

BAZI AMERİKAN ASMA ANAÇLARINDA FARKLI KİREÇ KONSANTRASYONLARINDA PGPR UYGULAMALARININ ETKİLERİ

Selda DALER¹, Emine Sema ÇETİN², Burçin BAYOĞLU³

¹Arş. Gör., Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, YOZGAT

²Yrd. Doç. Dr., Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, YOZGAT

³Zir. Müh., Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, YOZGAT

Geliş tarihi / Received: 11.09.2017, Kabul tarihi / Accepted: 20.06.2018

ÖZET

Ülkemiz genel olarak kil ve kireç içerikleri yüksek, organik maddece düşük ve kısmen strüktürü bozuk topraklara sahiptir. Yaklaşık %20 kireç içeren bu topraklarda başta demir klorozu olmak üzere bitkilerde strese neden olan bazı problemler görülmektedir. Son yıllarda stresin biyolojik uygulamalar ile hafifletilebileceği belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan uygulamalardan birisi de bakterilerdir. PGPR'ların bitki gelişimine etkisi doğrudan ve dolaylı olmaktadır. Bu araştırma ile farklı kireç konsantrasyonlarında yetiştirilen 5BB, 1103P ve 41B Amerikan asma anaçlarında PGPR uygulamalarının etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla toprak, torf ve perlit (1:1:1) içeren potlara dikilen çeliklere bakteri uygulaması yapılarak %0, %10, %25 ve %40 oranında kireç (CaCO₃) uygulanmıştır. Bitkilerde fiziksel (sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu, ortalama yaprak sayısı, yaprak alanı, zararlanma derecesi, köklenme oranı ve kök ağırlığı) ve biyokimyasal (membran zararlanma derecesi, klorofil, prolin, toplam fenolik madde ve mineral madde) analizler yapılmıştır. Araştırma sonucunda incelenen özelliklerin kireç konsantrasyonlarından etkilendiği ve kireçten kaynaklanan zararlanma belirtilerinin genel olarak PGPR uygulamaları ile azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kireç, PGPR, asma, prolin, mineral madde

THE EFFECTS OF PGPR APPLICATIONS ON DIFFERENT LIME LEVELS ON SOME AMERICAN GRAPEVINE ROOTSTOCK

ABSTRACT

Turkey has generally soils with high clay and lime contents, low organic matter content and that partly poorly. Soils containing approximately 20% lime cause many problems as iron chlorosis and lead to plant stress. In recent years, it has been determined that a plant stress can be alleviated by providing biological approaches. One of the applications is bacteria. PGPR have direct and indirect influence on the plant development. In this study, it was aimed to determine the effects of PGPR applications on 5BB, 1103P and 41B in different lime (CaCO₃) levels. The rootstocks were placed to pots including soil: turf: perlite (1:1:1) and then PGPR were applied. CaCO₃ was applied to plant on 0%, 10%, 25% and 40% ratios. Physical (shoot weight, shoot length, average leaf number, leaf area, degree of injury, ratio of rooting and root weight) and biochemical (degree of membrane injury, content of chlorophyll, proline, total phenolic compound and mineral matter) analysis were carried out in the plants. As a conclusion, all criteria were affected by CaCO₃ concentrations and injury symptoms result from CaCO₃ generally reduced with the PGPR treatment.

Keywords: Lime, PGPR, grapevine, proline, mineral matter

GİRİŞ

Asma, çok yıllık bir bitki olup, iklim ve toprak istekleri yönünden pek çok kültür bitkisine göre daha az seçici olması, çoğaltma yöntemlerinin kolay olması gibi nedenlerle,

dünyada yetiştiriciliği geniş alanlara yayılmış, ekonomik değeri yüksek bir bitkidir.

Dünyada 2015 yılı verilerine göre 7.155.187 ha alanda 77.181.122 ton üzüm üretilmektedir [1]. Ülkemiz ise bağcılık için en elverişli iklim kuşağı üzerinde yer alması, asmanın gen merkezlerinin kesiştiği ve ilk kez

kültüre alındığı coğrafyanın merkezinde olması nedeniyle çok eski ve köklü bir bağcılık kültürü ile zengin bir asma gen potansiyeline sahiptir [2]. Nitekim 468.792 ha bağ alanı ile dünyanın önemli üretici ülkeleri arasında yer almaktadır. Yaklaşık 4.011.409 ton olan üzüm üretimimiz bu miktar ile dünya üretiminin %6.3 ünü karşılamaktadır [3]. 2004 yılından sonra bağ alanlarında önemli bir azalma olmakla birlikte, birim alandaki verime bağlı olarak, üretim miktarımız artmıştır [4].

Ülkemiz topraklarının büyük bir kısmının filoksera zararlısıyla bulaşık olması nedeniyle modern bağcılık önem kazanmaktadır. Filokseralı bağ alanlarında, yerli üzüm çeşitlerinden alınan kalemelerin doğrudan köklendirilerek ekonomik anlamda bağcılık yapılabilmesi mümkün olmamaktadır. *Vitis vinifera*'nın kökleri filokseraya oldukça duyarlı olup, yetiştiricilikte bu zararlıya dayanıklı olan Amerikan asma anaçlarının kullanımı zorunludur [5].

Ülkemiz, üzerinde yer aldığı iklim kuşağı ve coğrafi konumu nedeniyle kil ve kireç içerikleri yüksek, organik madde içeriği düşük ve yer yer de strüktürü bozuk topraklara sahiptir. Toprakların arzu edilmeyen bu özellikleri, bitkiler tarafından alınabilir besin elementlerinin konsantrasyonlarını düşürmektedir. Bunun yanında bazı elementlerin toprakta birikimi ile diğer bazı elementlerin alımı da engellenebilmektedir. Bunlar içerisinde özellikle aktif kireç oldukça önemli olup, topraktaki miktarı arttıkça başta demir olmak üzere, magnezyum, mangan ve çinko gibi diğer elementlerin alımında da noksanlıklar ortaya çıkmaktadır.

Bağcılık bakımından en yaygın beslenme noksanlıklarından birisi kireç içeriği %20'den fazla olan topraklarda görülen ve kireçten kaynaklanan demir noksanlığıdır [6]. Asma anaçları içerisinde kirece en çok dayanan saf anaçlar *Vitis berlandieri* ve *Vitis monticola*'dır. Melez anaçlar ise kirece dayanıklılıklarına göre en çoktan aza doğru; *Berlandieri* × *Riparia* > *Berlandieri* × *Rupestris* > *Vinifera* × Amerikan melezleri şeklinde sıralanmaktadır. Bu anaçlardan 41B ve 333 E.M. çok dayanıklı, 161-49C, 140Ru, 420A, 5BB dayanıklı, 1103P, 110R, 99R, SO4, 5C orta dayanıklı, 1613C ise duyarlı anaçlar olarak bilinmektedir [7]. Bağcılığın yoğun olarak yapıldığı Ege bölgesi topraklarının %14.14'ünün, Akdeniz

bölgesi topraklarının %34.21'inin ve Orta Güney bölgesi topraklarının %37.08'inin çok fazla kireçli (%25 ve fazlası) olduğu [8] ve bu bölgelerde yüksek kireç ile birlikte yüksek pH değerlerinden kaynaklanan demir noksanlıklarının görüldüğü bilinmektedir.

Demir noksanlığı durumu her zaman toprakta demirin yetersiz miktarlarda olmasından değil, yarayışlı formda olmamasından kaynaklanmaktadır [9]. Bununla birlikte ülkemiz topraklarının %26.87'sinin de yarayışlı demir bakımından kritik değer olarak kabul edilen 4.5 mg/kg'ın altında olduğu [10] ve bağ topraklarımızın da kireç içerikleri yüksek topraklar oldukları düşünüldüğünde bağlarda demir noksanlığı kaçınılmaz olmaktadır. Bu koşullarda kök gelişimi de sınırlanmakta ve bitkinin verim ve kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu sorunun çözümü için ekonomik girdisi düşük, uygulaması kolay, kalıcı çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Tarımsal faaliyetler sırasında verim ve kalitenin artırılmasına yönelik olarak yapılan kimyasal gübre uygulamaları ile yabancı otlar, hastalık ve zararlılara karşı yapılan pestisit uygulamalarının çoğu kez kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu durum doğal olarak insan ve çevre sağlığını tehdit etmekte, zararlı canlıların popülasyonlarını artırmakta ve bitkilerin strese karşı gösterecekleri direnci de zayıflatmaktadır. Oysa söz konusu kimyasal uygulamaların sınırlandırılarak, bitkilerin yetiştirme koşullarını iyileştirecek, daha iyi bir kök yapısı ve gelişimini teşvik ederek hem verim artışını sağlayacak hem de strese karşı daha yüksek direnç göstermesini sağlayacak yaklaşımların ortaya konulması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak girdisi düşük, sürdürülebilirliği yüksek, insan ve çevreye dost uygulamaların hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda bu amaçla kullanılabilecek uygulamalardan birisi de bir biyolojik yaklaşım olarak bakteri uygulamalarıdır.

Tarımda biyolojik savaş ajanı veya biyo gübre olarak kullanılan bu bakterilere "bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (plant growth promoting rhizobacteria = PGPR)" denilmektedir. PGPR'lar daha çok *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*,

Azospirillum, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine ait olan bakterilerdir.

PGPR'nın bitki gelişimine etkisi doğrudan ve dolaylı olmaktadır. Siderofor, 1.3 glukanaz, kitinaz, antibiyotik ve siyanit üretimiyle patojenik mikroorganizmalara karşı etki göstererek dolaylı olarak bitki gelişmesini teşvik edebilmektedir [11, 12, 13]. İndol asetik asit gibi bitkisel hormonların sentezi [14] azot fiksasyonu [15] ve kök zarları geriliminin azaltılmasını sağlamaktadır [16]. Ayrıca PGPR'lar bitki rizosferinde bulunan birçok organik ve inorganik maddeleri bitkiler için yararlı hale getirmektedirler. Mikroorganizmalar fosfat çözebilme özelliğinin yanında demir, çinko gibi elementlerin alınmasını da artırmaktadır [17, 18]. PGPR'ların en önemli etkilerinden birisi de enzim sentezi üzerine olmaktadır. Özellikle ACC deaminaz benzeri enzimlerin sentezi ile bitki hormon düzeylerinin ayarlanması sağlanmaktadır [19]. Burada özellikle 1-aminoklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaze bitki etilen hormonunun ayarlanması ile bitki büyüme ve gelişimini değiştirmede önemli rol oynamaktadır. Nitekim ACC deaminaze aktivitesi gösteren bakteri uygulanan bitkiler özellikle düşük etilenden dolayı oransal olarak daha fazla kök geliştirmekte ve stres koşullarına daha dayanıklı olmaktadır [20]. ACC deaminaze içeren bakteriler, etilen miktarını azaltmak, hücre çoğalmasına katkı yapmak ve kök ve gövde uzamasını sağlamak suretiyle, bitki gelişmesini olumlu etkilemektedir.

PGPR'ların tüm bu değinilen özellikleri nedeniyle son yıllarda hem besin maddesi alımına hem de olumsuz stres ortamlarına karşı bitki dayanıklılığının belirlenmesine yönelik olarak araştırmaların çok yönlü sürdürüldüğü görülmektedir. Bu çalışma da PGPR'ların farklı düzeylerde kireç içeren ortamlarda bitki büyüme ve gelişmesine olan etkilerinin incelenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bitkisel materyal olarak 5BB, 1103P ve 41B Amerikan asma anaçları kullanılmış olup, bazı fiziksel (sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu, ortalama yaprak sayısı, yaprak alanı, zararlanma derecesi, köklenme oranı ve kök ağırlığı) ve biyokimyasal (membran

zararlanma derecesi, klorofil, prolin, toplam fenolik madde, mineral madde) analizler yapılarak bu etki ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma 2016–2017 yılları arasında Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait iklim odası ile Fizyoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak 5BB, 1103P ve 41B Amerikan asma anaçları kullanılmış olup, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden (TOKAT) temin edilmiştir.

PGPR'lar ise kullanıma hazır solüsyon şeklinde "ROA Biyoteknoloji" (Antalya) firmasından temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan Amerikan asma anaçları ve özellikleri Çelik (1996)'den yararlanılarak aşağıda kısaca özetlenmiştir [21]. 5BB, *V. berlandieri* × *V. riparia* melezidir. Kuvvetli bir anaçtır olup, nemli ve killi topraklara uyum göstermektedir. Çok kurak toprakları sevmemekte %20 civarında aktif kirece ve nematodlara iyi dayanmaktadır. Köklenmesi iyi olmasına karşın bağdaki aşılamalarda bazı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. 1103Paulsen, *V. berlandieri* × *V. rupestris* melezidir. Kuvvetli gelişen, alt katmanı nemli ve killi-kireçli topraklara iyi adapte olan, aktif kirece %17–18 civarında dayanan bir anaçtır. Toprakta 0.6 g NaCl/kg oranındaki tuza dayanabilen anacın köklenme ve aşı tutma oranı yüksektir. 41B, *V. vinifera* × *V. berlandieri* melezidir. Kirece dayanımı fazla olup özellikle aşırı kireçli topraklar için önerilen, filokseraya orta derecede dayanan bir anaçtır. Tuz ve mildiyöye dayanıklılığı yeterli değildir.

Metot

Amerikan asma anaçlarına ait çelikler dinlenme döneminde alınarak toprak, torf ve perlit karışımı (1:1:1) içeren 15×15×18 cm boyutlarındaki potlara yerleştirilmişlerdir. Bu ortamlarda köklenmelerini takiben (yaklaşık 2 ay sonra) her bir pot içerisinde bulunan bitkinin

kök bölgesine 5 mL PGPR solüsyonu uygulanmıştır.

Uygulamayı takip eden iki hafta sonra yetiştirme ortamına %0, %10, %25 ve %40 konsantrasyonlarında kireç (CaCO_3) ilave edilmiştir.

Uygulamalar 3 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 5 adet bitki (pot) bulunacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu ortamda 4 hafta süre ile tutulan bitkilerde zararlanma belirtileri gözlenmiş ve bu aşamada deneme sonlandırılarak aşağıda detaylandırılan fiziksel ve biyokimyasal analizler yapılmıştır.

Fiziksel analizler

PGPR'ların kireçli ortamlarda anaçların büyüme ve gelişmeleri üzerine etkilerini incelemek amacı ile fiziksel analizlerden sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu, ortalama yaprak sayısı, yaprak alanı, zararlanma derecesi, köklenme oranı ve kök ağırlığına yönelik incelemeler yapılmıştır. Sürgünün ağırlığı, 0.0001 g hassasiyetindeki analitik terazi ile ölçülerek g cinsinden belirlenmiştir. Sürgünün uzunluğu, bir cetvel yardımıyla ölçülerek cm olarak belirlenmiştir. Ortalama yaprak sayısı, sürgün üzerinde gelişmiş tüm yapraklar sayılarak adet olarak belirlenmiştir. Anaçlar üzerindeki ortalama yaprak alanı, yaprak alan ölçer ile ölçülerek cm^2 cinsinden belirlenmiştir. Anaçların yapraklarında kloroz oluşumuna ilişkin gözlemler, Anonim (1997)'e göre 1–5 skalası dikkate alınarak genç yapraklarda yapılmıştır [22].

1. Kloroz yok (koyu yeşil yaprak),
2. Az kloroz (damarlar arası açık yeşil yaprak),
3. Orta derecede kloroz (ana damarlar yeşil, damar araları sarı yaprak),
4. Şiddetli kloroz (%10 oranından daha az nekrozların görüldüğü sarı yaprak)
5. Çok şiddetli kloroz (%10 oranından daha fazla nekrozların görüldüğü sarı yaprak) şeklinde puan verilmiştir. Köklenme oranı, kök oluşturan anaçların toplam anaç sayısına oranlanması ile %olarak belirlenmiştir. Anaçlara ait köklerin ağırlığı 0.0001 g hassasiyetindeki analitik terazi yardımıyla ölçülerek g cinsinden belirlenmiştir.

Biyokimyasal Analizler

Biyokimyasal analizler içerisinde membran zararlanma derecesi, klorofil, prolin, toplam

fenolik madde ve mineral madde miktarlarının belirlenmesine yönelik analizler yapılmıştır. Membran zararlanması, stres koşulları altındaki bitki hücrelerinden fazla miktarda dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi şeklinde belirlenmiştir [23]. Her bir uygulama grubunda bulunan yapraklardan alınan diskler, de-iyonize su içerisinde 4 saat süreyle bekletildikten sonra EC değerleri kaydedilmiş, aynı diskler otoklavda 100°C 'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülerek membran zararlanma derecesi aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

Membran Zararlanma İndeksi

$$= \frac{\text{Otoklav öncesi EC değeri}}{\text{Otoklav sonrası EC değeri}} \times 100$$

Klorofil analizleri, Konica Minolta SPAD–502 Plus Klorofilmetre cihazı kullanılarak SPAD olarak hesaplanmıştır. Örneklerde prolin miktarının belirlenmesi, Bates ve ark. (1973)'nin metoduna göre yapılmış, sonuçlar $\mu\text{mol prolin/g}$ taze ağırlık olarak verilmiştir [24]. Toplam fenolik bileşiklerin belirlenmesi amacıyla ekstraksiyon işlemleri Kiselev ve ark. (2007)'nin yöntemine göre; toplam fenolik bileşik analizleri ise Singleton ve Rossi (1965)'ye göre yapılmıştır [25, 26]. Sonuçlar mg/g cinsinden gallik asit eşdeğeri (GAE) şeklinde verilmiştir. Yaprak örneklerinde mineral maddelerin belirlenmesi amacıyla örnekler kül fırınında yakılarak analize hazır hale getirilmişlerdir. Mineral madde analizleri Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde ICP–MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) cihazı ile yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki bulunacak şekilde planlanmıştır. Verilerin yorumlanmasında SPSS 20.0 paket programı kullanılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

PGPR uygulamalarının farklı konsantrasyonda kireç içeren ortamlarda bazı Amerikan asma anaçlarında göstermiş oldukları etkilerin belirlenmesine yönelik

olarak gerçekleştirilen bu araştırma sonucunda fiziksel analizler bakımından elde edilen değerler Çizelge 1’de genotipler bazında sunulmuştur.

Çizelge 1 incelendiğinde genotipler bazında 41B genotipinin sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu, ortalama yaprak sayısı, yaprak alanı ve köklenme oranı bakımından istatistiksel olarak en yüksek değerlerin elde edildiği genotip olduğu görülmektedir.

Sürgün ağırlığı değerlerine bakıldığında PGPR uygulamalarının 5BB anacında %0, %10 ve %25 kireç; 1103P anacında %0, %25 ve %40 kireç; 41B anacında ise %10, %25 ve %40 kireç konsantrasyonlarında artış sağladığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Bergmann (1992)’da kireç oranlarının artmasıyla asma anaçlarının sürgün ağırlığı değerlerinin azaldığını ifade etmişlerdir [27].

Sürgün uzunluğu bakımından PGPR uygulamalarının 5BB anacında %0, %10 ve %40 kireç; 1103P anacında %10 ve %25 kireç; 41B anacında %10, %25 ve %40 kireç konsantrasyonlarında artış sağladığı kaydedilmiştir. Benzer alanda yapılmış bir araştırmada Özdemir (2005) Yalova incisi üzüm çeşidi ile 140Ru ve 1103P Amerikan asma anaçlarını %10, %30 ve %50 kireç içeren ortamlarda yetiştirmiş ve araştırma sonucunda en uzun sürgünleri %10 kireç içeren ortamlardan elde etmiştir [28].

Ortalama yaprak sayısı bakımından en yüksek değerlere ise kireç ve PGPR içermeyen kontrol grubu ile en yüksek kireç uygulanarak PGPR ile inokule edilmiş yine 41B anacına ait sürgünlerde ulaşılmıştır. Yaprak alanı bakımından kireç ve PGPR içermeyen kontrol grubu 41B bitkilerinin yine ön planda olduğunun tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Zararlanma dereceleri karşılaştırıldığında PGPR uygulamalarının 5BB anacında %0 ve %25 kireç; 1103P anacında %0, %10 ve %25 kireç; 41B anacında %0, %10 ve %40 kireç konsantrasyonlarında daha az zararlanma görüldüğü kaydedilmiştir.

Köklenme oranı incelendiğinde PGPR uygulamaları 5BB anacında %0, %10 ve %25 kireç; 41B anacında %10 ve %40 kireç; 1103P anacında tüm kireç konsantrasyonlarında daha fazla olduğu saptanmıştır. Kök ağırlığı değerlerine göre PGPR uygulamalarının 1103P anacında %10, %25 ve %40 kireç; 5BB ve 41B anaçlarında ise tüm kireç konsantrasyonlarında

artışa neden olduğu gözlemlenmektedir (Çizelge 1). PGPR uygulamalarının gerek stres ortamında gerek normal koşullarda bitkilerde büyüme ve gelişme ile ilgili özellikleri olumlu yönde etkilediği yapılan daha pek çok araştırma ile de belirlenmiştir [29, 30, 31].

Araştırmada fiziksel özelliklerin yanında PGPR uygulamalarının bazı biyokimyasal özellikler üzerine olan etkileri de incelenmiş olup, elde edilen bulgular Çizelge 2’de sunulmuştur.

Stres karşısında hücre membranlarında meydana gelen zararlanma ortama iyonların sızmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla membran zararlanma derecesinin yüksek olması bitkinin stresten etkilenme durumunun da daha fazla olduğunu göstermektedir. Nitekim Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu (1997), stres koşullarında hücre bütünlüğünün korunmasının bitkinin strese toleransının sağlanmasında büyük bir önemi olduğunu bildirmişlerdir [32]. Araştırmamızda incelenen biyokimyasal özelliklerden ilki membran zararlanma derecesi olup, anaçlar içerisinde en yüksek membran zararlanması 1103P anacında ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Aynı zamanda bu özellik bakımından PGPR uygulamasının etkisi daha net görülmektedir. Nitekim aynı genotip içerisinde kireç dozları kendi içerisinde incelendiğinde PGPR uygulamasının daha az zararlanmaya neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum inokule edilen bitkilerde PGPR’ın kireçten kaynaklanan stresin hafifletilmesi yönünde etkileri olduğunun bir göstergesi olarak görülmektedir. Membran zararlanma derecelerine ait değerlere bakıldığında (Çizelge 2) PGPR uygulamalarının 41B anacında %0 ve %25 kireç; 1103P anacında %0, %25 ve %40 kireç; 5BB anacında %0, %10 ve %40 kireç konsantrasyonlarındaki zararlanma derecesini azalttığı belirlenmiştir. Dhanda ve Sethi (2002) membran zararlanma indeksinin daha düşük seviyede bulunmasının toleransta önemli bir gösterge olduğunu ifade etmiştir [33]. Benzer şekilde fasulyede yapılan çalışmada da stres ortamında PGPR inokule edilen bitkilerde membran zararlanmasının daha düşük olduğu bildirilmektedir [34]. Araştırmamızda SPAD olarak ölçülen klorofil değerleri bakımından da bir inceleme yapılmış olup, genotipler arasında 41B ve 5BB anaçlarının daha yüksek klorofil içerdikleri

görülmektedir. Uygulamalar bazında incelendiğinde ise 5BB anacında %10 ve %40 kireç; 1103P anacında %0 kireç; 41B anacında ise %0 ve %40 kireç konsantrasyonlarında klorofil miktarında artış sağladığı kaydedilmiştir. PGPR uygulamasının da genel olarak bu bakımdan olumlu etkiler gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu alanda yapılan benzer araştırmalarda da PGPR uygulamasının klorofil miktarını artırdığına yönelik sonuçlar alınmıştır. Nitekim Bavaresco ve ark. (1995), araştırmalarında kloroza dayanımları sırasıyla azalan 140Ru, SO4 ve 101-14 anaçları üzerine aşılı Chardonnay üzüm çeşidinin R8 klonunu materyal olarak kullanmışlardır [35]. Denemede kireç içeren saksılarda yetiştirilen asmalarda kloroz oluşumu incelenmiştir. Asmalar kireçli topraklara dikilmeden önce kökleri *P. fluorescens* ve *G. mosseae* ile inokule edilmiştir. Araştırma sonucunda yaprakların klorofil miktarlarının bakteri ve mikoriza uygulamaları ile arttığını belirlemişlerdir. Bavaresco ve ark. (1996) materyal olarak kirece dayanıklı 140Ru ile duyarlı 101-14 anaçları üzerine aşılı Pinot Blanc üzüm çeşidini kullandıkları çalışmalarında ise bitkileri kireçli toprak içeren saksılarda yetiştirmişlerdir [36]. Köklerin *P. fluorescens* ve *G. mossea* ile infekte edildiği araştırmada iki farklı zamanda yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örneklerinde demir konsantrasyonu ve klorofil miktarı ile kloroz oluşum yüzdesi incelenmiştir. Araştırma sonucunda bakteri ve mikoriza uygulamalarının kloroz oluşumunu azalttıkları bildirilmiştir.

Ozmotik stres, aminoasitler (prolin vb.), aminler, şeker ve şeker alkoller (trehaloz, mannitol vb.) gibi çeşitli bileşenlerde değişime neden olmaktadır. Bu metabolitler stres durumunda yoğun bir şekilde sitoplazmada birikmektedirler [37]. Turgor basıncında önemli rol oynayan, proteinlerde ve hücre yapısında stabilizasyon sağlayan bu metabolitlerden [38] en önemlileri ise prolin, glisin, betain, poliaminler, şekerler ve poliollerdir. Birçok bitki stres altında prolin biriktirmekte, bu şekilde ozmotik uyum sağlanmakta ve plazma membranı da korunmaktadır [39]. Araştırmamızda da en yüksek prolinin PGPR uygulanan ve en yüksek kireç dozunda bulunan 1103P anacına ait bitkilerde sentezlendiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Değişik bitkilerde yapılan

çalışmalarda da stresle birlikte prolin miktarının artması, strese karşı toleransın da arttığını göstermektedir. Bunun yanında yetiştirme ortamına PGPR gibi bazı uygulamaların yapılması da stresin önlenmesinde etkili olmaktadır. Örneğin kuraklık stresi altındaki bakla bitkisine PGPR uygulamasıyla prolin birikiminin arttığı belirlenmiştir [40]. Kumari ve ark. (2015) soyada tuzluluk stresi üzerine PGPR uygulamalarının etkisini incelemeye yönelik yaptıkları araştırmalarında PGPR uygulanan bitkilerde prolin ve lipoksigenaz enzim aktivitesinin artarak tuz stresine dayanım kazandığını belirtmişlerdir [41]. Agami ve ark. (2016) da fesleğen bitkisinde kuraklık stresi üzerine PGPR'ların etkilerini incelemişlerdir [42]. PGPR uygulanan bitkilerde prolin konsantrasyonunun kontrole göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bitkiler patojen saldırısı, UV ışığı, sıcaklık, kuraklık, mekanik yaralanma gibi biyotik ve abiyotik streslerle karşılaştığında kendini korumak adına PAL enzimi ile phenylpropanoid biosentezini teşvik etmekte ve pek çok sekonder metaboliti de bu yolla sentezlemektedir. Fenolik bileşikler de bunlardan biri olup, benzen halkası içeren çok sayıda bileşiği kapsayan organik maddelerdir. Pek çok araştırma fenolik bileşiklerin stres ortamında arttığını göstermektedir. Nitekim PGPR'lar daha önce de belirtildiği gibi bitkilerin direkt ya da indirekt olarak stres ortamından daha az etkilenmesini sağlayan uygulamalardır.

Çizelge 2 incelendiğinde de araştırmamızda en yüksek toplam fenolik madde içeriklerinin PGPR inokule edilen 1103P anacına ait %25 kireç içeren bitkilerden elde edildiği görülmektedir. PGPR uygulamaları, ortamdaki kireç miktarının artışına paralel olarak tüm genotiplerde fenolik madde içeriğini arttırmıştır. Benzer şekilde Singh ve ark. (2003) nohutta PGPR ve *Sclerotium rolfsii* uygulamalarının fenolik bileşik birikimi arttırdığını ve birlikte uygulanan bakterilerin birbirleriyle uyumlu olduklarını göstermiştir [43]. Araştırmalarının sonucunda PGPR uygulanan bitkilerde sinamik, ferulik ve klorojenik asit gibi bazı fenolik asitlerin bulunduğu; PGPR uygulanmayan kontrol bitkilerin çoğunda ise bu bileşiklerin ya hiç bulunmadığı ya da düşük miktarlarda

bulunduğu belirtilmiştir. Lavania ve ark. (2006) biberde kök ve gövde çürüklüğü hastalığına karşı PGPR'ların etkinliğini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır [44]. Araştırma sonucunda PGPR'ların fenolik asit sentezini teşvik ederek patojen girişine karşı dayanıklılığı artırdığını belirtmişlerdir. Pesakovic ve ark. (2016) ise PGPR 1 ve PGPR 2 biyo gübreleri uygulanan çilek bitkilerinde toplam fenolik madde içeriğinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir [45].

Araştırmamızda farklı düzeyde kireç içeren ortamlarda PGPR uygulamalarının anaçların mineral madde alımı üzerindeki etkileri de incelenmiş olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de sunulmuştur. Çizelge genel olarak değerlendirildiğinde mineral madde miktarlarının genotiplere ve uygulamalara göre değiştiği görülmektedir.

Fosfor içeriğinin 41B anacında %10 kireç içeren ve PGPR uygulaması yapılan bitkilerde en yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Potasyum ise yine %10 kireç içeren ve PGPR uygulaması yapılan ve 1103P genotipine ait bitkilerde daha yüksek miktarlarda elde edilmiştir. Kalsiyum ise dikkati çekecek bir şekilde fosfor ile aynı uygulama grubunda bulunan bitkilerde yüksek seviyelerde tespit edilmiştir.

Magnezyum, özellikle klorofilin yapısında yer alması nedeni ile son derece önemli besin elementlerinden birisidir. Araştırmada en yüksek kireç içeriği olan %40 konsantrasyonda kireç uygulanan ve PGPR inokule edilmiş 41B anacına ait bitkilerde en yüksek seviyelerde tespit edilmiştir.

Çizelge 1. PGPR uygulamalarının kireçli ortamda anaçların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri^z

Table 1. The effects of PGPR applications on some physical properties of the rootstock in calcareous medium^z

Genotip Genotype	Kireç Lime (%)	Uygulama Treatment	Sürgün ağırlığı Shoot weight (g)	Sürgün uzunluğu Shoot length (cm)	Ortalama yaprak sayısı (adet) Average leaf number (piece)	Yaprak alanı Leaf area (cm ²)	Zararlanma derecesi (skala) Degree of injury (scale)	Köklenme oranı Rate of rooting (%)	Kök ağırlığı Root weight (g)
5BB	0	Kontrol	1.39 B k–m*	6.67 B m	4.58 B f–h	97.55 C u	1.58 gh	8.33 B d	0.35 B j
		PGPR	3.37 B g	15.79 B e	4.86 B ef	266.17 C d	1.25 i	16.66 B a	0.50 B hi
	10	Kontrol	1.29 B lm	10.39 B hi	3.30 B m	62.64 C y	1.60 f–h	13.82 B b	0.27 B k
		PGPR	4.01 B f	16.53 B e	6.11 B b	163.57 C k	1.60 f–h	16.66 B a	0.55 B h
	25	Kontrol	1.58 B kl	8.13 B kl	2.64 B n	159.81 C l	1.83 cd	8.33 B d	0.37 B j
		PGPR	2.12 B j	8.51 B j–l	4.70 B e–g	77.00 C v	1.20 ij	16.66 B a	0.49 B hi
	40	Kontrol	1.17 B m	7.39 B lm	2.45 B n	141.59 C o	1.80 c–e	13.82 B b	0.65 B g
		PGPR	1.35 B k–m	12.86 B f	4.00 B jl	128.80 C r	1.66 e–g	13.82 B b	0.91 B e
1103P	0	Kontrol	1.67 B k	9.25 B i–k	4.14 B h–j	102.13 B t	1.90 bc	10.96 C c	1.40 A b
		PGPR	3.97 B f	9.51 B ij	5.50 B c–d	236.02 B f	1.70 d–g	13.78 C b	0.48 A hi
	10	Kontrol	2.30 B ij	7.16 B lm	4.49 B f–i	168.75 B i	1.83 cd	5.48 C e	0.36 A j
		PGPR	1.38 B k–m	11.13 B gh	3.58 B l–m	164.11 B j	1.58 gh	10.96 C c	0.96 A e
	25	Kontrol	2.12 B j	7.36 B lm	4.27 B g–j	134.57 B p	2.10 a	8.33 C d	0.35 A j
		PGPR	2.54 B i	8.74 B jk	4.55 B f–i	155.56 B n	1.30 i	10.69 C c	0.71 A fg
	40	Kontrol	0.51 B n	11.54 B f–h	4.00 B j–l	40.48 B z	1.80 c–e	2.66 C f	0.06 A l
		PGPR	3.00 B h	11.65 B f–h	4.92 B ef	198.66 B g	1.75 c–f	10.96 C c	1.53 A a
41B	0	Kontrol	6.84 A b	20.23 A c	7.75 A a	243.28 A e	1.67 e–g	16.66 A a	0.95 AB e
		PGPR	6.27 A c	20.42 A c	4.75 A ef	361.31 A a	1.08 j	13.78 A b	1.11 AB d
	10	Kontrol	3.38 A g	11.95 A fg	4.70 A e–g	171.72 A h	1.75 c–f	13.78 A b	0.90 AB e
		PGPR	5.58 A d	15.39 A e	4.11 A ij	309.51 A b	1.50 h	16.66 A a	1.23 AB c
	25	Kontrol	4.12 A f	18.03 A d	5.83 A bc	198.82 A g	1.33 i	16.66 A a	0.32 AB jk
		PGPR	7.38 A a	33.13 A a	6.08 A b	267.24 A c	1.33 i	16.66 A a	0.74 AB f
	40	Kontrol	2.41A ij	18.02 A d	5.11 A de	105.50 A s	2.00 ab	13.78 A b	0.44 AB i
		PGPR	5.22 A e	27.00 A b	7.47 A a	157.59 A m	1.25 i	16.66 A a	1.05 AB d
LSD 0.05									

^zBüyük harfler genotipler arası farklılığı ve küçük harfler uygulamalar arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

^zIt shows that the differences capital letters among genotypes and lowercase letters among applications. Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Nonsignificant

Demir, bitkilere yeşil rengi veren klorofilin oluşumunda katalizör görevi görmesi nedeniyle önemli bir besin elementidir. Eksikliğinde kloroz oluşmakta, bitki büyümesi gerilemekte, verim ve kalitede ciddi azalmalar meydana gelmektedir. Yüksek pH ve kireç, düşük organik madde ve düşük toprak sıcaklığı da bu durumu tetiklemektedir. Türkiye topraklarının %26.87'sinin yarayışlı demir kapsamının kritik değer kabul edilen 4.5 mg.kg⁻¹'in altında olması (Eyüpoğlu ve ark., 1996) ve bağcılığın halen çok fazla kireç içeren topraklarda sürdürülmesi bu bakımdan problem oluşturmaktadır. Araştırmamızda da asma anaçlarının yapraklarındaki demir içerikleri incelenmiş olup, fosfor ve kalsiyuma

benzer şekilde %10 kireç içeren PGPR uygulaması yapılan 41B anacına ait bitkilerde yüksek seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte demir içeriğine ilişkin veriler tümüyle değerlendirildiğinde; genotipe bakılmaksızın PGPR uygulanan bitkilerin aynı grubun kontrolüne göre büyük çoğunlukta çok daha yüksek demir içerdikleri görülmektedir. Bu durum kireçli topraklarda PGPR uygulaması ile demir alımının artırılmasının mümkün olabileceğini göstermektedir. Araştırmamızda bakır, çinko ve mangan içerikleri de belirlenmiş olup, en yüksek seviyelerin PGPR uygulaması yapılan bitkilerden elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 2. PGPR uygulamalarının kireçli ortamda anaçların bazı biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri^z

Table 2. The effects of PGPR applications on some biochemical properties of the rootstock in calcareous medium^z

Genotip <i>Genotype</i>	Kireç (%) <i>Lime</i>	Uygulama <i>Treatment</i>	Membran zararlanma derecesi (%) <i>Level of membrane damage</i>	Klorofil <i>Chlorophyll</i> (SPAD)	Prolin (µmol/g) <i>Proline</i>	Toplam fenolik madde (mg/g) (GAE) <i>Total phenolic compound</i>
5BB	0	Kontrol	21.88 B jk *	20.88 AB cd	0.154 bc	1.617 B ef
		PGPR	18.32 B lm	22.92 AB bc	0.077 l	0.933 B op
	10	Kontrol	22.49 B ij	19.33 AB d–f	0.135 de	1.715 B e
		PGPR	19.09 B k–m	21.98 AB c	0.107 jk	0.758 B r
	25	Kontrol	38.22 B ef	21.29 AB cd	0.131 e–g	0.929 B pr
		PGPR	35.76 B fg	22.04 AB c	0.159 b	1.019 B no
1103P	0	Kontrol	42.66 B d	19.29 AB d–f	0.136 de	1.217 B k–m
		PGPR	27.84 B h	22.01 AB c	0.146 cd	1.472 B gh
	10	Kontrol	20.77 A j–l	16.74 B g	0.118 h–j	2.076 A c
		PGPR	12.50 A n	25.40 B a	0.100 k	1.427 A hi
	25	Kontrol	17.44 A m	19.49 B d–f	0.164 b	1.165 A l–n
		PGPR	19.12 A k–m	21.03 B cd	0.133 ef	1.984 A cd
41B	0	Kontrol	66.04 A a	21.95 B c	0.133 ef	1.094 A mn
		PGPR	46.59 A c	18.62 B f	0.101 k	2.837 A a
	10	Kontrol	60.62 A b	20.80 B c–e	0.125 e–h	0.875 A p
		PGPR	34.53 A g	23.01 B cd	0.246 a	1.275 A j–l
	25	Kontrol	39.57 C e	22.08 A c	0.134 ef	1.486 A f–h
		PGPR	23.00 C ij	24.44 A ab	0.109 i–k	2.335 A b
LSD 0.05	0	Kontrol	25.11 C i	21.77 A c	0.126 e–h	1.605 A e–g
		PGPR	22.79 C ij	21.87 A c	0.078 l	1.962 A cd
	10	Kontrol	35.83 C fg	21.24 A cd	0.086 l	1.386 A h–j
		PGPR	21.94 C jk	22.85 A bc	0.119 g–i	1.324 A i–k
	25	Kontrol	23.76 C ij	18.89 A ef	0.122 f–h	1.927 A d
		PGPR	22.82 C ij	22.70 A bc	0.155 bc	2.077 A c

^zBüyük harfler genotipler arası farklılığı, küçük harfler uygulamalar arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

¹It shows that the differences capital letters among genotypes and lowercase letters among applications. Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Nonsignificant

Araştırma sonucunda elde edilen veriler toplu olarak değerlendirildiğinde; PGPR'ların genotiplere ve kireç konsantrasyonlarına göre değişmekle birlikte genel olarak, sürgün

ağırlığı, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak alanı, köklenme oranı ve kök ağırlığı parametrelerini arttırdığı, fiziksel zararlanma ve membran zararlanma derecesini azalttığı,

klorofil miktarında özellikle 41B ve 5BB genotiplerinde kısmen artışların gözlemlendiği, prolin içeriğinde özellikle yüksek kireç konsantrasyonlarında artışlar sağladığı, toplam

fenolik madde miktarlarını arttırdığı, mineral madde alımında da olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 3. PGPR uygulamalarının kireçli ortamda anaçların mineral madde alımı üzerine etkileri^z
Table 3. The effects on mineral substance uptake of the rootstock in calcareous environment of PGPR applications^z

Genotip Genotype	Kireç Lime %	Uygulama Practice	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
5BB	0	Kontrol	0.415 jk*	0.749 B e	1.532 A j-l	0.080 AB j	79.744 A g	8.503 B e	21.528 ij	0.166 B lm
		PGPR	0.585 hi	0.763 B e	1.660 A jk	0.463 AB h	148.783 A b	9.402 B d	22.682 h-j	0.259 B j
	10	Kontrol	0.477 j	0.653 B f	2.012 A gh	0.225 AB i	87.054 A f	7.742 B fg	16.538 l	0.235 B jk
		PGPR	0.796 d	0.949 B bc	3.566 A cd	0.760 AB e	101.628 A cd	9.818 B d	24.56 gh	0.443 B h
	25	Kontrol	0.564 hi	0.651 B f	2.781 A e	0.913 AB d	58.134 A j	4.902 B j	19.002 kl	0.243 B jk
		PGPR	0.797 d	0.850 B d	4.660 A b	1.323 AB b	107.237 A c	5.812 B i	27.564 f	0.205 B k-m
	40	Kontrol	0.404 k	0.301 B j-l	2.795 A e	0.770 AB e	67.382 A hi	2.554 B l	47.861 a	0.189 B k-m
		PGPR	1.024 c	0.772 B e	3.348 A d	1.216 AB c	66.627 A i	3.258 B kl	49.987 a	0.200 B k-m
1103P	0	Kontrol	0.670 ef	0.473 A hi	1.496 B kl	0.080 A j	49.958 B kl	7.324 A g	25.328 fg	0.201 AB k-n
		PGPR	0.635 f-h	0.428 A i	1.356 B l	0.775 A e	49.510 B kl	7.523 A g	27.71 f	0.203 AB k-n
	10	Kontrol	0.433 jk	0.521 A gh	2.194 B fg	0.608 A g	56.802 B jk	6.364 A hi	25.204 f-h	0.813 AB d
		PGPR	0.855 d	2.087 A a	2.312 B f	0.781 A e	74.434 B gh	8.273 A ef	37.479 b	1.149 AB a
	25	Kontrol	0.550 i	0.989 A b	1.574 B j-l	0.648 A g	25.584 B m	9.748 A d	13.187 m	0.340 AB i
		PGPR	1.138 b	0.869 A d	3.638 B c	0.922 A d	107.308 B c	10.100 A d	33.555 cd	0.906 AB c
	40	Kontrol	0.579 hi	0.275 A kl	2.151 B fg	0.088 A j	29.324 B m	7.161 A g	17.614 l	0.517 AB g
		PGPR	0.660 e-g	0.360 A j	2.304 B f	0.267 A i	77.472 B g	9.553 A d	20.509 jk	0.580 AB f
41B	0	Kontrol	0.656 e-g	0.340 B jk	1.778 A h-j	0.816 B e	57.018 A jk	11.139 A c	23.487 g-i	0.194 A k-m
		PGPR	0.709 e	0.443 B i	2.934 A e	0.944 B d	92.317 A ef	17.252 A a	30.358 e	0.217 A j-l
	10	Kontrol	0.618 f-i	0.426 B i	2.339 A f	0.676 B fg	74.391 A gh	6.126 A i	16.805 l	0.152 A m
		PGPR	1.685 a	0.909 B cd	5.174 A a	1.660 B a	159.524 A a	13.348 A b	35.725 bc	0.780 A d
	25	Kontrol	0.591 g-i	0.243 B l	1.738 A i-k	0.679 B fg	46.983 A l	5.793 A i	16.996 l	1.068 A b
		PGPR	1.079 bc	0.279 B kl	4.786 A b	0.752 B ef	63.163 A ij	7.010 A gh	17.432 l	1.191 A a
	40	Kontrol	0.624 f-h	0.173 B m	1.992 A gh	1.261 B bc	97.444 A de	2.897 A l	31.552 de	0.479 A gh
		PGPR	0.405 k	0.553 B g	1.950 A g-i	1.694 B a	105.626 A c	3.656 A k	37.921 b	0.641 A e
LSD 0.05										

^zBüyük harfler genotipler arası farklılığı, küçük harfler uygulamalar arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

¹It shows that the differences capital letters among genotypes and lowercase letters among applications. Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Nonsignificant

SONUÇ

Günümüz tarım tekniklerinde yapılan hatalı uygulamalar besin elementi yarıyışlılığını azaltmakta, toprak organik maddesini azaltmakta, toprak verimliliği düşmektedir. Bu durum toprak ve bitki sağlığını tehdit etmekte ve stres durumunu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle günümüzde kimyasal kullanımsızın temiz gıda üretimi zorunlu hale gelmektedir. Temiz tarım sistemi ise, organik artıkların geri dönüşümü, PGPR gibi biyolojik uygulamalarla toprak rizosferinin güçlendirilmesi, biyopestisit kullanımının yaygınlaştırılması ve tarımsal-ekosistemdeki kirleticilerin biyolojik yollarla temizlenmesi gibi yaklaşımları esas almaktadır. Bu bağlamda PGPR'ın kimyasalların kullanımına bir alternatif olarak

tarımda bitkisel gelişmeyi ve verimi artırıcı önemli bir role sahip oldukları tespit edilmiş olup, gün geçtikçe yeni özellikleri de açığa çıkarılmaktadır. Bu nedenle söz konusu alanda yapılacak yeni çalışmalarla bu bakterilerin farklı alanlardaki etkileri de ortaya konulmalı ve pratiğe aktarılması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2016a. Food and Agriculture Organization FAO. (<http://faostat.fao.org>) (Erişim Tarihi: Haziran 2017).
2. Yağmur, Y., 2008. Farklı Asma (*Vitis vinifera* L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması

- (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 124s.
3. Anonim, 2016b. TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu (<http://www.tuik.gov.tr>) (Erişim Tarihi: Haziran 2017).
 4. Sivritepe, N., 2014. Sofralık Üzüm Endüstrisine Küresel Bakış. Bahçe Haber Bülteni, 2:4-12.
 5. Tırpancı, S., 2012. Bazı Sofralık Üzüm Çeşidi Kalemelerinin Farklı Süre ve Sıcaklıklarda Depolanmasının Aşı Materyal Kalitesi Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale, 52s.
 6. Schinas, S. and D.L. Rowell, 1977. Lime Induced Chlorosis. European Journal of Soil Science 28:351-368.
 7. Çelik, S., 1998. Bağcılık (Ampeloloji) Cilt:1. Anadolu Matbaa Ambalaj San ve Tic. Ltd. Şti. Baskısı, Tekirdağ. 426 s.
 8. Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları 220:122.
 9. Gretzmacher, R., 1997. Influence of pH Value, Iron Concentration and Root Injury on Growth and Mineral Content of Vine Cuttings in Nutritive Broth. Mitt Klosterneuburg 27:207-213.
 10. Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., 1996. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bazı Mikro Element (Fe, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü yayınları 217:67.
 11. Sivan, A. and I. Chet, 1992. Microbial Control of Plant Diseases. In: R. Mitchell Editor, Environmental Microbiology 335-354.
 12. Eşitken, A., H. Karlıdağ, S. Ercişli and F. Şahin, 2002. Effect of Foliar Application of *Bacillus Subtilis* Osu 142 on the Yield, Growth and control of Shot-Hole Disease (Corneum blight) of Apricot. Gartenbauw 67:139-142.
 13. Dobbelaere, S., J. Vanderleyden and Y. Okon, 2003. Plant Growth Promoting Effects of Diazotrophs in the Rhizosphere. Critical Reviews in Plant Sciences 22:107-149.
 14. Arshad, M. and W.T. Frankenberger, 1998. Plant Growth Regulating Substances in the Rhizosphere: Microbial Production and Functions. Advances in Agronomy 62:146-151.
 15. Christiansen-Weneger, C., 1992. N₂-fixation by ammonium-excreting *Azospirillum brasilense* in auxin-induced tumours of wheat (*Triticum aestivum* L.). Biology and Fertility of Soils 12:85-100.
 16. Bashan, Y. and H. Levanony, 1991. Alterations in Membrane Potential and in Proton Efflux in Plant Roots Induced by *Azospirillum brasilense*. Plant and Soil 137:99-103.
 17. Çakmakçı, R., F. Kantar and Ö.F. Algur, 1999. Sugar Beet and Barley Yield in Relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum* inoculation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 162:437-442.
 18. Şahin, F., R. Çakmakçı and F. Kantar, 2004. Sugar Beet and Barley Yields in Relation to Inoculation with N₂-Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria. Plant and Soil, 265:123-129.
 19. Glick, B.R., D.M. Penrose and J. Li, 1998. A Model for the Lowering of Plant Ethylene Concentrations by Plant Growth-Promoting Bacteria. Journal of Theoretical Biology 190:63-68.
 20. Safronova, V.I., V.V. Stepanok, G.L. Engqvist, Y.V. Alekseyev and A.A. Belimov, 2006. Root-Associated Bacteria Containing 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate Deaminase Improve Growth And Nutrient Uptake By Pea Genotypes Cultivated In Cadmium Supplemented Soil. Biology and Fertility of Soils 42:267-272.
 21. Çelik, H., 1996. Bağcılıkta Anaç Kullanımı ve Yetiştiricilikteki Önemi. Anadolu Dergisi, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, 2(6):127-148.
 22. Anonim, 1997. Descriptors for Grapevine (*Vitis* spp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome pp:58.
 23. Fan, S. and T.J., Blake, 1994. Abscissic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species with Contrasting Ecological Requirements. Plant Physiology 90:414-419.
 24. Bates, L., R.P. Waldren and I.D. Teare, 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. Plant and Soil 39:205-207.

25. Kiselev, K.V., A.S. Dubrovina, M.V. Veselova, V.P. Bulgakov, S.A. Fedoreyev, Y.N. Zhuravlev, 2007. The Rol-B Gene-Induced over Production of Resveratrol in *Vitis amurensis* Transformed Cells. *Journal of Biotechnology* 128:681-692.
26. Singleton, V.L. and J.R., Rossi, 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid. *American Journal of Enology and Viticulture* 16:144-158.
27. Bergmann, W., 1992. Nutritional disorders of plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
28. Özdemir, G., 2005. Farklı Kireç İçerikli Topraklarda Yetiştirilen Asma Genotiplerinde Değişik Uygulamaların Fe Alımı Üzerine Etkilerinin Morfolojik ve Fizyolojik Yönden İncelenmesi (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bil. Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 206s.
29. Arruda, L., A. Beneduzi, A. Martins, B. Lisboa, C. Lopes, F. Bertolo, L.M.P. Passaglia, L.K. Vargas, 2013. Screening of rhizobacteria Isolated from Maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and Analysis of Their Potential to Improve Plant Growth. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 63:15-22.
30. Barnawal, D., N. Bharti, D. Maji, C. S. Chanotiya and A. Kalra, 2014. ACC Deaminase-Containing *Arthrobacter Protophormiae* Induces NaCl Stress Tolerance Through Reduced ACC Oxidase Activity and Ethylene Production Resulting in Improved Nodulation and Mycorrhization in *Pisum sativum*. *Journal of Plant Physiology* 171:884-894.
31. Martínez, R., A. Espejo, M. Sierra, I. Ortiz-Bernad, D. Correa, E. Bedmar, M. López-Jurado and J.M. Porres, 2015. Co-Inoculation of *Halomonas maura* and *Ensifer meliloti* Improve Alfalfa Yield in Saline Soils. *Applied Soil Ecology* 87:81-86.
32. Tıprıdamaz, R. and S. Ellialtıoğlu, 1997. Some Physiological and Biochemical Changes in *Solanum melongena* L. Genotypes Grown under Salt Conditions. First Balkan Botanical Congress, 19-22 September 1997. Thessaloniki, Greece. 377-380.
33. Dhanda, S., S. Sethi and G.S. Sethi, 2002. Tolerance to Drought Stress among Selected Indian Wheat Cultivars. *Journal of Agricultural Science* 139:319-326.
34. Mahmoodi, S., İ. Dauri, Ş.G. Al-Solaimani, S. Ahmadi, M.H. Madkour, M. Yasir, H. Hirt, S. Ali and Z. Ali, 2016. Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Silicon Synergistically Enhance Salinity Tolerance of Mung Bean. *Plant Science* 7(876):1-14.
35. Bavaresco, L., M. Fregoni and C. Fogher, 1995. Effect of some Biological Methods to Improve Fe-Efficiency in Grafted Grapevine. J. Abadia (Ed.). *Iron Nutrition in Soils and Plants*, Kluwer Academic Publishers pp:83-89.
36. Bavaresco, L., C. Fogher, V.D. Jolley and V. Romheld, 1996. Effect of Root Infection with *Pseudomonas fluorescens* and *Glomus mosseae* on Severity of Lime-induced Chlorosis in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Blanc. *Journal of Plant Nutrition* 19(8-9):1319-1329.
37. Chen, T.H.H. and N. Murata, 2002. Enhancement of Tolerance of Abiotic Stress by Metabolic Engineering of Betaines and Other Compatible Solutes. *Current Opinion in Plant Biology* 5:250-257.
38. Yancey, P.H., M.E. Clark, S.C. Hand, R.D. Bowlus, G.N. Somero, 1982. Living with Water Stress: Evolution of Osmolyte Systems. *Science* 217:1214-1222.
39. Mansour M.M.F., 1998. Protection of Plasma Membrane of Onion Epidermal Cells by glycinebetaine and Proline against NaCl stress. *Plant Physiology and Biochemistry* 36:767-772.
40. Ali, M.H., M.H. Siddiqui, M.H. Al-wahibi, M.O. Basalah, A.M. Sakran and M. El-Zaidy, 2013. Effect of Proline and Abscissic Acid on Growth and Physiological Performance of Faba Bean under Water Stress. *Pakistan Journal of Botany* 45(3):933-940.
41. Kumari, S., A. Vaishnav, S. Jain, A. Varma, D.K. Choudhary, 2015. Bacterial-Mediated Induction of Systemic Tolerance to Salinity with Expression of Stress Alleviating Enzymes in Soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Journal of Plant Growth Regulation* 34:558-573.

42. Agami, R.A., R.A. Medani, I.A. Abd El-Mola and R.S. Taha, 2016. Exogenous Application with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) or Proline Induces Stress Tolerance in Basil Plants (*Ocimum basilicum* L.) Exposed To Water Stress. International Journal of Environmental & Agriculture Research 5(2).
43. Singh, U.P, B.K. Sarma and D.P. Singh, 2003. Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Culture Filtrate of *Sclerotium rolfsii* on Phenolic and Salicylic Acid Contents in Chickpea (*Cicer arietinum*). Current Microbiology 46:131–140.
44. Lavania, M., P.S. Chauhan, S.V.S. Chauhan, H.B. Singh and C.S. Nautiyal, 2006. Induction of Plant Defense Enzymes and Phenolics by Treatment with Plant Growth-Promoting Rhizobacteria *Serratia marcescens* NBRI1213. Current Microbiology 52:363–368.
45. Pešaković, M., S. Milenković, D. Đukić, L. Mandić, Ž. Karaklajić–Stajić, J. Tomić and N. Miletić, 2016. Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Integrated and Conventionally Grown Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). Horticultural Science 43(1):17–24.