

Kayısının İlkbahar Geç Donlarına Toleransı Üzerine “Azospirillum brasilense” İzolatlarının Etkisi Gelişimine Etkisi

Özkan KAYA*¹, Salih KESKİN¹, Cafer KÖSE², Metin TURAN³

¹Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, 24060 Erzincan, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye

³Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, 34755, İstanbul, Türkiye

*kayaozkan25@hotmail.com (Sorumlu yazar)

Özet

Bu çalışmada *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübrenin üç farklı dozu (100lt suya 1000ppm, 100lt suya 3500ppm ve 100lt suya 6000ppm) Mihralibey kayısı çeşidinin dormant çiçek tomurcuklarına uygulanmış ve baharda diferansiyel termal analiz (DTA) yöntemi kullanılarak (pembe çiçek tomurcuk ve küçük meyve dönemi) örneklerin düşük sıcaklık ekzotermeleri (LTEs) tespit edilmiştir. Genel olarak uygulamalar içerisinde hem pembe çiçek dönemi hem de küçük meyve dönemi için en etkili gübre dozunun 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu /100Lt su gübre dozu olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ilkbahar geç donu riski olan bölgelerde 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu/100Lt su gübre dozu uygulamasının don riskini azaltabilmede faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ancak pratikte üreticilere daha güvenilir bilgiler sağlayabilmek adına *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübresinin farklı ekoloji, tür ve çeşitler üzerindeki etki mekanizmalarının araştırılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Mihralibey, kayısı, gübre, *Azospirillum brasilense*, ilkbahar geç donları.

Effect of “Azospirillum brasilense” Isolates on Apricot Late Frost Tolerance

Abstract

In this study, three different doses of microbial fertilizer containing *Azospirillum brasilense* isolate (1000ppm in 100lt water, 3500ppm in 100lt water and 6000ppm in 100lt water) were applied to the dormant flower buds of Mihralibey apricot cultivar. Low temperature exotherms (LTEs) of the samples were determined by using differential thermal analysis (DTA) method in spring (pink flower bud and small fruit period). In general, it has been noted that the most effective fertilizer dose for both the pink flower stage and the small fruit stage is 1000ppm *Azospirillum brasilense* isolate /100Lt water fertilizer dose. As a result, we are of the opinion that the application of 1000ppm *Azospirillum brasilense* isolate /100Lt water fertilizer dose in regions with the risk of late spring frost may be beneficial in reducing the risk of frost. However, we think that it is necessary to investigate the mechanisms of action of *Azospirillum brasilense* isolate fertilizer on different ecology, species and varieties in the future in order to provide more reliable information to producers in practice.

Keywords: Mihralibey, apricot, fertilizer, *Azospirillum brasilense*, late spring frosts

Giriş

Son yıllarda etkisini yoğun bir şekilde hissettiren küresel iklim değişikliği ve onun neden olduğu düşük kış sıcaklıkları ve ilkbahar geç donları kayısı tarımında verim ve kalite kayıplarına yol açmakla kalmayıp, yetiştiriciliği tehdit edici bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Kaya ve Kose; 2019; Kaya vd., 2021a). Özellikle ilkbahar geç donları ülkenin farklı bölgelerinde hemen hemen her yıl meydana gelerek kayısı rekoltesinin tahmin edilememesi, düşük meyve kalitesi, verim kayıpları, fiyat istikrarsızlığı ve pazarlama gibi ciddi sorunlara neden olabilmekte ve diğer ülkelerin de (Özbekistan, Tacikistan ve Orta Asya ülkeleri) ülkemiz kayısı üretimi ile rekabet edebilme ihtimalini artırabilmektedir (Kaya vd., 2018). Bu durum, ülkemizin dünya kayısı piyasasındaki yerini kaybetme riskini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Öte yandan son zamanlarda Akdeniz

iklim özelliği gösteren ülkelerde de meydana gelen ani sıcaklık dalgalanmaları kayısılarda ilkbahar geç donlarından kaynaklı önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Dolayısıyla son birkaç yıldır dünya genelinde ilaahçılar böylesi sıcaklık dalgalanmalarına karşı adapte olabilecek yeni bireylerin aramakta, dondan koruyucu çeşitli uygulamalar yapmakta ve farklı test metotları geliştirmektedir (Kaya vd., 2020; 2021b). Özellikle soğuk gecelerde olası donun zararlı etkisini azaltabilmek için havanın karıştırılması, ısıtıcı çalıştırma ve ot yakma gibi uygulamalar bu teknikler arasında sayılabilir (Kaya ve Kose, 2022). Bunun dışında bitkileri ilkbahar geç donlarının olumsuz etkisinden korumak için nanoselüloz, potasyum, kalsiyum, çinko gibi çeşitli kimyasal uygulamaların yapıldığı bilinmektedir (Alhamid vd., 2018; Donderalp ve Dursun, 2022; Kose ve Kaya, 2022).

Farklı gelişme dönemlerinde düşük sıcaklığa maruz kalan bitkilerde, değişik amaçlara yönelik olarak pek çok ölçüm tekniği kullanılmaktadır (Kaya vd., 2021c,d; Kaya ve Kose 2022). Kullanılan metotların farklı amaçlar için birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Bu yüzden, soğuğa dayanıklılığı hızlı, güvenilir ve doğru bir şekilde test etme metotlarına duyulan ihtiyaç, teknolojik ilerlemeler ve bilgi birikimi sayesinde Diferansiyel Termal Analiz (DTA) yönteminin gelişimini sağlamıştır. Dolayısıyla DTA analizleri sayesinde, *Malus*, *Prunus*, *Pyrus* ve *Vitis* cinsine giren pek çok odunsu meyve türünde farklı organ veya dokulardaki (göz, çiçek taslağı, sürgün taslağı, ksilem, floem) don zararı ile ilişkili oldukları bilinen (Quamme, 1983; Kaya vd., 2020) düşük sıcaklık eksoterm (Low temperature exotherms-LTE) değerlerinin belirlenmesi ile don zararının meydana geldiği sıcaklık değeri ve zarar düzeyi saptanabilmektedir. Kayısının da içerisinde yer aldığı bazı ılıman iklim meyve türlerinde yapılacak ıslah çalışmalarında DTA yönteminin kullanımını, soğuğa dayanıklı anaç, çeşit ve genotiplerin seçiminde önemli avantajlar sağlamaktadır (Quamme, 1991; Kaya vd., 2020). Ancak çeşitli kimyasal uygulamalar yapıldıktan sonra anaç, çeşit ve genotiplerin ilkbaharda çiçeklenme aşamaları için düşük sıcaklıklara toleranslar dereceleri yeterince açık bir şekilde belirlenmemiş ve bitkilerin dona toleransları hakkında çok az bilgi bulunması yanında DTA kullanımını ile dona toleransın saptanabilmesi de çok sınırlı sayıda kalmıştır. Bu yüzden çeşitli kimyasal uygulamalar yapıldıktan sonra yeni anaç, çeşit ve genotipler kullanılarak bu bilgilerin güncellenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda mevcut araştırma ile; Mihralibey kayısı çeşidi üzerine farklı dönemlerde uygulanan *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübrenin ilkbahar geç donlarına karşı gösterdiği etkinin DTA analiz metodu kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmanın materyalini Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü deneme parselinde bulunan tam verime yatmış ve 7x7 sıra arası ve sıra üzeri dikim mesafesine sahip 6 yaşındaki Mihralibey kayısı çeşidi oluşturmaktadır. Mihralibey kayısı çeşidi Eylül ayı ortasında olgunlaşan geççi bir kayısı çeşididir. Çalışma deneme tesadüf bloklar deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde planlanmış ve her tekerrürde 2 ağaca uygulama yapılmıştır. Denemede *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübrenin 3 farklı dozu (100lt suya 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu, 100lt suya 3500ppm *Azospirillum brasilense* izolatu ve 100lt suya 6000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu) kullanılmış ve uygulamalar kontrol (yalnızca

100 lt su uygulanmıştır) grubuyla karşılaştırılmıştır. *Azospirillum brasilense* izolatu uygulamaları için bitkinin dormant dönemi dikkate alınmış ve uygulamalar 2015 yılı için 16 Kasım ve 2016 yılı için ise 25 Şubat ve 14 Mart olacak şekilde üç farklı zamanda bitkinin toprak üstü aksamına püskürme yoluyla gerçekleştirilmiştir. *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübrenin Mihralibey kayısı çeşidinde ilkbahar geç donlarına karşı gösterdiği etkinin belirlenmesi için örnekler pembe çiçek (balon aşaması) ve küçük meyve (meyveler yaklaşık 3-5mm) dönemlerinde alınarak mümkün olan en kısa sürede laboratuvara götürülmüş ve DTA analizleri gerçekleştirilmiştir.

Yöntem

DTA test örneklerinin hazırlanması ve DTA testi

DTA test analizleri için her bir *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre uygulama dozunu temsil edecek şekilde tekerrürlere ait 25-30 cm boyundaki çeliklerden alınan meyve gözleri ve küçük meyveler Termo Elektrik Modüllere (TEM) yerleştirilmiştir. Bu bağlamda her bir gübre dozu çiçek gözleri ve küçük meyveler DTA testinde 9 tekerrürlü, her tekerrür için 9 TEM ve her bir TEM için ise 6 adet çiçek tomurcuğu ve küçük meyve kullanılmıştır. DTA test örneklerinin TEM'lere yerleştirilmesinin ardından ısı iletiminin artırılması için örneklerin üzerine köpüklü izolasyon pedleri yerleştirilmiş ve tabla kapakları kapatılıp testlere başlanmıştır. Örnekler standart metotta belirtildiği gibi +4 ° C'ye ayarlanmış programlanabilir test kabineye yerleştirilmiş ve 1 saat bu sıcaklıkta tutulduktan sonra teste ve veri kaydına başlanmıştır. Her bir analiz için örnekler Kaya vd. (2018)'da belirtilen yöntemle göre farklı sıcaklık segmentlerine programlanabilir test kabini sayesinde 4 ° C/h sıcaklık düşüş hızı ile test edilmiştir. Tüm örnek gruplarının DTA testi sırasında TEM'lerden elde edilen elektriksel akım çıkışları anlık olarak bilgisayara kaydedilecek ve her TEM tablasında bulunan bir termokapıl aracılığıyla kaydedilen sıcaklık değeri sayesinde ekzoterm sıcaklıkları belirlenmiştir. Çalışmada ilkbahar geç donları için test edilen meyve tomurcuqları ve küçük meyveler için DTA test bitiş sıcaklığı -24°C olacak şekilde ayarlanmıştır.

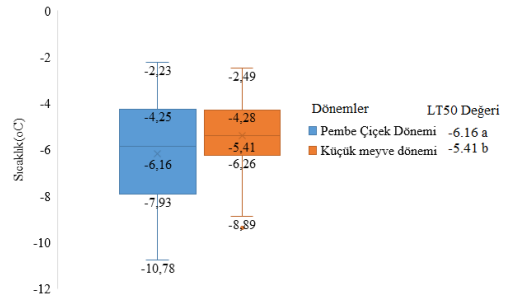
Verilerin İstatistiksel Analizi

Bu çalışmada *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübrenin uygulama dozlarına ait çiçek tomurcuğu ve küçük meyvelerden elde edilen ekzoterm sıcaklıkları verileri varyans analizine tabi tutulmuş ve dozlar arasındaki farklılık (LSD), Duncan Çoklu Karşılaştırma yöntemiyle test edilmiştir. Değerlendirilen sonuçlarda istatistik önemlilik (anlamlılık) düzeyi %5 olarak dikkate alınmıştır. Verilerin istatistiksel analizinde SPSS

(ver:25) paket programı ile gerçekleştirilmiştir (SPSS, verison 25; SPSS Inc., Chicago,IL,USA).

Bulgular ve Tartışma

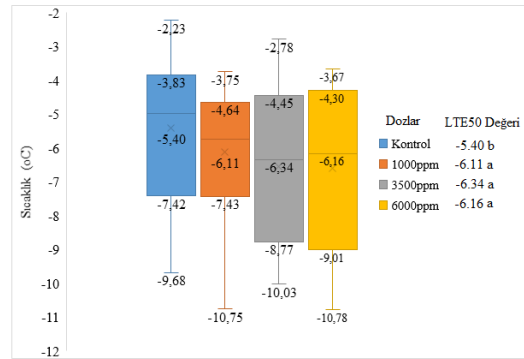
Azospirillum brasilense izolatı içeren mikrobiyal gübre uygulama dozlarına ait çiçek tomurcuğu ve küçük meyvelerden elde edilen ekzoterm sıcaklıkları (LT₅₀ değerleri) verileri incelendiğinde her iki dönem arasında önemli farklılıkların ($p \leq 0.05$) olduğu görülebilir. Pembe çiçek dönemine ait LT₅₀ değerleri (-6.16°C) küçük meyvelere ait LT₅₀ değerleri (-5.41°C) ile karşılaştırıldığında 0.75°C daha düşük sıcaklıklarda meydana gelmiştir. Benzer durum her iki dönem için elde edilen LT₁₀ ve LT₇₅ değerleri içinde geçerli olup bu değerler pembe çiçek döneminde daha düşük sıcaklıklarda tespit edilmiştir. Öte yandan DTA sonuçlarına göre popülasyon içerisindeki tomurcuk ölümlerinin maksimum ve minimum LTE değerleri pembe çiçek dönemi için sırasıyla -2.33 ile -10.78 değerleri arasında, küçük meyveler için ise -2.49 ile -8.39 arasında tespit edilmiştir (Şekil 1). Bu sonuçlarımızı doğrulayan önceki çalışmalar tomurcukta fenolojik evrelerin ilerlemesi ile soğuğa toleransın azaldığını rapor etmiştir (Kaya vd., 2018;2020; Kaya ve Kose 2019). Nitekim Kaya vd., (2018) Hasanbey, Şalak, Erzincan Tokaloğlu, Mihralibey, Hacihaliloğlu, Roksana ve Şekerpere kayısı çeşitlerinde fenolojinin ilerlemesi ile dona toleransta kademeli bir azalışın olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde farklı kayısı çeşitlerinde tomurcuk kabarması, balon aşaması ve tam çiçeklenme fenolojik evrelerinde LT₁₀ değerlerinin sırasıyla -4.9, -4.3 ve -2.9°C'de meydana geldiği rapor edilmiştir (Proebsting ve Mills 1978). Diğer yandan pembe çiçek dönemi dikkate alındığında, *Azospirillum brasilense* izolatı içeren mikrobiyal gübre uygulamasına ait dozlar ile kontrol grubunun tomurcuk LT₅₀ değerleri arasında önemli farklar ($p \leq 0.05$) gözlemlenmiştir. Uygulanan üç farklı gübre dozu (1000, 3500 ve 6000ppm *Azospirillum brasilense* izolatı içeren mikrobiyal gübre /100Lt su) için LT₅₀ değerleri arasında önemli bir fark yokken bu değerler sırasıyla -6.11, -6.34 ve -6.16°C sıcaklıklarda tespit edilmiştir. Ancak her bir gübre dozu kontrol grubu örneklerinin LT₅₀ değerlerine göre yaklaşık 1°C'lik bir don toleransı sağlamıştır. Bu durum uygulan gübre dozları örneklerinin LT₁₀ ve LT₇₅ değerleri ile kontrol grubu örnekleri karşılaştırılmasında da gözlemlenmiştir. Her ne kadar gübre dozları arasında önemli bir farklılık görünmüyor olsa da kutu-bıyık grafikleri incelendiğinde popülasyon içinde tomurcukların LT değerlerinin birbirine daha yakın olması veya LT değerlerinin daha stabil olması nedeniyle 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatı içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozunun daha etkili olduğunu söylenebilir (Şekil 2).



Şekil 1. Mihralibey kayısı çeşidinde fenolojik dönemlere göre LTE değerleri

Figure 1. LTE values according to phenological stages in Mihralibey apricot variety

Pembe çiçek döneminde 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatı içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu uygulaması dona toleransın iyileştirilmesi bakımından üretici maliyetlerini düşüreceği için sonuçların olumlu olduğunu düşünebiliriz. Ancak *Azospirillum brasilense* izolatı içeren mikrobiyal gübrenin bitkilerde don toleransı üzerine nasıl bir etki mekanizmasını tetiklediği ile ilgili daha önce yayınlanmış bir araştırma makalesi olmadığı için sonuçlarımızı literatür ile karşılaştırmak oldukça zor görünmektedir. Bununla birlikte *Azospirillum brasilense* izolatı içeren mikrobiyal gübre doğal bir *Azospirillum brasilense* izolatı olan bitki gelişimini artıran kök bakterileri (PGPR) içermektedir ve bu bakterinin buğday ve arpa yapraklarında don toleransını iyileştirdiği bildirilmiştir (Turan vd., 2013).



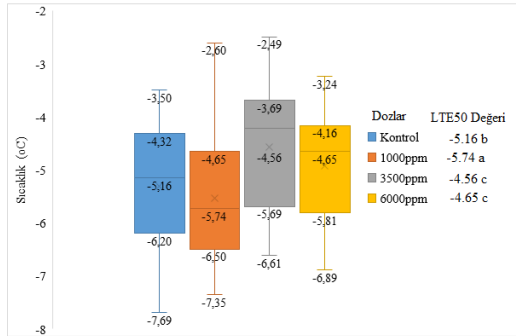
Şekil 2. Mihralibey kayısı çeşidinde pembe çiçek döneminde uygulan *Azospirillum brasilense* izolatı içeren mikrobiyal gübre dozlarına göre çiçek tomurcuklarının LTE değerleri

Figure 2. LTE values of flower buds in Mihralibey apricot variety according to microbial fertilizer containing *Azospirillum brasilense* isolate applied during pink flower stage

Nitekim araştırmacılar Bor ve *Azospirillum brasilense* izolatı kombinasyonunun arpa ve buğday yapraklarında soğuk stresi şartlarında reaktif

oksijen türevlerinin (ROS) zararlı etkilerini antioksidan maddeleri (SOD, POD, CAT) hücrese düzeyde artırarak ortadan kaldırdığını rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar neden *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübrenin pembe çiçek döneminde tomurcukların don toleransının kontrol örneklerinden yüksek olduğunu açıklar niteliktedir.

Meyve türlerinin soğuğa toleransı açısından en hassas dönemin küçük meyve dönemi olduğu birçok yazar tarafından vurgulanmıştır (Proebsting ve Mills, 1978; Quamme, 1991; Kaya vd., 2018; 2020). Çalışmamızda küçük meyve döneminde uygulanan *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübrenin farklı dozları arasında önemli farklar ($p \leq 0.05$) belirlenmiştir. Kontrol (-5.16°C) ve diğer gübre dozlarının LT₅₀ değerleri ile karşılaştırıldığında en etkili gübre dozunun 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu (-5.74°C) uygulamasının olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte 3500 (-4.56°C) ve 6000ppm (-4.65°C) *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu uygulamaları benzer bir eğilim gösterirken, bu gübre dozları kontrol grubu örneklerine göre daha düşük sıcaklıklarda LT₅₀ değerleri sergilemişlerdir. Ancak popülasyonun tüm LT değerleri dikkate alındığında 3500 ve 6000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu uygulamaları hem kontrol hem de 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu örneklerinden daha yüksek sıcaklıklarda pik göstermişlerdir.



Şekil 3. Mihralibey kayısı çeşidinde küçük meyve döneminde uygulanan *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre dozlarına göre meyvelerin LTE değerleri

Figure 3. LTE values of fruits in Mihralibey apricot variety according to microbial fertilizer containing *Azospirillum brasilense* isolate applied in small fruit stage

Bir başka deyişle popülasyonun genel LT değerleri göz önüne alındığında bu iki gübre dozu uygulaması küçük meyve döneminde negatif etki yapmış ve meyvelerin don toleransını azaltmıştır diyebiliriz.

Bu durumun altında yatan fizyolojik sebebi şu anki bilgilerimizle açıklamak oldukça zor görünse de 3500 ve 6000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu uygulamalarının optimum doz seviyesini aştığı varsayımını düşünebiliriz ve dolayısıyla bu gübre dozlarının küçük meyve döneminde hücrelerde buz çekirdeklerinin hızlanmasına neden olduğu varsayabiliriz. Zira yapılan çalışmalarda bitki bünyesinde optimum düzeyde gübre dozu uygulamasının antioksidan sistemleri aktif hale getirerek stres şartlarında bitkileri önemli ölçüde koruduğu, aksine bitki bünyesinde yüksek ve düşük gübre konsantrasyonlarının ise stres koşullarında ROS bileşenlerini önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir (Donderalp ve Dursun, 2022). Bu bağlamda küçük meyve döneminde düşük sıcaklık şartlarına karşı koruma sağlamak için dışardan uygulanan 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu diğer gübre dozu uygulamaları ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda LTE değerleri gösterdiğinden mevcut gübre dozunun hem ROS'ları azaltmış hem de optimum *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre konsantrasyon dozu olduğu düşünülebilir.

Sonuç ve Öneriler

Mevcut çalışma ile Erzincan ilinde Mihralibey kayısı çeşidi üzerine farklı dormant dönemlerde uygulanan *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübresinin ilkbahar geç donlarına karşı gösterdiği etki DTA analiz metodu kullanılarak ortaya koyulmuştur. DTA testlerinden elde edilen LT₅₀ sonuçlarımız hem gübre dozları hem de pembe çiçek ve küçük meyve dönemleri arasında önemli farklar olduğunu göstermiş ve pembe çiçek döneminde yaklaşık 1°C'lik bir don hassasiyeti oluşmuştur. Genel olarak her iki test dönemi için gübre dozlarının LT₅₀ değerleri kontrol örneklerinin LT₅₀ değerleri ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda meydana gelmiştir. Sonuç olarak uygulamalar içerisinde yalnızca pembe çiçek dönemi değil aynı zamanda küçük meyve dönemi içinde en etkili gübre dozunun 1000ppm *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre/100Lt su gübre dozu olduğu sonucuna varılmıştır. Öte yandan bu çalışmanın paralelinde *Azospirillum brasilense* izolatu içeren mikrobiyal gübre dozlarının yapraktan, topraktan ve yaprak+toprak kombinasyonlarının birlikte farklı ekoloji, tür ve çeşitler üzerinde yapılarak yürütülmesinin üreticilere daha güvenilir öneriler sağlayabileceği kanaatini taşıyoruz.

Kaynaklar

Alhamid JO, Mo C, Zhang X, Wang P, Whiting MD, Zhang Q, 2018. Cellulose Nanocrystals Reduce Cold

- Damage to Reproductive Buds in Fruit Crops. *Biosystems Engineering* 172:124-133.
- Donderalp V, Dursun A, 2022. Improvement of Frost Tolerance in Tomato by Foliar Application of Potassium Sulphate. *Scientia Horticulturae* 295, 110868.
- Kaya O, 2020. Defoliation Alleviates Cold-induced Oxidative Damage in Dormant Buds of Grapevine by Up-regulating Soluble Carbohydrates and Decreasing ROS. *Acta Physiologica Plantarum* 42(106):106.
- Kaya O, Kose C, 2019. Cell Death Point in Flower organs of Some Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars at Subzero Temperatures. *Scientia Horticulturae* 249:299-305.
- Kaya O, Kose C, 2021a. How Sensitive Are the Flower Parts of the Sweet Cherry in Sub-zero Temperatures? Use of Differential Thermal Analysis and Critical Temperatures Assessment. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 50(1):17-31.
- Kaya O, Kose C, Donderalp V, Gecim T, Taskin S, 2020. Last Updates on Cell Death Point, Bud Death Time and Exothermic Characteristics of Flower Buds for Deciduous Fruit Species by Using Differential Thermal Analysis. *Scientia Horticulturae* 270:109403.
- Kaya O, Kose C, Esitken A, Turan M, Utku O, 2021c. Can Organic Acid and Sugar Compositions Be Used to Predict Cell Death Point Limits? Receptacle and Pistil Organs of Apricot (*Prunus Armeniaca* L.). *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali* 32(3):493-509.
- Kaya O, Kose C, Esitken A, Gecim T, Donderalp V, Taskin S, Turan M, 2021d. Frost Tolerance in Apricot (*Prunus Armeniaca* L.) Receptacle and Pistil Organs: How is the Relationship among Amino Acids, Minerals, and Cell Death Points? *International Journal of Biometeorology* 65(12):2157-2170.
- Kaya O, Kose C, Gecim T, 2018. An Exothermic Process Involved in the Late Spring Frost Injury to Flower Buds of Some Apricot Cultivars (*Prunus armenica* L.). *Scientia Horticulturae* 241:322-328.
- Kaya O, Kose C, Sahin M, 2021b. The Use of Differential Thermal Analysis in Determining the Critical Temperatures of Sweet Cherry (*Prunus Avium* L.) Flower Buds at Different Stages of Bud Burst. *International Journal of Biometeorology* 65(7):1125-1135.
- Kaya O, Kose C, 2022. Sensitivity of Some Sweet Cherry (*Prunus Avium* L.) Cultivars to Late Spring Frosts During Different Phenological Stages Following Bud Burst. *Theoretical and Applied Climatology*, 148(3):1713-1725.
- Kose C, Kaya O, 2022. Differential Thermal Analysis Reveals the Sensitivity of Sweet Cherry Flower Organs to Low Temperatures. *International Journal of Biometeorology*, 66(5):987-994.
- Proebsting EL, Mills HH, 1978. A Synoptic Analysis of Peach and Cherry Flower Bud Hardiness. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103:842-845.
- Quamme HA, 1991. Application of Thermal Analysis to Breeding Fruit Crops for Increased Cold Hardiness. *HortScience* 26(5):513-517.
- Quamme HA, 1983. Relationship of Air Temperature to Water Content and Supercooling of Overwintering Peach Flower Buds. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108:697-701.
- Turan M, Güllüce M, Çakmak R, Şahin F, 2013. Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Strain on Freezing Injury and Antioxidant Enzyme Activity of Wheat and Barley. *Journal of Plant Nutrition* 36(5):731-748.