kirlenmiş su kütlelerinin iyileştirilmesinde başarıyla kullanılmıştır (Singh vd., 2002). Benzer şekilde Çin'deki Yongding Nehri Havzası'nda, su kalitesini izlemek için suda yaşayan bitkiler kullanılmış ve kirlenmiş su kütlelerinin iyileştirilmesinde başarıyla kullanılmıştır (Xie vd., 2021).

Farklı bitkiler farklı kirlenmişlere karşı farklı derecelerde hassasiyet gösterdiğinden, biyomonitör olarak uygun bitki türlerinin seçimi çok önemlidir. Araştırmacılar, bu bitki

göstergelerini dikkatlice seçerek ve izleyerek çevrenin durumu hakkında bilgi edinebilir, politika yapıcıları bilgilendirebilir ve çevre yönetimi stratejilerine rehberlik edebilirler (Erum Kazi vd., 2022; Iliopoulou-Georgudaki vd., 2003; Xie vd., 2021).

Bu araştırmada Trabzon ilinde farklı 6 lokasyon ve 59 noktada duvar fesleğeni (*Parietaria judaica* L.) bitkisi toplanarak ağır metal (Fe, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn, Ni ve Al) analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak bitkinin biyomonitör olarak değerlendirilme performansı değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmaya konu olarak *Parietaria judaica* L. (duvar fesleğeni) bitkisi seçilmiştir. *P. judaica* bitkisi literatürde, ekolojik olarak antropojenik etki ile ilişkili anlamına gelen synantropik tür olarak değerlendirilmektedir (Meral, 2015). *P. judaica*'nın en önemli özelliklerinden biri dikkat çekici esnekliğidir. Bitkinin antibakteriyel ve antikandidal özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir, bu da onu çeşitli bulaşıcı hastalıkların tedavisi için potansiyel bir aday haline getirmektedir. Bu bulgu özellikle ilgi çekicidir, çünkü bitkinin tıbbi amaçlar için kullanılabilir değerli fitokimyasallara sahip olabileceğini düşündürmektedir (Qadi vd., 2020). *P. judaica* çok farklı ekolojiye sahip alanlarda ve çok kısıtlı şartlarda gelişim gösterebilmesinden dolayı araştırmaya konu edilmiştir (Meral, 2015; Yalcinalp & Meral, 2017).



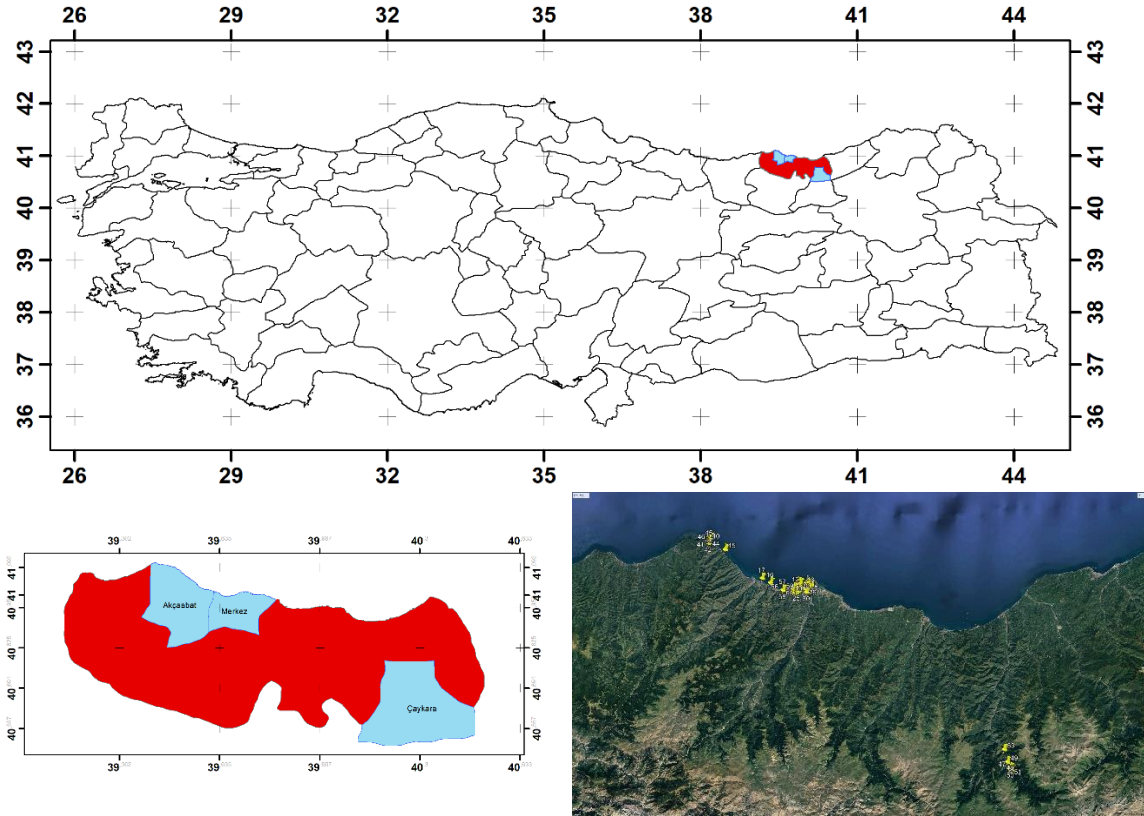
Şekil 1. Farklı alanlarda çekilmiş *Parietaria judaica* L. fotoğrafları (Meral, 2015).



*Parietaria judaica* L. 20-50cm boylanabilen, çok yıllık, otsu bir türdür. Gövdeler sık dallı, yere serili veya yarı dik gelişim gösterir. Yapraklar genişçe yumurtamsı ile hemen hemen eliptik form arasında ve 7 cm'e kadar uzunluktadır; almaşık dizilidir. Çiçeklenme Nisan-Ağustos ayları arasında gerçekleşir. Çiçek kurulları her bir yaprak koltuğundan 2 yanal demet şeklinde çıkar; demetler yaklaşık 1 cm boydadır (Floranatolica, 2024).

### 2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Trabzon İlinde 3 farklı ilçede (Akçaabat, Merkez, Çaykara) kent ve kır olmak üzere toplam 6 lokasyon belirlenmiştir. Örneklem alanları olarak *Parietaria judaica* L. bitkisinin bulunduğu duvarlar ve ruderal alanlar seçildiğinden, rasgele örneklem metodu kullanılmıştır (Şekil 2).

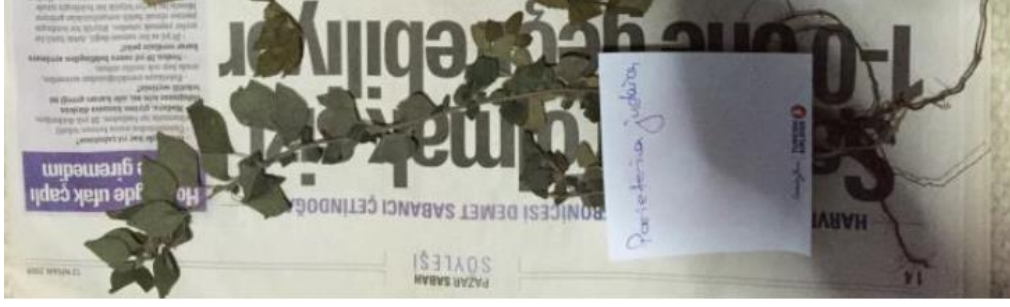


Şekil 2. Çalışma alanı ve bitki toplanan lokasyonlar

### 2.2. Metod

Toplanan numunelerin ağır metal analizleri DÜBİT (Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi) tarafından yapılmıştır. Toplanan numuneler koordinatlandırılarak numaralandırılmış ve tekniğine uygun olarak gazete kağıtları arasında preslenmiştir (Şekil 4).





**Şekil 3.** Preslenmiş bitkilerden örnek

Kurutulan numuneler sonrasında öğütücü değirmen kullanılarak toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen numuneler kilitli poşetlere konularak etiketlenmiştir.

0,35 gr. bitki örneklerinin üzerine 5 ml HNO<sub>3</sub> (Nitrik Asit), 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Hidrojen peroksit) eklenerek mikrodalga fırında yakıldıktan sonra damıtma işlemi yapılmıştır (Yazıcı, 2024). Damıtılan numuneler ultra saf su yardımı ile 50ml'ye tamamlandıktan sonra ICP-MS cihazında analiz edilmiştir. Bitkilerin barındırdıkları Fe, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn, Ni ve Al miktarları bu işlemlerden sonra tespit edilmiştir.

Analizler tamamlandıktan sonra SPSS 20 ve Graphpad Prism programları kullanılarak lokasyon bazlı farklılıkları gözlemleyebilmek için One-Way ANOVA, parametrelerin birbirleri ile ilişkilerinin belirlenebilmesi için korelasyon analizleri yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

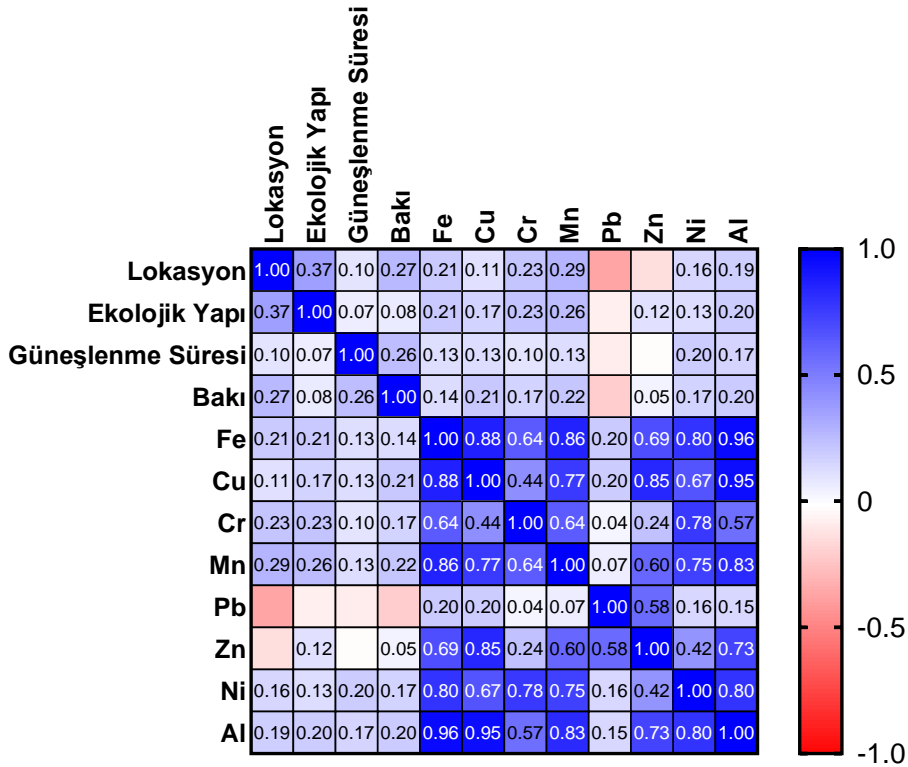
İstatistiki analizler sonucunda lokasyon bazlı farklılıkları tespit etmek için One-Way ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan istatistikî analizlere bakıldığında örnek alınan 6 lokasyonda (Akçaabat ve güneyi, Merkez/Değirmendere ve güneyi, Çaykara ve Güneyi) Cu ve Zn değerleri arasında lokasyon bazında anlamlı bir farklılık görülememişken Fe, Cr, Mn, Pb, Ni ve Al parametrelerinde lokasyon bazında sınırlı da olsa anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Lokasyon bazlı One-Way Anova analizi

Lokasyon	Örnek Sayısı	Fe	Cu	Cr	Mn	Pb	Zn	Ni	Al
1	10	1033,40a	7,31a	0,00a	34,27a	19,34b	94,90a	0,00a	713,60a
2	5	658,60a	3,31a	0,17a	27,75a	1,06a	41,60a	0,00a	548,60a
3	9	1351,44a	21,76a	0,00a	75,10ab	8,30ab	89,44a	0,86a	2026,77ab
4	21	1441,00a	6,64a	4,02a	61,31ab	2,65a	48,42a	0,00a	1168,61ab
5	7	3800,28b	30,68a	15,83b	201,45b	3,17a	65,42a	4,72b	4296,85b
6	7	1496,85a	13,33a	2,07a	136,90ab	0,00a	94,90a	0,70a	4296,85b

Diğer ağır metaller ile lokasyonlar arasındaki ilişkiye bakıldığında ağır metal birikimlerinde özellikle 5. lokasyonda (Merkez/Değirmendere) farklılıklar gözlemlenmiştir.

Ardından parametrelerin birbirleri arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda seçilen lokasyonlar ile bitkilerin toplandıkları alanların ekolojik yapısı, güneşlenme süreleri ve bakıları arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Korelasyon tablosu

Bitkilerde ağır metal birikimi, bitki türü ve genetik özelliklerin yanı sıra pH ve topraktaki organik madde içeriği gibi birçok faktörden etkilenir (Bücker-Neto vd., 2017). Bitkilerde ağır metal birikimini yöneten başlıca faktörlerden biri, bu metallerin topraktaki konsantrasyonudur. Ağır metaller yer kabuğunun doğal bileşenleridir. Ancak sanayileşme, madencilik, gübre ve pestisit kullanımı gibi insan faaliyetleri nedeniyle konsantrasyonları önemli ölçüde artmıştır. Sonuç olarak, birçok endüstriyel ve tarımsal bölgedeki topraklar yüksek seviyelerde ağır metallerle kirlenmiş ve bu da bitkiler tarafından alımlarının artmasına neden olmuştur (Singh vd., 2002)

Bitkilerde ağır metal birikimini etkileyen bir diğer önemli faktör de toprak ortamıdır. Toprağın pH'ı, ağır metallerin çözünürlüğünü ve kullanılabilirliğini belirlediği için kritik bir faktördür. Genel olarak, asidik topraklar (düşük pH) daha yüksek çözünür ağır metal

konsantrasyonlarına sahip olma eğilimindedir, bu da bitkilerin topraktaki ağır metali alımı için daha iyi bir ortam oluşturur (Kumar vd., 1995). Rize ilinde çay tarımı yapılan arazilerde ağır metal içeriklerinin belirlenmesini konu edinen çalışma da bu ifadeyi doğrular bir literatür olarak karşımıza çıkmaktadır (Özkan & Demir, 2023).

Benzer şekilde, toprağın organik madde içeriği de bitkilerde ağır metal birikimini etkileyebilir. Organik madde ağır metallere bağlanarak biyoyararlanımlarını azaltabilir ve bitkiler tarafından alımlarını sınırlayabilirler (Bücker-Neto vd., 2017; Chitimus vd., 2020; Kumar vd., 1995; Singh vd., 2002). Doğu karadeniz ilinde yaygın olarak yer alan kırmızı sarı podzolik toprakların %70'i organik madde yönünden yüksek durumdadır (Özyazıcı vd., 2013).

#### 4. Sonuçlar

Yapılan bu araştırmadan hareketle Trabzon ilinde ağır sanayinin gelişmemiş olması, örneklem yapılan bölgelerde madencilik faaliyetlerinin sınırlı olması, ağırlıklı olarak çay ve fındık tarımının pestisit kullanımının yoğun olmaması, her ne kadar seçilen lokasyonlar farklı olsa da, *Parietaria judaica* L. bitkisindeki ağır metal birikimi üzerine etki etmemiştir.

WHO'ya göre müsaade edilen ağır metal limitlerine bakıldığında *Parietaria judaica* L.'nin bünyesinde barındırdığı ağır metal miktarı oldukça fazladır. Bu durumda bitkinin biyomonitör olarak kullanılabilmesi söylenebilir. Bir bitkinin biyomonitör olabilmesi için o bölgenin bitki örtüsü içerisinde olması gerekmektedir. Bu durum doğal olarak yayılış gösteren ve ruderal bitki sınıfına giren *Parietaria judaica* L.'nin biyomonitör olarak kullanılabilmesinin bir başka kanıtıdır.

Günümüzde yol kenarları ve duvarların temiz görünmesi bu alanların sağlıkları ile de doğru orantılı olarak görülmektedir. Bu alanlar gerek ilgili kurumlar gerekse kullanıcılar tarafından sıklıkla temizlenmektedir. Doğal yayılış gösteren ve sınırlı yaşam şartlarında yaşayan, ayrıca herhangi bir bakıma ihtiyacı olmayan bu bitkilerin alandan uzaklaştırılmaya çalışılması sıklıkla yapılan yanlışlardandır.

Sonuç olarak ruderal bitkilerin kent ekolojisindeki yeri yadsınamaz bir gerçektir. Ortamda hazır yaşayan, adaptasyon sağlamış ve bakım maliyeti gerektirmeyen *Parietaria judaica* L. gibi ruderal bitkilerin yaşamalarına izin verilerek ekolojiye ve hava kirliliğine olumlu katkıları desteklenmelidir.

#### Teşekkür

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi'nde Poster Bildiri olarak sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Akün, M. E. (2020). Heavy Metal Contamination and Remediation of Water and Soil with Case Studies From Cyprus. İçinde *Heavy Metal Toxicity in Public Health*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90060>
- Batham, M., & Sharma, J. (2019). Remediation of Heavy Metals from Soil by Eco Approaches. *Recent Advances in Biology and Medicine*, 5, 1. <https://doi.org/10.18639/RABM.2019.869984>
- Bücker-Neto, L., Paiva, A. L. S., Machado, R. D., Arenhart, R. A., & Margis-Pinheiro, M. (2017). Interactions between plant hormones and heavy metals responses. *Genetics and Molecular Biology*, 40(1 suppl 1), 373-386. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2016-0087>
- Carter, J. L., Resh, V. H., & Hannaford, M. J. (2017). Macroinvertebrates as Biotic Indicators of Environmental Quality. İçinde *Methods in Stream Ecology* (ss. 293-318). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813047-6.00016-4>
- Chitimus, A., Nedeff, F., Sandu, I., Radu, C., Mosnegutu, E., & Sandu, I. G. (2020). Influence of Bacau City's antropic activities on the heavy metals concentration measured on Bistrita and Siret River Sides. *Revista de Chimie*, 71(1), 350-354. <https://doi.org/10.37358/RC.20.1.7856>
- Dixit, R., Wasiullah, Malaviya, D., Pandiyan, K., Singh, U., Sahu, A., Shukla, R., Singh, B., Rai, J., Sharma, P., Lade, H., & Paul, D. (2015). Bioremediation of Heavy Metals from Soil and Aquatic Environment: An Overview of Principles and Criteria of Fundamental Processes. *Sustainability*, 7(2), 2189-2212. <https://doi.org/10.3390/su7022189>
- Elyamine, A. M., Moussa, M. G., Ismael, M. A., Wei, J., Zhao, Y., Wu, Y., & Hu, C. (2018). Earthworms, Rice Straw, and Plant Interactions Change the Organic Connections in Soil and Promote the Decontamination of Cadmium in Soil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2398. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112398>
- Erum Kazi, E. K., Satish Kulkarni, S. K., Shaikh, Y. I., Shaikh, V. S., & Neeraj Prasad, N. P. (2022). A Case Study on Estimation of Air Quality in Hadapsar Suburban of Pune India. *Oriental Journal Of Chemistry*, 38(1), 118-129. <https://doi.org/10.13005/ojc/380115>
- Floranatolica. (2024). *Parietaria judaica-Duvar fesleğeni*. <https://www.floranatolica.com/eukaria/gui/species.php?ID=Parietaria-judaica> (Erişim Tarihi: 25.11.2024).
- Iliopoulou-Georgudaki, J., Kantzaris, V., Katharios, P., Kaspiris, P., Georgiadis, Th., & Montesantou, B. (2003). An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*, 2(4), 345-360. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(03\)00004-9](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(03)00004-9)
- Kaparwan, D., Rana, N. S., & Dhyani, B. P. (2020). Heavy Metals Toxicity in Agricultural Soils– Critical Review of Possible Sources, Influence on Soil Health and Remedial Measures to Remove, Reduce and Stabilize Contaminants in Soil. *International Journal*

- of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(6), 1467-1482.  
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.906.182>
- Karr, J. R. (1999). Defining and measuring river health. *Freshwater Biology*, 41(2), 221-234.  
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00427.x>
- Koleli, N., Demir, A., Kantar, C., Atag, G. A., Kusvuran, K., & Binzet, R. (2015). Heavy Metal Accumulation in Serpentine Flora of Mersin-Findikpinari (Turkey) – Role of Ethylenediamine Tetraacetic Acid in Facilitating Extraction of Nickel. İçinde *Soil Remediation and Plants* (ss. 629-659). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799937-1.00022-X>
- Kumar, P. B. A. N., Dushenkov, V., Motto, H., & Raskin, I. (1995). Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. *Environmental Science & Technology*, 29(5), 1232-1238. <https://doi.org/10.1021/es00005a014>
- Meral, A. (2015). *Peyzaj mimarlığı kapsamında kentsel ve kırsal duvar vejetasyonu ve ekolojik karakteristikleri* [Master]. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkan, F., & Demir, Y. (2023). Rize İlinde geleneksel ve organik çay tarımı yapılan alanların topraklarında bazı verimlilik parametreleri ile ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 1405-1417. <https://doi.org/10.21597/jist.1114164>
- Özyazıcı, M. A., Aydoğan, M., Bayraklı, B., & Dengiz, O. (2013). Doğu Karadeniz Bölgesi kırmızı-sarı podzolik toprakların temel karakteristik özellikleri ve verimlilik durumu. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 24-32.
- Qadi, M., Jaradat, N., Al-lahham, S., Ali, I., Abualhasan, M. N., Shraim, N., Hussein, F., Issa, L., Mousa, A., Zarour, A., Badrasawi, A., Baarah, A. M., & Al-Omari, R. (2020). Antibacterial, Anticandidal, Phytochemical, and Biological Evaluations of Pellitory Plant. *BioMed Research International*, 2020, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2020/6965306>
- Sharma, J. K., Kumar, N., Singh, N. P., & Santal, A. R. (2023). Phytoremediation technologies and their mechanism for removal of heavy metal from contaminated soil: An approach for a sustainable environment. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1076876>
- Singh, B. K., Singh, V. P., & Singh, M. N. (2002). Bioremediation of contaminated water bodies. *Progress in Industrial Microbiology*, 537-548. [https://doi.org/10.1016/S0079-6352\(02\)80026-1](https://doi.org/10.1016/S0079-6352(02)80026-1)
- Tirry, N., Tahri Joutey, N., Sayel, H., Kouchou, A., Bahafid, W., Asri, M., & El Ghachtouli, N. (2018). Screening of plant growth promoting traits in heavy metals resistant bacteria: Prospects in phytoremediation. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(2), 613-619. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2018.06.004>
- Tiwari, S., & Lata, C. (2018). Heavy Metal Stress, Signaling, and Tolerance Due to Plant-Associated Microbes: An Overview. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00452>

- Vural, H. (2021). Trafik Kaynaklı Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Peyzaj Bitkilerinin Biyomonitör Olarak Kullanılabilirliği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(4), 1174-1186. <https://doi.org/10.30910/turkjans.985895>
- Xie, Y., Jinjin, G., Guo, Y., Peng, W., & Wang, L. (2021). Temporal and Spatial Variation of water quality in the Yongding River Basin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 831(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/831/1/012052>
- Yalcinalp, E., & Meral, A. (2017). Wall vegetation characteristics of urban and sub-urban areas. *Sustainability (Switzerland)*, 9(10), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su9101691>
- Yazıcı, İ. (2024). *Kent içi açık otopark alanları ve yakın çevresindeki bazı ağaçların biyomonitör olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi: 'İstanbul örneği'* [Master]. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zaghloul, A., Saber, M., Gadow, S., & Awad, F. (2020). Biological indicators for pollution detection in terrestrial and aquatic ecosystems. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 127. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00385-x>

## İç Mekan Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Toprak Sorunları

### Soil Problems in Ornamental Plant Breeding

 Ramazan MERAL<sup>1,\*</sup>,  Yasin DEMİR<sup>2</sup>

#### Özet

Bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılan organik menşeli toprağın veya karışımların su tutma, havalanma, bitki besin maddesi kapsamı, kation değişim kapasitesi gibi özellikleri büyük önem taşımaktadır. Başlangıçta ideal olan bu topraklar; bitki besin element içeriğinin azalması yanı sıra, sulama ve drenaj uygulamalarındaki yanlışlıklar nedeniyle sorunlu hale gelebilmektedir. Yetersiz drenaj koşullarında sürekli ıslak veya doyma noktası koşullarında topraktaki havanın yerini suyun alması yeter miktarda havalanmış bir toprak oluşumu yanı sıra hava bileşenlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca tekrarlanan sulama-buharlaştırma döngüsünde, sulama suyu içeriğine bağlı olarak toprakta tuz birikmeye başlamaktadır. Bu durum saksı toprağında; yeterli drenaj açıklıklarının olmayışı veya zamanla tıkanması sonucu sürekli ıslaklık, yüzeyde tuzlanma ve bitki gelişmesinin yavaşlaması şeklinde kendini göstermektedir. Şebeke sularının kullanılması durumunda ise klor içeriği önem taşımakta olup; en sık rastlanan toksisite kaynaklarından biridir. Diğer önemli bir sorun ise toprak pH değerinin sulama suyu ve uygulanan ticari gübreler nedeniyle değişimidir. Bu durum bitki besin elementlerinin yararlılığını ve toprakta oluşan toksit maddelerin miktarı ve etki düzeylerini doğrudan etkilemektedir. Çözüm olarak; drenaj için bırakılan açıklıklar serbest drenaj koşullarında suyun tahliyesine olanak verecek yeterlilikte olmalıdır. İlerleyen süreçlerde açıklıkların kapanmaması için uygun dane dağılım çapına sahip filtre malzemesi kullanılmalıdır. Böylece dren açıklıklarının kil, bitki atıkları ve köklerden zarar görmesi engellenmiş olacaktır. Gerek tuzluluk oluşmaması gerekse mevcut tuzların uzaklaştırılabilmesi için sulama suyuna ek olarak yıkama suyu ilavesi gerekmektedir. Sorun oluşmuş topraklarda bu önlemlerin yanı sıra hem bitkiler için uygun pH seviyesinin sağlanması hem de tuzluluk giderimi için ıslah uygulamalarının da yapılması gerekmektedir.

#### Abstract

The characteristics of the organic origin soil or peats used as a plant growing medium, such as water retention, aeration, plant nutrient content, cation exchange capacity properties are of great importance. A soil that was initially ideal may become problematic due to a decrease in the content of plant nutrient elements, as well as unusefully irrigation and drainage practices. In conditions of insufficient drainage, constant wet or saturation point water replaces the air in the soil pores. An insufficiently aerated soil, as well as air components, also negatively affects. In addition, in the repeated irrigation-evaporation cycle, salt begins to accumulate in the soil depending on the irrigation water content. This salinity can be observed with white color on the soil surface and decreasing the plant development. In the case of using tap water, the chlorine content is important and is one of the most common sources of toxicity. Another important problem is the change of soil pH value due to irrigation water and commercial fertilizers applied. This situation directly affects the usefulness of plant nutrients and the amount and effect levels of toxic substances formed in the soil. As a solution; Holes drilled for drainage should be sufficient to allow the discharge of water under free drainage conditions. Drainage holes should be covered with gravel envelope material to prevent closing their in the following processes. Thus, damage to the drain openings from clay, plant waste and roots will be prevented. In addition to irrigation water, it is necessary to add leaching water in order to prevent salinity. Some soil conditioner can be used for reclamation of salinity and to supply the pH level for plants.

**Keywords:** Pot soil, Peats, Salinity, pH, Drainage

**Anahtar Kelimeler:** Saksı Toprağı, Torf, Tuzluluk, Toprak Reaksiyonu, Drenaj

Geliş Tarihi: 05.11.2024, Düzeltme Tarihi: 26.11.2024, Kabul Tarihi: 26.11.2024

Adres: <sup>1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

E-mail: ramazan.meral@bilecik.edu.tr

Adres: <sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü

E-mail: ydemir@bingol.edu.tr

## 1. Giriş

Saksı ortamında süs bitkisi yetiştiriciliğinde toprak kalitesi en önemli faktörlerden biridir. Kısıtlı bir toprak hacminde yapılan yetiştiricilik, zamanla oluşan kalite problemleri nedeniyle bitki gelişmesini ve sağlığını olumsuz etkilemektedir. Saksı toprağı olarak genelde su tutma kapasitesi yüksek, havadar, organik madde ve besin içeriğı yüksek karışımlar kullanılmaktadır. Organik maddenin kolloidal yapısı nedeniyle, genel bir görüş olarak, organik maddesi fazla olan torfların katyon değışim kapasitesi yüksek olduğı kabul edilmektedir (Roig ve ark., 1988). Bununla birlikte torfun kimyasal ve fiziksel özellikleri, bileşimindeki bitkisel kalıntıların ayrışma derecesi ve orijinine bağlıdır. Torfta ayrışma düzeyini değerlendirmek için organik materyallerdeki humifikasyon derecesi ve humifikasyon hızının (HR) kullanılmasını önermiştir Ciavatta ve ark., (2003). Karbon ve azot arasındaki oran (C / N) humifikasyon işleminin bir indeksi olarak değerlendirilebilir (Brady ve Weil 2002; Miller ve Gardiner, 1998). Bu oran ayrıca organik topraklarda ayrışmanın bir ölçüsü olarak da kullanılabilir. Bitki yetiştirme ortamı olarak pazarlanan ve kullanılan organik toprağın su tutma ve havalanma kapasitesi, bitki besin maddesi kapsamı, katyon değışim kapasitesi gibi temel özelliklerinin belirtilmiş olması ve belirli bir standarda uygunluğu beklenirken bu konuda bir eksiklik görülmektedir.

Bu çalışmada gerek hazırlanışı gerekse kullanımını sırasında zamanla oluşabilen başlıca sorunlar; toprak havası, tuzluluk- drenaj, pH ve problemleri başlıkları altında incelenmiştir.

## 2. Toprak Havası

Toprakta bulunan hava miktarı ve hava içeriğı; köklerin sonulumu ve mikroorganizma faaliyetleri açısından önem taşımakta olup verimi sınırlandırıcı bir etkidir. Topraklar hacim olarak %50 oranında organik ve inorganik materyalden oluşan katı kısım, %50 oranında ise hava ve su ile kaplı boşluklardan oluşmaktadır. Toprağın havalanma kapasitesi belirleyen en önemli faktör boşlukların boyut dağılımı, toplam hacmi ve birbiri aralarındaki bağlanma yollarının şeklidir . Ancak uygulamada en öne çıkan faktör büyük değışkenlik gösteren suyun boşlukları doldurarak havanın yerini almasıdır. Sulama sonrası tarla kapasitesinin üzerinde verilen su zamanla yerçekiminin etkisiyle aşağılara sızar ve boşalan yeri oksijence zengin taze hava alır. Toprakta suyun hareketini azaltan bazı drenaj sorunlarının bulunması durumunda veya sürekli tarla kapasitesinin üzerinde sulama suyu uygulanması durumunda yetersiz havalanma koşulları oluşmaktadır (Blum ve ark., 2017; Ergene, 1982 ;Akalan, 1987). Sulanan



toprakların, sulanmayan (kuru alan) topraklara göre daha yüksek hacim ağırlığına ve daha düşük makro gözenekliliğe sahip olma eğiliminde olduğunu bildirilmiştir. (Demir ve Demir, 2021) Bu durum suyun agregat stabilesini bozma, çözülme ve gözenek hacmini düşürme eğilimi ile açıklanabilir. Düşük gözenekliliğe sahip malzemeler, köklerin gaz alışverişini, su hareketini ve drenajını olumsuz etkileyerek kök ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Buna karşılık, daha yüksek gözenekliliğe sahip karışımlar, havalanma sağlama ve kök gelişimini destekleme açısından faydalı olacaktır (Pego ve ark., 2017). Aynı zamanda Singh ve ark. (2012) süs bitkileri hastalık yönetiminde en yaygın kültürel yöntemin, drenaj ve toprak havalandırması olduğunu belirtmişleridir

Yeterli toprak havalanması kadar toprak içerisindeki havanın bileşenleri de önem taşımaktadır. Toprak havası bileşim bakımından atmosfer havasına benzemekte ve azot, oksijen, karbondioksit ve su buharı toprak havasının önemli öğelerini oluşturmaktadır (Çizelge 1). Toprak havası atmosfer havasına oranla daha fazla karbondioksit daha az oksijen içermektedir. Toprak havası ile atmosfer havası arasında sürekli değişim söz konusudur. Havanın basınç farkından oluşan kütle hareketi ve gazların kısmi basınç farklarından oluşan difüzyon hareketi ile bu değişim gerçekleşmektedir. Toprak içinde nispeten fazla miktarda bulunan karbondioksitin kısmi basıncı atmosferindekinden daha yüksek olduğundan, atmosferden toprak havasına oksijen ve toprak havasından da atmosfere karbondioksit geçişi olmaktadır (Akalan, 1987; Carvalho ve ark., 2019)

### Çizelge 1. Toprak ve atmosfer havasının bileşimleri (Ergene, 1982)

	Oksijen,%	Karbondioksit,%	Nitrojen,%
Toprak havası	20.60	0.25	79.2
Atmosfer havası	20.97	0.03	79.0

Toprak organik maddesi toprakta bulunan mikroorganizma tarafından ayrıştırılır. Mikrobiyolojik ayrışma, karbondioksit üretimine yol açar ve toprak havasındaki CO<sub>2</sub> içeriği artar. Bu nedenle organik madde bakımından zengin topraklar, daha yüksek oranda karbondioksit içerirler. Ayrıca toprakta yeterli oksijenin bulunmaması durumunda anaerobik koşulda organik madde ayrışması sonucu; alkol, aldehit veya metana indirgenir ve hidrojen gazı açığa çıkabilir. Sülfatlar süfitlere ve nitratlar toksik etkileri olan nitritlere ya da serbest azot gazına indirgenirler. Bu durum aynı zamanda toprağın pH dengesini ve diğer kimyasal özelliklerini olumsuz etkilemektedir (Foth, 1991).

Saksı toprağında aşırı sulama ile birlikte yetersiz drenaj koşullarında sürekli ıslak veya doyma noktası koşullarında havanın yerini su almaktadır. Organik maddece zengin ortamda özellikle tam ayrışmamış materyalin anaerobik ayrışma sonucu söz konusu olumsuzlukların meydana gelmesi sıklıkla gözlemlenmektedir.

### 3. Toprak Tuzluluğu

Toprak ve sulama suyu tuz içerikleri farklı kriterler kullanılarak sınıflandırılmaktadır. Genel olarak başlangıç sürecinde bu değerler uygun sınırlarda olmakla birlikte; tekrarlanan sulama-buharlaştırma döngüsünde, sulama suyu içeriğine bağlı olarak toprakta tuz birikmeye başlamaktadır. Bu durum kendini, saksı toprağı yüzeyinde beyazlaşma ve bitki gelişmesinin yavaşlaması şeklinde kendini göstermektedir.

Toprak tuzluluğu; çimlenme, vejetatif büyüme ve tohum gelişimi evrelerinin tamamını etkiler. Toprakta su alımını sınırlayarak bitkilerde iyon toksisitesi, ozmotik stres, besin maddesi eksikliği ve oksidatif stres gibi olumsuzluklara neden olur. Tuzlar toprak suyu içerisinde bir ozmotik basınç oluşturur. Bu basınç bitkinin kökleri ile topraktan suyu alırken yenmek zorunda olduğu bir kuvvet olup; yüksek tuzluluk durumunda bitki suyu almakta zorlanır ve mevcut sudan yararlanamaz. Bu durum mineral besin elementlerinin alımını engellerken diğer taraftan bitki yapraklarında dehidrasyona, turgor kaybına ve ilerleyen aşamalarda yaprak hücrelerinin ve dokularının ölümüne sebep olur. Diğer yandan Topraktaki yüksek tuz konsantrasyonu, toprak gözenekliliğini, toprak suyu potansiyelini, su ve hava geçirgenliğini de olumsuz etkiler (Isayenkov, 2012, Hasanuzzaman ve Fujita, 2022).

Bitki bünyesinde biriken sodyum ve klor iyonları, mutlak bitki besin elementi olan potasyum, kalsiyum, magnezyum, azot ve fosfor gibi diğer mineral besin elementleriyle rekabet ederek alımlarını sınırlar ve bitkide besin eksikliğine neden olur. Fosfat iyonları kalsiyum iyonlarıyla çöktüğü için bitki fosfor alımını önemli ölçüde azaltır. Ayrıca, sodyum ve klor gibi artan iyon seviyeleri, iyon homeostazındaki bozulma ve bitki büyümesi ve metabolizması için gerekli olan temel besinlerin bulunmaması nedeniyle bitkilerde iyonik toksisiteyi artırır. Ozmotik stres ve iyon toksisitesinin birlikte etkisi ile etkisi, bitkilerin çimlenmesini, büyümesini ve gelişimini bozabilecek ikincil stresler oluşmaktadır. Stoma iletkenliğini azaltması, böylece bitkilerin fotosentetik aktivitelerinin azalması ve zararlı reaktif oksijen türlerinin birikimini söz konusu olmaktadır (Mums, 2011; Mums ve Tester 2008; Zhao ve ark., 2021).

Sulama sularında klor problemlili bir anyon olup toksisitenin en sık rastlanan kaynağıdır. Klor toprakta adsorbe edilmez ve bu nedenle toprak suyunda kolaylıkla alınabilir nitelikte bulunur. Kökler tarafından absorbe edilen klor, bitki iletim organları ile özsuyu içerisinde iletilir ve yapraklara kadar taşınıp, buharlaşma sonucu burada biriktirilir. Yapraklarda biriken klor miktarı bitki dayanım sınırını aştığında, yapraklarda yanma ve kuruma gibi belirtiler kendini göstermeye başlar. Zararlanma belirtileri öncelikle yaprak uçlarında görülür ve buradan yaprak sapına doğru artarak ilerler. Aşırı zararlanma görülen yapraklar tamamen kuruyarak kopabilir ve yaprak dökümü görülür (Zelm, 2020; Yurtseven, 2024). Özellikle süs bitkileri yetiştiriciliğinde şebeke sularının kullanılması durumunda klor içeriği önem taşımaktadır.

Tuzların bitki büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra süs bitkilerinin önemli bir işlevi olan estetik değer üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır. Sonuç olarak yapraklarda renk değişikliği, kloroz, nekrotik alanlar, yaprak uç dönmesi, deformasyon, solma, ve dökülme dekoratif değer üzerindeki etkileri nedeniyle ayrı önem taşımaktadır. Süs bitkileri tuza dayanımları bakımından; yüksek dayanıklı, dayanıklı, orta derecede hassas ve hassas olmak üzere dört grup altında toplanmıştır (Çizelge 2) Süs bitkileri genellikle orta derecede hassas ve hassas grupta yer almaktadır (Cassaniti ve ark., 2012).

**Çizelge 2.** Süs bitkilerinin tuzlu su ve toprak koşullarında tuza dayanımları.

Dayanım Derecesi	Tuzluluk	
	Su	Toprak
Yüksek dayanıklı	Bitkiler 600 mg.L <sup>-1</sup> sodyum ve 900 mg.L <sup>-1</sup> klorür içeren suyla sulandığında belirgin bir tuz stresi belirtisi gözlenmez	Kabul edilebilir toprak elektrik iletkenliği (EC) 6 dS.m <sup>-1</sup> 'den büyüktür. Toprak tuzluluğu bu seviyeyi aşsa bile herhangi bir tuz stresi belirtisi gözlenmeyebilir.
Dayanıklı	Bitkiler 200 mg.L <sup>-1</sup> sodyum ve 400 mg.L <sup>-1</sup> klorür içeren su ile sulandığında belirgin bir tuz stresi belirtisi gözlenmez	Elektriksel iletkenlik 4-6 dS.m <sup>-1</sup> arasında tuz stresi belirtisi gözlenmez
Orta derecede hassas	Bitkiler 200 mg.L <sup>-1</sup> sodyum ve 400 mg.L <sup>-1</sup> klorür içeren su ile sulandığında yaprakların %10 veya daha azında tuz stresi semptomları gözlenebilir.	Elektriksel iletkenlik 2-4 dS.m <sup>-1</sup> arasında yıkama önlemleri alınması gerekir.
Hassas	Bitkiler 200 mg.L <sup>-1</sup> sodyum ve 400 mg.L <sup>-1</sup> klorür içeren su ile sulandığında yaprakların % 20'sinde veya daha fazlasında tuz stresi semptomları gözlenebilir.	Elektriksel iletkenlik sınırı 2 dSm <sup>-1</sup> 'den azdır ve bu kategorideki bitkiler toprak tuzluluğuna karşı çok hassastır

Bazı süs bitkilerinin tolerans düzeyleri farklı kaynaklarda listelenmiştir. Burada örneğin <3 dS m<sup>-1</sup> den daha az düzeydeki tuzluluk toleransına sahip *Rosa sp*, *Nandina domestica*, *Photinia fraseri*, *Sophora japonica*, *Chilopsis linearis*, *Sabal palmetto* türleri dikkat çekmektedir. Buna karşın >10 dS m<sup>-1</sup> den daha fazla tuzluluğa dayanıklı olan *Allenrolfea*

*occidentals*, *Prosopis pubescens*, *Muhlenbergia asperifolia* türleri listede yer almaktadır. (Miyamoto, 2004; Ayers ve Wescot, 1985).

Tuzlu koşullarda büyüme, bitki besinleri ile tuzlu iyonlar arasındaki antagonizma nedeniyle beslenme dengesizliğine, stomatal sınırlamalar yoluyla fotosentetik kapasitenin azalmasına, dolayısıyla yapraklarda olumsuz etkilere neden olmaktadır. Süs bitkileri özelinde bu durum; bitkinin görünümündeki estetik problemler nedeniyle pazarlanabilirliğini kısıtlamaktadır (Garcia ve Lao 2018). Tuzluluğa verilen tepkiler süs bitkileri arasında olduğu gibi, aynı zamanda bir bitkinin farklı organları arasında da değişiklik göstermektedir. Ozmotik dengenin bozulmasına bağlı olarak, stomatal iletkenlik, terleme, fotosentez, klorofil içeriği ve kök ile yaprak aktivitelerinde bazı fizyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Sonuç olarak, süs bitkilerinde önemli olan; renk, boyut, sap kalınlığı ve uzunluğu gibi kalite parametrelerinde ve verimde azalma gözlemlenebilmektedir (Küçükahmetler, 2002). Davoudi ve Bayat (2024) yaptıkları çalışmada tuzluluk koşullarında, test edilen tüm süs bitkilerinde, tohum çimlenme yüzdesinin ve hızının azaldığını tuzluluk seviyesinin artmasıyla da bu düşüş arttığını belirtmişlerdir.

Saksı toprağında tuzlulaşma süreci; kullanılan suyun elektriksel iletkenlik değeri, yıkama suyu ve drenaj ile doğrudan ilgilidir. Sularda EC değeri 0-250 micromhos/cm olan sular her bitki ve toprak koşulunda elverişli iken, 250-750 micromhos/cm arasında sularda tuza hassas süs bitkilerinde yıkanmaya önem verilmelidir. Bunun dışında her bir iyonunda sınır değerlerini aşmaması istenir. Yıkama suyu ihtiyacı, toprak tuzluluğunu bitki kök bölgesi derinliğinde belirli bir düzeyde tutmak için sulama suyuna ek olarak verilen su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Yıkama ihtiyacı, sulama suyunun tuz konsantrasyonuna ve bitki gelişmesi ile ilgili olarak toprak suyunda izin verilecek en yüksek tuz konsantrasyonuna bağlıdır. Yıkamanın zamanı, bitkinin tuza dayanımı göz önüne alındığında eğer dayanım sınırları açısından bir sorun olacağına inanılmadığı sürece, önemli olmayacaktır. Ancak bu yıkama nisbeten önemsizdir olarak algılanmamalıdır. Yıkama gereksinimi, fazla tuz birikimini önlemede yeterli olmalıdır. Yıkama uygulamaları her sulamada, alternatif sulamalar sırasında ya da daha seyrek olmak üzere yıllık ya da daha uzun aralıkta, verim yeteri kadar azalmadan tuzluluğu eşik değerinin altında tutmak için yapılabilir (Ayyıldız, 1993).

Saksılarda drenaj için bırakılan açıklıklar serbest drenaj koşullarında tarla kapasitesi üzerinde suyun tahliyesine olanak verecek yeterlilikte olmalıdır. Böylece yıkama amaçlı verilen ilave su her uygulamada bir miktar tuzu bünyesine alarak drenaj yoluyla topraktan uzaklaştırılacaktır. Drenaj sistemlerinin planlanmasında kapasite hesapları yanı sıra etkin bir

drenaj için drenlerin izlenmesi bakım ve onarımlarının yapılması son derece önemli bir konudur. Tıkanan drenlerin tespiti ve açılması için yeni sonar ve hidrolik teknolojilerin kullanımı artmaktadır. Benzer şekilde süs bitkileri yetiştiriciliğinde drenlerin aktif çalışabilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. İlk tesiste dren açıklıkları uygun büyüklükte zarf malzemesi ile kapatılmalıdır. Böylece dren açıklıklarının kil, bitki atıkları ve köklerden zarar görmesi engellenmelidir (Ünlükara ve ark., 2008; Boyacı ve ark., 2023; Doğan Demir ve Demir, 2024).

#### **4. Toprak Reaksiyonu (pH)**

Toprak reaksiyonu (pH), sayısız toprak özelliklerinin bir göstergesi olup, toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen önemli özelliklerden birisidir. Herhangi bir toprağın bitki gelişme ortamı olarak uygun olup olmaması ve mikroorganizma faaliyetlerine uygunluğu, o toprağın asit, nötr ya da alkaline karakterde olup olmamasıyla ilişkilidir (Karaman ve ark., 2007). Toprak pH'sının bitki yetiştirme ortamındaki en önemli etkisi bitkiler için gerekli olan besin elementlerin yarayışlılığı ve yine bu ortamda meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların oluşum süreçleridir (Alam ve ark., 1999). Çoğu mineral besin maddesi, toprak pH'ı nötre yakın olduğunda (pH = 6.5-7.5) bitkiler tarafından kolayca alınabildiğinden, bu tür nötr topraklarda tür zenginliği yüksektir ve birçok bitki türü için optimum yetiştirme ortamı özelliği taşır. Ancak hem asidik hem de alkali topraklarda bitki çeşitliliği azalır (Gould ve Walker 1999; Pausas ve Austin 2001 ). Bugüne kadar yapılmış olan araştırmalar, tür çeşitliliğinin çoğu asidik toprakta düşük olduğunu göstermiştir (Dupré ve ark., 2002), bunun nedeni düşük pH'da, temel besin maddeleri (Ca, Mg, K, PO<sub>4</sub> ve Mo gibi) bitkiler tarafından alınamayan formlarda bulunur ve bu da besin eksikliğine neden olur (Larcher, 2003). Dahası düşük pH'da nitrat bakterilerinin daha yüksek hassasiyeti nedeniyle nitrifikasyon önemli ölçüde yavaşlar ve nitritin oksidasyonundan daha hızlı amonyak oksidasyon oranları görülür. Bu durum, asidik toprakta bitkiler ve mikroorganizmalar için toksik olabilen nitritin birikmesine neden olur (Shen ve ark., 2003). Araştırmacılar güçlü asidik topraklarda, belirli iyonların (Al<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>) bitkilerin çoğunluğu için toksik seviyelere yükseldiğini bildirmiştir (Foy 1992; Silva 2012). Buna ek olarak, asidik topraklar yüksek kation değişim kapasitesine sahip olabileceğinden ve besin maddelerinin yıkanmasını teşvik ederek bitki büyümesi için elverişsiz yetiştirme ortamlarının oluşmasına olanak sağlar (Johnson, 2002). Yüksek pH'daki alkali topraklar ise bitki büyümesi için yine elverişsiz olma eğilimindedir; bu topraklarda demir, manganez ve fosfat eksikliği (Marschner 1995; Tyler 1999) bitki büyümesi için elverişsiz bir koşul yaratır. Marschner (1995), alkali topraklarda borun fitotoksik konsantrasyonlara yükselebileceğini öne sürmektedir. pH arttıkça çözültideki alüminyum, demir ve manganez

çökerek miktarları gittikçe azalır. Bu durum bitki besin elementi noksanlığı ve toprak fizikokimyasal özelliklerinin bozulmasıyla sonuçlanır (Ergene, 1995). Benzer durum çinko ve bakır besin elementleri içinde geçerli olup artan pH ile birlikte bitki yarayışılık düzeyleri azalır. Yüksek pH (8-8.5) derecelerinde de çözünmez durumda kompleks kalsiyum fosfatlar meydana gelir. Bitkilerin bunlardan faydalanması azalır. Fazlaca değişebilir Ca veya  $\text{CaCO}_3$  içeren alkali topraklarda faydalı fosfatlar bunlarla çeşitli reaksiyona girerek, çözünmez trikalsiyum fosfat'a dönüşür (Korkmaz ve İbrikçi, 2010).

Saksı topraklarında; sulama, gübreleme ve tarımsal ilaçlama gibi faaliyetlerin pH'nın değişimine neden olabilecek başlıca faktörlerdir. Yine saksı topraklarında yüksek oranda bulunan organik maddenin ayrışması ile ortaya çıkan organik asitler pH ın düşmesine neden olur. Yeterince ayrışmamış torfların kullanımı durumunda toprak hava içeriğinin olumsuz etkilenmesi yanı sıra toprak pH dengesi de bozulma gösterecektir. Aşırı sulama nedeniyle bazik katyonların topraktan uzaklaşması ile beraber yetiştirme ortamındaki hidrojen iyonları konsantrasyonu artar. Bu durum topraklarda pH'nın düşmesi ve asitleşme ile sonuçlanır (Slessarev ve ark., 2016).

Bununla birlikte asit karakterli maddelerin (gübre ilaç) toprağa uygulanması toprak pH'sının düşmesine neden olur. Asidik topraklarda pH'nın yükseltilmesi için günümüzde en fazla uygulanan yöntem değişim kompleksindeki hidrojenin kalsiyum iyonu ile yer değiştirmesidir. Bunun için kireçleme yöntemi toprak pH'sının stabilizasyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır (Fernández ve Hoef, 2009). Günümüzde kireçleme ile birlikte toprağa uygulanan bazı düzenleyici maddeler (poliakrilamid, zeolit, biyoatık) besin elementlerinin yarayışılığını attırmaktadır (Yakupoğlu ve ark., 2010). Gübreleme, katkı maddesi veya çeşitli atıkların uygulanmasıyla topraklarda biriken bazik katyonların kolloid yüzeylerinde ve toprak çözeltisindeki konsantrasyonu artar. Bazik katyonlar, kolloidlerdeki  $\text{H}^+$  iyonları yer değiştiklerinde  $\text{OH}^-$  iyonu oluşturur. Artan  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$  iyonlarında azalmaya neden olur. Bu durum topraklarda pH'nın artmasına neden olur. Alkali toprakların genellikle verimsiz olmasının ana nedeni özellikle fosfor ve mikro besin maddelerinin (Fe, Cu, Zn, Mn) diğer elementlerle çözünmez bileşikler oluşturarak hareketsiz hale gelmesi ve ya çökmesidir (Akalan, 1987). Alkali toprakların ıslahında kükürt maddesi topraklara uygulanmaktadır. Özellikle kükürt katkılı gübreler alkali toprakların ıslahında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Toprak pH'sının süs ve peyzaj bitkilerinin üzerine olan etkilerini konu alan sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Daniel (2018) çalışmasında toprak pH'sının süs bitkilerinin besin elementi alımını etkilediğini ve en uygun pH aralığının ise 6.5-7.5 olduğunu ileri sürmüştür.

Benzer ifade Kelly ve Crouse (2016), tarafından yayınlanan bir raporda da vurgulanmıştır. Araştırmacılar çoğu süs bitkisinin 6.0-7.0 pH aralığında optimum bir gelişme gösterdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte aşırı sulama ve gübreleme nedeniyle pH'nın değişebildiğini vurgulanmıştır. Çalışmada Amonyum sülfat ve Alüminyum sülfat gübresinin pH'nın hızlı yükselmesine neden olduğu kireç ve dolomit uygulamalarının ise pH'nın yavaş azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Deepika, ve Haritash (2023) çalışmalarında süs bitkilerinin Cd birikim kapasitesini etkileyen ana çevresel faktörün toprak pH'ı olduğunu tespit etmiştir. Bu nedenle, pH'nın fitoremediasyon sürecinde dikkate alınması gereken önemli faktör olduğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar alt grup meta-analizinin sonuçlarına dayanarak, süs bitkileri tarafından Cd birikiminin toprak pH'ı, SOM ve toprak CEC ile negatif korelasyonlu olduğunu bulmuşlardır. Symonds ve ark., (2001) çalışmalarında 35 farklı okaliptüs türünün 5.1-8.9 pH aralığındaki büyüme göstergelerini araştırmıştır. Çalışmada türlerin asidik koşullarda alkali koşullara göre daha iyi bir büyümenin görüldüğü rapor edilmiştir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Saksı ortamında yapılan süs bitkileri yetiştiriciliğinde gerek bitki gelişimi gerekse estetik açıdan sağlıklı bir yetiştiricilik için toprak temel unsurdur. Bu konuda öncelik yetiştiricilik başlangıcında kullanılacak toprağın iyi seçilmesidir. Bu amaçla kullanılan bitkisel materyallerin iyice ayrılmış olması, yeterince havadar, su tutma kapasitesi yüksek ve bitki besin elementi içeriği belirlenmiş olması tercih edilmelidir. Yetiştiricilik süresince meydana gelen sorunların önemli bir bölümü buharlaşma-sulama-drenaj döngüsünde yer almaktadır. Yeterli toprak hava miktarı ve toprak hava kalitesi sağlanması yanı sıra tuzluluk ve pH dengesizliklerinin oluşmaması için iyi bir sulama yönetimi uygulanmalıdır. Uçar ve ark., (2017) ve Uçar ve ark., (2017) benzer şekilde uygulanacak su miktarının ve sulama aralığının gül ve karanfil bitkisinde verim ve kalite parametrelerine etkili olduğunu; bu etkinin azot uygulama değişimlerine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. İyi bir sulama yönetiminin yanısıra drenaj etkinliğinde süreklilik sağlanarak destek verilmelidir. Bu süreçte toprak verimlilik ve tuzluluk analizlerinin yapılması çözüm için öncelik taşımaktadır. Özellikle toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen pH dengesinin sağlanması için sulama ve gübreleme uygulamalarının olumsuz etkileri dikkate alınmalıdır. Gerekli durumlarda düzenleyici olarak kireçleme ve diğer ıslah uygulamaları yapılmalıdır. Sonuç olarak saksı toprağı verimliliğinin devamı ve olumsuz koşulların önlenmesi için; başlangıçta uygun bir toprak hazırlığı, devamında gözlem ve planlı gübreleme, sulama-drenaj uygulamaları ve son olarak ise ihtiyaca göre ıslah maddelerinin kullanılması çözüm olacaktır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulmuştur.



## Kaynaklar

- Akalan, İ. (1987). Toprak Bilgisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders notları:1086, Ankara
- Alam, S. M., Naqvi, S. S. M., & Ansari, R. (1999). Impact of soil pH on nutrient uptake by crop plants. Handbook of plant and crop stress, 2, 51-60.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. E. W. (1985). Water. Quality for Agriculture, FAO.
- Ayyıldız M. (1993). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları:1196, Ankara.
- Blum, W. E., Schad, P., & Nortcliff, S. (2017). Essentials of Soil Science: soil formation, functions, use and classification (World Reference Base, WRB). Gebr. Borntraeger Science Publishers.
- Boyacı, S., Ertugrul, O., Ertuğrul, G. Ö., & Gökalp, D. D. (2023). Kırşehir ilinde seralarda kullanılan sulama sularının kalite parametrelerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26(5), 1178-1185.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2002). The nature and properties of soils. 13th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. Miller ve Gardiner.
- Braschi, I., Ciavatta, C., Giovannini, C., & Gessa, C. E. (2003). Combined effect of water and organic matter on phosphorus availability in calcareous soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 67, 67-74.
- Carvalho, I., Brito, A., Matos, K., & Jesus, M. (2019). Actual and relative soil air permeability as soil physical quality index. Journal of Agricultural Science. 11. 1. 10.5539/jas.v11n14p1.
- Cassaniti, C., Romano, D., Flowers, T. (2012). The response of ornamental plants to saline irrigation water. 10.5772/31787.
- Daniel, K. (2018). Common Abiotic Problems of Ornamentals: Soil pH Effects on Fertility. Purdue Landscape Report. 18-(14).
- Davoudi, M., & Bayat, H. (2024). Salinity tolerance of five ornamental species from the Asteraceae family in seed germination and early seedling growth stages. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 7(Issue 1), 31-44. doi: 10.22077/jhpr.2024.6778.1332
- Deepika, & Haritash, A. K. (2023). Cadmium uptake from soil by ornamental metallophytes: a meta-analytical approach. Environmental Management, 71(5), 1087-1097.
- Demir, Y., & Demir, A. D. (2021). Türkiye’de organik tarım ve agro-ekolojik gelişmeler. Cahpter 18-Organik tarım uygulamalarında toprak ve su yönetimi. Publisher: Iksad Publications.

- Demir A. D., & Demir, Y. (2024). Ziraat Alanında Yapılmış Bazı Bilimsel Araştırmalar. Chapter 4 Büyük Sulama Projelerinde Toprak Tuzluluğu Sorunu: GAP Bölgesi Örneği. Publisher: Gece Publications. pp 93-110.
- Dupré, C., Wessberg, C., & Diekmann, M. (2002). Species richness in deciduous forests: effects of species pools and environmental variables. *J Veg Sci* 13(4):505–516.
- Ergene, A. (1982). Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Yayın, 289.
- Ergene, A. (1995). Toprak Biliminin Esasları (Genişletilmiş 5. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayın, (586).
- Fernández, F. G., & Hoef, R. G. (2009). Managing soil pH and crop nutrients. *Illinois Agronomy Handbook*, 24, 91-112.
- Foth, H. D. (1991). *Fundamentals of soil science* (No. Ed. 8, pp. xv+-360).
- Garcia-Caparrós, P., & Lao, M. T. (2018). The effects of salt stress on ornamental plants and integrative cultivation practices. *Scientia horticultrae*, 240, 430-439.
- Gould, W. A., & Walker, M. D. (1999). Plant communities and landscape diversity along a Canadian Arctic River. *J Veg Sci* 10:537–548.
- Hasanuzzaman, M., & Fujita, M. (2022). Plant responses and tolerance to salt stress: physiological and molecular interventions. *International Journal of Molecular Sciences*. 23. 4810. 10.3390/ijms23094810.
- Isayenkova, S. V. (2012). Physiological and molecular aspects of salt stress in plants. *Cytology and Genetics*, 46(5): 302-318.
- Johnson, C. (2002). Cation exchange properties of acid forest soils of the northeastern USA. *Eur J Soil Sci* 53:271–282
- Karaman, M. R., Brohi, A. R., Müftüoğlu, N. M., Öztaş, T., & Zengin, M. (2007). Sürdürülebilir toprak verimliliği. *Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları*, 1, 159-161.
- Kelly, S. L., Crouse, K. (2016). *Soil pH for Landscape Plants*. Soil pH for Landscape Plants. Publication 2571 (POD-02-16)
- Korkmaz, K., İbrikçi, H. (2010). Kireçli topraklarda fosfor dinamiğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 44-52.
- Küçükahmetler, O. (2002). "The effects of salinity on yield and quality of ornamental plants and cut flowers". ed. U. Aksoy vd., *Proceedings of the International Symposium on Techniques to Control Salination for Horticultural Productivity*, 573, 407-414.
- Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Springer, Berlin

- Le Mer, J., & Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission, and consumption of methane by soils: A review. *European Journal of Soil Biology*, 37(1), 25-50.
- Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd edn. Academic Press, Boston
- Miller, R. W., & Gardiner., D. T. (1998). Soil in our environment. 8th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Miyamoto, S., Martinez, I., Padilla, M., Portillo, A., & Ornelas, D. (2004). Landscape plant lists for salt tolerance assessment. USDI Bureau of Reclamation, Texas Agricultural ExperimentStation, El Paso.
- Munns, R. (2011). Plant adaptations to salt and water stress: Differences and commonalities. *Adv. Bot. Res.*,57, 1–32.
- Munns, R., &Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rev. Plant Biol.*, 59, 651–681.
- Pausas, J. G., & Austin, M. P. (2001). Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. *J Veg Sci* 12:153–166.
- Pego, R. G., Fiorini, C. V. A., Machado, A. F. L., &Gomes, M. V. S. (2019)Vigor of zinnia seedlings produced in alternative substrate in trays with different cell size, *Ornamental Horticulture*. 25(4), 417-424
- Roig, A., Lax, A., Cegarra, J. Costa, F., & Hernandez. M. T. (1988). Cation exchange capacity as a parameter for measuring the humification degree of manures. *Soil Sci*.146 (5):311-316.
- Santos, M. A., Reis, N. C., & Silva, J. F. (2012). Hydrogen sulfide: Environmental impacts and remediation techniques. *Environmental Engineering Science*, 29(5), 343-349.
- Singh, V. K., Singh, Y., & Kumar, P. (2012). Diseases of ornamental plants and their management. Eco-friendly innovative approaches in plant disease management, 543-572.
- Shen, J. B., Yuan, L. X., Zhang, J. L., Li, H. G., Bai, Z. H., Chen, X. P., Zhang, W. F. & Zhang, F. S. (2011). Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. *Plant Physiology*, 156, 997-1005.
- Slessarev, E. W., Lin, Y., Bingham, N. L., Johnson, J. E., Dai, Y., Schimel, J. P., & Chadwick, O. A. (2016). Water balance creates a threshold in soil pH at the global scale. *Nature*, 540(7634), 567-569.
- Symonds, W. L., Campbell, L. C., & Clemens, J. (2001). Response of ornamental Eucalyptus from acidic and alkaline habitats to potting medium pH. *Scientia Horticulturae*, 88(2), 121-131.
- Tyler, G. (1999). Plant distribution and soil-plant interactions on shallow soils. *Acta Phytogeogr Suec* 84:21–32

- Ucar, Y., Kazaz, S., Eraslan, F., & Baydar, H. (2017). Effects of different irrigation water and nitrogen levels on the water use, rose flower yield and oil yield of *Rosa damascena*. *Agricultural Water Management*, 182, 94-102.
- Ucar, Y., Kazaz, S., Askin, M. A., Aydinsakir, K., Kadayifci, A., & Senyigit, U. (2011). Determination of irrigation water amount and interval for carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) with pan evaporation method. *Hortscience*, 46(1), 102-107.
- Ünlükara, A., & Öztürk, Y. Ç. A. (2008). Farklı Yıkama Oranlarında Sulama Uygulamalarının Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris*) Gelişimine ve Besin Maddesi İçeriğine Etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2008(2), 51-60.
- Yakupoğlu, T., Öztürk, E., Özdemir, N., & Özkaptan, S. (2010). Asit topraklarda düzenleyici uygulamaları mısır bitkisi mikro element içeriğine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 100-105.
- Yurtseven, E. (2024). Toksikite problemleri ve giderilmesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders notu.
- Zelm., E., Zhang., Y., & Christa T. (2020). Salt tolerance mechanisms of plant . *Annu Rev. Plant Biol.* 2020. 71:403–33.
- Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., & Wang, P. (2021). Regulation of plant responses to salt stress. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 4609.