

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^{1,*},  Rezzan KASIM¹,  M. Ufuk KASIM¹

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		
Kesme gül	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)
Sümbülteber (<i>Polianthes tuberosa</i> L.)	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)
Alstroemeria (<i>Alstroemeria hybrida</i>)	Hasat öncesi	300 ppm SA	Yaprakların ve çiçeklerin yaşlanma hızını azaltarak, vazo ömrünü uzatmıştır	(Ershad Langroudi ve ark., 2020).
<i>Lisianthus</i> 'Blue Picote'	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		
Kesme gül	Pulsing	0,5; 1 ve 1,5 mM SA	Vazo ömrünü uzatmıştır	(Kazemi ve ark., 2017).
Gerbera	Hasat sonrası	1,5 mM SA	Yaşlanma ile ilgili değişimleri etkileyerek vazo ömrünü 12,41 güne çıkarmıştır	(Heidarneshadian ve ark., 2017)
Kesme gül 'Tacassi'	Hasat sonrası	0,01 mM SA	Pazarlanabilir çiçek oranını dolayısıyla vazo ömrünü arttırmıştır	(Cocetta ve Ferrante, 2018)
<i>Antigonon leptopus</i>	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).
kesme gül çeşidi 'Black Magic'e	Vazo çözeltisi	200 mg/L SA	Su alımını arttırmak suretiyle vazo ömrünü arttırmış, dolayısıyla yaşlanmayı geciktirmiştir	(Ghadimian ve Danaei, 2020).
Krizantem Reagent Sunny'	Vazo çözeltisi	100 ppm SA	Çiçeklerin taze kalma süresini teşvik etmiş ve böylece vazo ömrünü uzatmıştır	(Budiarto ve ark., 2022).
Karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) 'White Liberty'	Vazo çözeltisi	50 ve 100 mg/LC SA	Vazo ömrünü 22,3 gün ile belirgin bir şekilde arttırmıştır	(Dehestani-Ardakani ve ark., 2022).
<i>Antirrhinum majus</i> L.	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), α –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
Glayöl	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)
Antoryum çeşidi ‘Sirion’	Vazo çözeltisi --	Antioksidan enzimler olan SOD, CAT, APX ve GR’nin aktivitesini arttırmıştır	(Aghdam ve ark., 2016)
glayöl	Vazo çözeltisi, 150 mg/L SA	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	(Saeed ve ark., 2016)
Kesme gerbera (<i>Gerbera jamesonii</i>)	Vazo çözeltisi 100 mg/L SA	POD ve SOD enzim aktiviteleri yükselmiş, vazo ömrü uzamıştır.	(Mehdikhah ve ark., 2016)
Kesme gül	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)
Gerbera	150 μ M SA	Polifenol oksidaz aktivitesini inhibe etmiş, toplam fenolik bileşikler ve toplam flavonoidlerin birikimi ve enzimatik antioksidan seviyelerini arttırmıştır.	(Shabaniyan ve ark., 2019)
<i>Antirrhinum majus</i> L	2 Mm sa	Çiçek başaklarının süperoksit dismutaz, CAT ve askorbat peroksidaz aktivitelerini dolayısıyla antioksidan aktiviteyi arttırmıştır	(Farooq ve ark., 2022)
Karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) ‘White Liberty’	150 mg/L SA	Çiçeklerin CAT ve POD aktivitelerini önemli oranda arttırmıştır	(Dehestani-Ardakani ve ark., 2022)
<i>Consolida ajacis</i>	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
Gerbera	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)
Helianthus annuus L.	200 mg/L dereotu yağı + 200 ppm SA	Vazo çözeltisinde bakteri sayısını azaltmıştır	(Othman ve Esmail, 2020)
karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) 'White Liberty'	150 mg/L SA	Bakteri popülasyonu kontroldeki çiçeklerden %83 oranında daha düşük olmuştur	(Dehestani-Ardakani ve ark., 2022)
Alstroemeria	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