




Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.936081

Farklı bitki büyüme düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi

 Mehmet Çakır^a,  Adnan Nurhan Yıldırım^{a*},  Civan Çelik^b,  Meltem Esen^a

^aIsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

^bIsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: adnanyildirim@isparta.edu.tr

Geliş/Received 11/05/2021

Kabul/Accepted 10/07/2021

ÖZET

Konvansiyonel tarımda kullanılan hormon, hayvan yem katkı maddeleri ve sentetik gübreler ekolojinin bozulmasına ve toprağın sürdürülebilirliğinin tehlike altına girmesine neden olmuştur. Ayrıca üretimde kullanılan kimyasal gübre ve ilaçlar, ürünlerde kalıntılara dolayısıyla başta kanser olmak üzere birçok hastalığın yaygın bir şekilde görülmesine yol açmıştır. Çalışmada, Jeromine elma çeşidinde, tam çiçeklenme döneminde ağaçlara bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR), alg ekstraktı (*Chara* sp.), vermikompost gübre uygulamaları ve bu uygulamaların kombinasyonlarının kalite ve biyokimyasal içerikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla ağaçlara, PGPR (%3), alg ekstraktı (%15), vermikompost (10 kg ağaç⁻¹) oranında bitki büyüme düzenleyici maddeler uygulanmıştır. Genel anlamda uygulamalar, kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, kalite özelliklerini arttırdığı ayrıca meyvelerde biyokimyasal içerikler üzerine pozitif etkilerinin olduğu, toplam antioksidan, fenolik madde ve flavanoid içeriklerinde kontrol uygulamasına göre artış sağlamıştır. Çalışmada en yüksek meyve ağırlığı PGPR+vermikompost uygulamasından (346.8 g), en yüksek meyve eni vermikompost uygulamasından (82.32 mm), en yüksek meyve boyu vermikompost+alg uygulamasından (78.23 mm) ve en yüksek meyve eti sertliği (78.99 N) alg uygulamasından elde edilmiştir. Alg uygulamasının biyokimyasal içerikler üzerine önemli derecede etkili olduğu, en yüksek toplam antioksidan aktivite (92.29 %inhibisyon mg/100g) ve toplam fenolik madde içeriğinin (121.72 mgGAE/100g) alg uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Meyve renk değerleri ve biyokimyasal içerikler birlikte değerlendirildiğinde, özellikle Eğirdir Gölü'nden toplanan alglerden elde edilen ekstraktların kalite özellikleri üzerine olumlu sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür. Sonuç olarak, aşırı kimyasal gübre kullanımı, toprak yapısında meydana gelen tahribat ve çevre kirliliği göz önüne alındığında, sürdürülebilir ve çevreye dost preparatların kullanımına yönelik çalışmalar gelecekte daha yaşanabilir bir dünya için önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Alg ekstraktı
Antioksidan aktivite
Jeromine
Toplam fenolik madde
Vermikompost

The effect of different plant growth regulators on the quality and biochemical content of Jeromine apple cultivar

ABSTRACT

Hormones, animal feed additives and synthetic fertilizers used in conventional agriculture have caused the degradation of ecology and endangered the sustainability of the soil. In addition, chemical fertilizers and drugs used in production have led to residues in products, hence the widespread occurrence of many diseases, especially cancer. In this study found that in the Jeromine apple cultivar, rhizobacteria (PGPR), which plant growth promoting bacteria on trees during the full flowering period, algae extract (*Chara* sp.), vermicompost fertilizer treatments and the effect of combinations of these treatments on quality and biochemical content were investigated. For this purpose, PGPR (3%), algae extract (15%), vermicompost (10 kg tree⁻¹) plant growth regulators were applied to the trees. Generally, the treatments increased in total antioxidant, phenolic content and flavanoid content compared to control, which increased quality properties and also had positive effects on biochemical content in fruits. In the

Keywords:
Algae extract
Antioxidant activity
Jeromine
Total phenolic content
Vermicompost

study, the highest fruit weight from the treatment of PGPR+vermicompost (346.8 g), the highest length of fruit from the treatment vermicompost (82.32 mm), the highest fruit height from the treatment of vermicompost+algae (78.23 mm) and the highest fruit firmness (78.99 N) were obtained from the treatment of algae. It was determined that algae treatment was significantly effective on biochemical contents and the highest total antioxidant activity (92.29% inhibition mg/100g) and total phenolic content (121.72 mgGAE/100g) obtained from algae treatment. When fruit color values and biochemical contents are evaluated together, it is possible to say that extracts obtained from algae collected from Egirdir Lake give positive results on quality properties. As a result, considering the excessive use of chemical fertilizers, the destruction that occurs in the soil structure and environmental pollution, studies on the use of sustainable and environmentally friendly preparations are important for a more livable world in the future

1. Giriş

Elma, kültür tarihi çok eski olan, kültürüne önem verilen ve en çok tüketilen ılıman iklim meyve türüdür (Özbek, 1978). Dünyada yaklaşık 6.500 elma çeşidinin bulunduğu ülkemizde ise yaklaşık 460 adet elma çeşidinin olduğu belirtilmektedir (Özbek, 1978).

1960'larda başlayan ve "Yeşil Devrim" olarak bilinen tarım tekniğiyle tarım arazilerinden daha kaliteli ürünler elde edilmiştir. Fakat daha kaliteli ürün elde etmek amacıyla kullanılan hormon, hayvan yem katkı maddeleri ve sentetik gübreler ekolojinin bozulmasına ve toprağın sürdürülebilirliğinin tehlike altına girmesine neden olmuştur (Ak, 2004). Bunlara ek olarak üretimde kullanılan kimyasal gübre ve ilaçlar, ürünlerde kalıntılara neden olmuş dolayısıyla insan sağlığını olumsuz etkilemiş ve nihayetinde de başta kanser olmak üzere birçok hastalığın yaygın bir şekilde görülmesine neden olmuştur (Ak, 2004). Konvansiyonel tarımda daha kaliteli ürünler elde etmek amacıyla bilinçsizce uygulanan ve başta insan sağlığı olmak üzere toprak, çevre, hava ve suyun kirlenmesine neden olan bu uygulamalar tarımda organik preparatların kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Öztürk, 2004). Her şeyden önce, organik preparatların geleneksel tarımsal ürünlere göre suni gübrelerden ve kimyasal böcek ilaçlarından kaçınılması nedeniyle çevreye yarar sağladığını söylemek mümkündür (Rogers, 1995). Ayrıca organik preparatların biyolojik çeşitliliği de arttırdığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Ahnström, 2002). Dolayısıyla yapay ve sentetik bitki büyüme düzenleyici maddelerin kullanımı sonucu insan sağlığı ve ekosistemde meydana gelen tahribatın giderilmesi adına son yıllarda araştırmacılar çevreye dost organik kökenli materyallerin kullanımına yönelik çalışmalar yürütmüşlerdir (Edwards ve ark., 1998; Aslantaş ve ark., 2007; Karlıdağ ve ark., 2007; Eşitken ve ark., 2010; Aktaş, 2018). Bu çalışmalarda kullanılan materyallerden biri bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerdir (PGPR) (Eşitken ve ark., 2003). PGPR, hem toprakta hem de bitkinin kök çevresinde yaşayan, bitki gelişimine katkı sağlayan ve son yıllarda biyogübre olarak kullanılan canlı materyallerdir (Ertürk, 2015). Azot fiksasyonu ile bitkinin azot beslenmesini, su kullanım etkinliğini, bitkisel hormon üretimini (oksin, stokinin ve giberallin) ve fosforun çözünürlüğünü arttırdığı ayrıca etilen seviyesini azaltarak bitki gelişimi üzerine olumlu etki sağladığı tespit edilmiştir (Ekici ve ark., 2015). Organik kökenli materyallerden bir diğeri vermicompost gübrelerdir. Vermikompost, solucanların oksijenli ortamda organik maddeleri ayrıştırmasıyla elde edilen, bitkiler için hemen alınabilir formda olan ve bitki gelişiminde etkili olan fungus ve bakteri gibi yararlı mikroorganizmaları içeren bitki büyüme düzenleyicisidir (Kara Özbek ve Dalkılıç, 2017). Yüksek su tutma kapasitesi, humuslu yapısı ve yüksek mikrobiyal aktiviteye sahip olması vermicompostları mükemmel bir toprak iyileştiricisi haline getirmektedir (Atiyeh ve ark., 2000). Tarımda son yıllarda sıklıkla kullanılan doğal ürünlerden biri de alglerdir. Algler, bitkiler üzerinde yararlı bir etkiye sahip olduğu doğrulanan ve çeşitli biyolojik aktif bileşikler içeren canlılardır (Dmytryk ve Chojnacka, 2018). Ayrıca algler bitkide ürün kalitesini, şeker içeriğini, meyve rengini arttırmaktadır (Battacharyya ve ark., 2015). PGPR, vermicompost ve algler biyostimulanlar olarak adlandırılmaktadır ve bu bitki büyüme düzenleyici materyallerin tohumun çimlenmesinden bitkinin olgunlaşmasına ve ürün oluşumuna kadar bitki yaşam döngüsünün her aşamasında etkili olduğu bilinmektedir. Kısaca biyostimulanlar, abiyotik streslere karşı bitki metabolizmasının işlevselliğini bozmadan bitkinin toleransını arttırmakta ve ürün kalitesini olumlu yönde arttırmaktadır. Ayrıca bitkilerde asimilasyonu arttırmakta ve asimilat maddelerinin iletimini ve kullanımını kolaylaştırmaktadır. Su kullanımını daha verimli hale getirmekte dolayısıyla toprağın yapısını iyileştirerek erozyona karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır (Dudas ve ark., 2017).

Çalışmada, farklı bitki büyüme düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde, meyve kalitesi ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, tam çiçeklenme döneminde ağaçlara bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR), alg ekstraktı, vermicompost gübre uygulamaları ve bu uygulamaların kombinasyonlarının elmada kalite ve biyokimyasal içerikler üzerine etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Öz-Bay Limited Şirketine ait M9 anacı üzerine aşılı 'Jeromine' çeşidinden oluşan elma bahçesinde yürütülmüştür. Uygulamalar 3 tekerrür ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Jeromine elma ağaçlarının orta kuvvette geliştiği, meyvelerinin iri, koni şeklinde, koyu renkli ve çok verimli olduğu bildirilmiştir. Early Red One mutasyonu sonucu elde edilen bir çeşit olup bölgelere göre değişmekle birlikte hasadının Eylül ortasından itibaren başladığı ve Ekime kadar devam ettiği ifade edilmiştir (Çalhan ve ark., 2015).

2.1 Araştırmada yapılmış uygulamalar

2.1.1 Kontrol

Çalışmada kontrol olarak seçilen ağaçlara yetiştiricinin yaptığı uygulamalardan farklı olarak %2 oranında Tween 20 (yayıcı-yapıştırıcı) ilave edilmiş çeşme suyu uygulanmıştır.

2.1.2. Vermikompost' un toprağa ve yaprağa uygulanması

Vermikompost uygulaması elma ağaçlarının kök bölgesine çukurlar açılarak toprağa 10 kg ağaç-1 olacak şekilde tam çiçeklenme döneminde yapılmıştır. Aynı zamanda vermikompostun sıvı formu sırt pülverizatörü ile yapraklara uygulanmıştır.

2.1.3. Alg ekstraktının toprağa ve yaprağa uygulanması

Eğirdir Gölü'nden (Isparta) temin edilen algler göl suyunun içerisinde laboratuvar ortamına getirilmiştir. Alg ekstraksyonu Sivasankari ve ark., (2006) tarafından belirtilen yöntemle yapılmıştır. 1 kg örnek havanda parçalanıp homojenizatör ile küçük parçalara ayrılmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş 1 kg alg üzerine 1 L saf su ilave edilmiş ve 1 saat boyunca kaynatılıp, kaynama bittikten sonra soğutulup süzülür. Süzdürülen kısım (stok) %100 alg özütü olmuştur. Elde edilen özütten ağaç başına 1 litre olacak şekilde tam çiçeklenme tarihinde taç izdüşümüne açılan çukurlara verilmiştir. Aynı zamanda alg özütünden %15 oranında seyreltilerek ağaç başına 3 L olacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan verilmiştir.

2.1.4. PGPR'in toprağa ve yaprağa uygulanması

Çalışmada kullanılmış olan *Bacillus* OSU-142 bakterisi özel bir firmadan 10⁸ cfu olarak temin edilmiştir. *Bacillus* OSU-142 bakteri suşu azot fiksasyonu, fosfat çözücü ve bitkisel hormon üretiminde önemli rol oynamaktadır. (Eşitken ve ark., 2010). Bakteri uygulamasında elma ağaçlarının taç izdüşümüne çukurlar açılarak %3 oranında seyreltilen bakteriden 1 L ağaç -1 olacak şekilde toprağa tam çiçeklenme tarihinde 1 defa uygulanmıştır. Aynı zamanda *Bacillus* OSU-142 bakterisi %3 oranında seyreltilerek ağaç başına 3 L olacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan verilmiştir.

2.1.5. Vermikompost + PGPR'in toprağa ve yaprağa uygulanması

Vermikompost + PGPR aynı ağaca başlık 2.1.2 ve 2.1.4' de belirtildiği gibi ağaçların kök bölgesine belirtilen dönemlerde uygulanmıştır. Ayrıca aynı ağaçlara vermikompostun sıvı formu içerisine %3 oranında bakteri suşu karıştırılarak ağaçlar tamamen ıslanacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan da verilmiştir.

2.1.6. Alg ekstraktı + PGPR'in toprağa ve yaprağa uygulanması uygulaması

Alg ekstraktı + PGPR aynı ağaca başlık 2.1.3 ve 2.1.4' de belirtildiği gibi karıştırılarak toprağa uygulanmıştır. Bu amaçla 30 ml bakteri stoğundan ve 150 ml alg ekstraktı stoğundan alınıp üzeri 1 L'ye tamamlanarak (%3 bakteri ve %15 alg ekstraktı) her ağaca kök bölgesinden verilmiştir. Ayrıca aynı ağaçlara bakteri suşu+alg ekstraktı ağaçlar tamamen ıslanacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan da verilmiştir.

2.1.7. Vermikompost + alg toprağa ve yaprağa uygulanması

Vermikompost + alg ekstraktı başlık 2.1.2 ve 2.1.3' de belirtildiği gibi ağaçların kök bölgesine karıştırılarak belirtilen dönemlerde uygulanmıştır. Ayrıca aynı ağaçlara vermikompostun sıvı formu ve alg ekstraktı ağaçlar tamamen ıslanacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraktan da verilmiştir.

2.2. Çalışmada incelenen pomolojik parametreler

Çalışmada her tekerrürden 10'ar adet meyve kullanılarak meyve eni (mm), meyve boyu (mm), ortalama meyve ağırlığı (g), meyve eti sertliği (N) ve meyve kabuk rengi incelenmiştir (Öztürk, 2012; Butar, 2013).

2.3. Çalışmada incelenen biyokimyasal analizler

2.3.1. Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM %)

Toplanan meyveler yıkandıktan sonra soyulup suları sıkılmış ve dijital refraktometre ile meyve sularındaki suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı yüzde olarak belirlenmiştir (Öztürk, 2012; Butar, 2013).

2.3.2. Meyve suyunun pH'sı

Elde edilen meyve sularının pH'sı dijital ph metre yardımıyla ölçülmüştür (Öztürk, 2012; Butar, 2013).

2.3.3. Meyve suyunda titre edilebilir asit miktarının belirlenmesi (g/100ml)

Meyve suları sıkıldıktan sonra tortularından ayrılıp 10 ml alınmış ve saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen karışımın pH'sı 8.1 oluncaya kadar 1N NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH not alınmış ve % olarak malik asit cinsinden hesaplanmıştır (Öztürk, 2012).

2.3.4. Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi (mg GAE/g)

Toplam fenolik miktarı Singleton ve Rossi (1965)'nin belirttiği Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak belirlenmiştir. Homojenize edilen meyve püresi aseton, su ve asetik asit (70:29.5:0.5) çözeltisi kullanılarak, bir saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra ekstraksiyonun üzerine Folin-Ciocalteu's kimyasalı ile saf su karıştırılmış ve 8 dakika bekletilmiş, akabinde üzerine % 7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı, spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda okutulmuştur.

2.3.5. Toplam flavonoid içeriği (mg catechin/100g)

Toplam flavonoid içeriği Zhishen ve ark. (1999) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiştir. Her örnekten 1 mL alınmış ve üzerine 0.3mL 5% NaNO₂ solüsyonu eklenip karıştırılmıştır. 5 dakika inkübasyonun ardından üzerine 0.3mL %10 AlCl₃ eklenmiştir. 6 dakika daha inkübasyona tabi tutulup üzerine 2 mL 1 M NaOH eklenip karıştırılmış ve 2 dakika bekletilmiştir. Son karışım üzerine 4 mL saf su eklenmiş ve 510 nm dalga boyunda örneklerin absorbans değerleri okutulmuştur.

2.3.6. Toplam antioksidan kapasitesi (%inhibisyon mg/100g)

Toplam antioksidan kapasitesi Kumaran ve Karunakaran (2006) tarafından bildirilen DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerden 2 gram alınıp 20 mL %80 etanol içerisinde parçalanmış ve 2 saat -20°C'de inkübasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra 2000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant (sıvı) kısmı analiz için alınmıştır. 100 µL süpernatant üzerine metanol içerisinde çözdürülmüş 2 mL 0.1mM DPPH eklenmiştir. 30 dakika inkübasyon edildikten sonra 517 nm'de metanole karşı okuma yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada elma ağaçlarına, vermikompost (10 kg ağaç⁻¹), alg ekstraktı (%15), PGPR (%3) ve kombinasyonları uygulanmış ve söz konusu bitki büyümeyi düzenleyici maddelerin meyvelerin kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Uygulamaların meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve sertliği üzerine

etkisinin istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p \leq 0.05$) (Çizelge 1). Araştırmada uygulamaların meyve ağırlığı üzerine etkisi değerlendirildiğinde en yüksek meyve ağırlığı PGPR+vermikompost kombinasyonundan (346.80 g), en düşük meyve ağırlığı ise kontrol uygulamasından (183.65 g) elde edilmiştir. Meyve eni bakımından değerlendirildiğinde en yüksek meyve eni vermikompost uygulamasından elde edilirken (82.32 mm), yine en düşük meyve eni kontrol uygulamasından (74.65mm) elde edilmiştir. Uygulamaların meyve boyu üzerine etkisi değerlendirildiğinde ortaya çıkan farkın istatistik olarak önemli olduğu ($p \leq 0.05$) ve neredeyse tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek olduğu ve aynı istatistik grubunda yer aldığı saptanmıştır. Uygulamaların meyve sertliği üzerine etkisinin de incelendiği çalışmada alg ve PGPR+vermikompost+alg uygulamalarının en yüksek değere sahip oldukları belirlenmiştir (Sırasıyla, 78.99 N ve 77.40 N).

Çizelge 1. Uygulamaların meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve sertliği üzerine etkisi
Table 1. The effect of treatments on fruit weight, fruit length, fruit height and fruit firmness

UYGULAMALAR	Meyve ağırlığı (g)	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve Sertliği (N)
KONTROL	183.65±1.83C	74.65±0.57D	69.69±1.52C	73.13±0.29B
PGPR	225.31±5.45BC	79.32±1.34AB	74.20±1.51AB	74.91±0.66B
VERMİKOMPOST	223.20±29.30BC	82.32±1.10A	75.03±2.87AB	74.57±1.29B
ALG	186.65±7.22C	74.21±1.12D	72.98±0.34BC	78.99±1.04A
PGPR +VERMİKOMPOST	346.80±24.80A	75.57±2.09CD	77.63±0.66A	72.98±0.33B
PGPR+ALG	196.48±2.57C	77.17±2.05BCD	74.55±2.04AB	74.93±0.69B
VERMİKOMPOST+ALG	246.00±17.70B	80.38±0.39AB	78.23±0.77A	73.23±1.03B
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	222.75±4.06BC	78.76±0.86ABC	77.74±0.16A	77.40±0.64A

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Bitki büyümeyi düzenleyici maddelerin meyve kabuk rengi üzerine etkisi Çizelge 2’de sunulmuştur. Uygulamaların meyve eti rengi üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). Buna göre a* (kırmızı renk) indeksi bakımından değerlendirildiğinde alg, PGRP, vermikompost, ve PGPR+vermikompost uygulamalarından elde edilen meyvelerin kontrol uygulamasından daha kırmızı oldukları ve en yüksek a* değerine sahip oldukları tespit edilmiştir (sırasıyla, 24.76, 24.26, 23.92, 23.87). Uygulamaların b* (sarı renk) indeksi üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değerlerin PGPR+alg, alg ve PGPR+vermikompost+alg uygulamalarından elde edildiği saptanmıştır (sırasıyla, 18.60, 17.13, 17.74). Uygulamaların L* değeri üzerine etkisi incelendiğinde kontrole göre düşüşün olduğu bunun da sebebinin meyvelerdeki antosiyanin miktarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir (Whale ve ark., 2008). Buna göre en düşük L* değeri alg ve vermikompost+alg (sırasıyla, 35.03 ve 36.72) uygulamalarından elde edilmiştir. c* (chroma) ölçümlerinde vermikompost, vermikompost+alg ve PGPR+vermikompost+alg uygulamalarında azalış tespit edilirken diğer uygulamaların kontrol ile aynı istatistik grubunda yer aldığı saptanmıştır. h* (Hue) değeri a* ve b* değerlerine göre hesaplanmakta ve meyvelerdeki rengin görsel niteliğini tanımlamaktadır (Fairchild, 2005). Çalışmamızda PGPR ve vermikompost+alg uygulamalarından elde edilen h* değerinin kontrolden düşük olduğu (sırasıyla, 23.58, 24.79), PGPR+alg ve PGPR+vermikompost+alg kombinasyonlarında ise kontrole göre artışın olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla, 42.52, 45.80).

Çizelge 2. Uygulamaların L*,a*,b*,c*,h* değerleri üzerine etkisi

Table 2. The effect of treatments on L*, a*, b*, c*, h* values

UYGULAMALAR	L*	a*	b*	c*	h*
KONTROL	48.38±0.82A	20.56±1.41BC	16.39±1.12BC	29.29±0.31AB	33.31±2.05B
PGPR	42.06±0.39CD	24.26±0.52A	11.65±1.20D	27.43±0.50BCD	23.85±0.70C
VERMİKOMPOST	41.63±0.41D	23.92±1.08A	13.83±1.25CD	26.44±0.52D	30.05±1.45B
ALG	35.03±0.79E	24.76±0.37A	17.13±0.73AB	28.99±1.14ABC	33.38±0.87B
PGPR+ VERMİKOMPOST	44.00±1.35BC	23.87±0.47A	16.43±0.90BC	29.19±0.52AB	33.77±1.78B
PGPR+ALG	44.60±0.83B	20.36±0.31BC	19.27±0.60A	30.36±1.03A	42.52±1.59A
VERMİKOMPOST+ALG	36.72±0.63E	22.46±0.96AB	11.18±0.77D	25.61±0.58D	24.79±0.87C
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	41.71±0.68D	17.96±1.68C	17.74±0.74AB	27.19±0.25CD	45.80±1.72A

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışmada bitki büyüme düzenleyici maddelerin SÇKM, pH ve TEA üzerine etkisi Çizelge 3'te sunulmuştur. Uygulamaların SÇKM ve pH üzerine etkisinin istatistik açıdan önemli olmadığı ve tüm uygulamaların aynı istatistik grubunda yer aldığı, TEA değerlerinde ise PGPR+vermikompost+alg ve PGPR+alg uygulamalarının arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). TEA incelendiğinde PGPR+vermikompost+alg uygulamasından en yüksek değer elde edilirken (%0.40) en düşük değer ise PGPR+alg uygulamasından (%0.23) elde edilmiştir.

Çizelge 3. Uygulamaların SÇKM, pH ve TEA üzerine etkisi

Table 3. The effect of treatments on SSC, pH and TA

UYGULAMALAR	SÇKM (%)	pH	Titre Edilebilir Asit (TEA) (% malic acid)
KONTROL	13.27±0.59	3.79±0.12	0.33±0.06AB
PGPR	13.13±0.45	3.50±0.04	0.31±0.07AB
VERMİKOMPOST	14.00±0.69	3.74±0.27	0.38±0.06AB
ALG	14.10±0.61	3.54±0.04	0.30±0.05AB
PGPR+VERMİKOMPOST	14.07±0.31	3.60±0.02	0.32±0.03AB
PGPR+ALG	12.63±0.25	3.66±0.13	0.23±0.03B
VERMİKOMPOST+ALG	13.40±0.69	3.70±0.17	0.28±0.03AB
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	12.93±0.84	3.62±0.12	0.40±0.10A

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriğinin de incelendiği bu çalışmada bitki büyüme düzenleyici maddelerin biyokimyasal içerikler üzerine etkisi Çizelge 4'te sunulmuştur. Uygulamaların biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Bitki büyüme düzenleyici maddelerin toplam antioksidan aktivite üzerine etkisi incelendiğinde, neredeyse tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek aktivite alg uygulamasından (92.29 %inhibisyon mg/100g), en düşük aktivite ise kontrol uygulamasından (74.48 %inhibisyon mg/100g) elde edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği bakımından uygulamalar değerlendirildiğinde yine tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek olduğu ve en yüksek fenolik madde içeriğinin yine alg uygulamasından (121.72 mgGAE/100g) elde edildiği tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla, PGPR+vermikompost+alg, PGPR, vermikompost+alg (sırasıyla, 110.85 mgGAE/100g, 105.92 mgGAE/100g, 105.77 mgGAE/100g) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde toplam flavonoid içeriği değerlendirildiğinde tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek flavonoid içeriği (38.01 mg catechin/100g) PGPR+vermikompost+alg uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, PGPR+alg, vermikompost+alg uygulamaları takip etmiştir (sırasıyla, 36.80 mg catechin/100g ve 35.55 mg catechin/100g).

Çizelge 4. Uygulamaların toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriği üzerine etkisi

Table 4. The effect of treatments on total antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content

UYGULAMALAR	Toplam Antioksidan Aktivite (%inhibisyon mg/100g)	Toplam Fenolik Madde İçeriği (mgGAE/100g)	Toplam Flavonoid İçeriği (mg catechin/100g)
KONTROL	74.48±1.18D	65.42±2.70F	20.18±1.28F
PGPR	81.38±1.50C	105.92±0.84C	32.46±2.27BCD
VERMİKOMPOST	81.50±1.36C	100.40±2.88D	31.67±1.38CD
ALG	92.29±1.64A	121.72±1.02A	29.50±1.15DE
PGPR+VERMİKOMPOST	86.77±2.55B	88.94±1.17E	26.42±0.85E
PGPR+ALG	87.24±1.48B	101.77±1.13CD	36.80±2.70AB
VERMİKOMPOST+ALG	91.11±1.06AB	105.77±0.50C	35.55±1.63ABC
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	78.36±2.16CD	110.85±1.20B	38.01±1.74A

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) tarımsal öneme sahip ve toprakta serbest halde yaşayan canlılardır. PGPR, bitki sağlığı ve büyümesi üzerine birçok olumlu etkiye sahiptir. Bu etkiler içerisinde hastalığa neden olan mikroorganizmaların baskılanması, besin kullanılabilirliğini artırması ve asimilasyonu hızlandırması en önemlilerindedir. Bu nedenle, toprak verimliliğini ve ürün miktarını artırma ve kimyasal gübrelerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma arayışında, PGPR'den faydalanma tarımsal amaçlar arasında yer almaktadır. PGPR'ler rizosferde bitkinin kök etrafında bulunurlar. Aynı zamanda yabancı ot, kuraklık stresi, ağır metaller ve tuz

stresi gibi olumsuz çevresel koşullarına karşı bitkinin toleransını arttırmaktadırlar (Kumar ve ark., 2009). Bu amaçla son yıllarda farklı araştırmacılar tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Aslantaş ve ark. (2007) M9 ve MM 106 anaçlar üzerine aşılantmış Granny Smith, Stark Spur ve Golden delicious elma çeşitlerine *Bacillus* OSU-142, *Burkholderia* OSU-7, *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* M-3 bitki büyüme düzenleyici bakteriler uygulayarak bitki gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. PGPR'lerin bitkide indol asetik asit (IAA) ve sitokinin üretmeyi ve buna ek olarak topraktaki fosfatı çözmeyi başardığını tespit etmişlerdir. Bakterilerin elma ağaçlarında sürgün sayısını arttırdığını ve büyüme üzerine olan etkisinin indol-3-asetik asit ve sitokinin sentezini teşvik edici etkisi ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Karlıdağ ve ark. (2007) Granny Smith elma çeşidine üç farklı bakteri suşu (*Bacillus* M3, *Bacillus* OSU-142 ve *Microbacterium* FS01) ve kombinasyonlarını uygulayarak bitkide meydana gelen verim, gelişme ve besin bileşimi değişimi incelemişlerdir. M3, OSU-142 ve FS01 bakteri suşları ve kombinasyonlarının bitki büyümesini uyardığı ve Granny Smith'te önemli verim artışlarına neden olduğunu bildirmişlerdir. PGPR suşlarının köklere inokülasyonu sonrası kontrole göre, kümülatif verimi (%26,0–88.0), meyve ağırlığını (% 13.9-25.5), sürgün uzunluğunu (% 16.4–29.6) ve sürgün çapını (% 15.9-18.4) önemli ölçüde arttırdığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte PGPR'ler bitkinin indol asetik asit (IAA) hormonu salgılamasını teşvik ederek, hücre bölünmesine katkı sağlamaktadır. IAA ayrıca diğer büyümeyi teşvik edici bakterilerin kolonizasyonunu arttırarak bitkinin topraktan besin alımına katkı sağlamaktadır (Vandeputte ve ark., 2005). Yine PGPR'ler etilen hormonunun sentezlenmesinde görev alan 1-aminosiklopropan-1 karboksilat (ACC) deaminaz aktivitesini etkileyerek bitkide etilen üretim seviyesini düşürmektedir (Patten ve Glick, 2002). PGPR suşlarının indol-3-asetik asit, sitokinin veya bitki büyümesi ve veriminde önemli rol oynayan hormonları üretme kabiliyetine sahip olduğu farklı araştırmacılar tarafından da çok kez vurgulanmıştır (Probanza ve ark., 1996). Motosugi ve ark. (1995), bakteri uygulamasının meyve rengi, ŞÇKM ve pH üzerine etkili olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde, *Bacillus* OSU-142 ve M3 uygulamasının verim ve kalite parametreleri üzerine etkisinin olduğu farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Aslantaş ve ark., 2007). Kompost uygulamaları 1980'li yıllarda hızlı bir şekilde yayılmaya başlamıştır. Topraktaki organik madde birikiminin artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması ve atıklarının işlenmesi bu uygulamalara yönelmenin nedenleri arasında sayılmaktadır. Kalite bakımından vermikompost, termofilik kompostlara göre fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan daha üstün niteliklere ve ekonomik değere sahiptir (Dominguez ve ark., 1997). Vermikompost, kompostlama işleminin solucanlar tarafından yapılmasına verilen isimdir. Kompostlama işleminde solucanlar, karışıma yüksek oranda oktan katarak süreci hızlandırmaktadırlar (Edwards ve Bohlen, 1996). Vermikompostlar bünyesinde nitrat, fosfat, kalsiyum, çözülebilir potasyum ve bitki büyümesinde görev alan hormonları barındırmaktadır (Joshi ve Pal Vig, 2010). Ayrıca yüksek su tutma kapasitesine, drenaj, aerosyon ve yüksek poroziteye sahiptirler. Güçlü emilebilirliği ve besin tutumu sayesinde besin elementleri ortamda daha uzun süre kalabilmektedir (Lunt ve Jacobson, 1994). Aminifard ve Bayat (2016) farklı dozlarda vermikompost uygulamasının *Capsicum annum* L.'da kalite, verim ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu doğrultuda dört farklı konsantrasyonda (0, 5, 10 ve 15 t/ha) vermikompost uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda bütün uygulamaların antioksidan aktivite, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarında ve meyve kalite parametrelerinde (pH, titre edilebilir asitlik, askorbik asit ve meyve sertliği) artış sağladığını bildirmişlerdir. Tavalı, (2011), farklı dozlardaki vermikompost uygulamalarının toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmiştir. Grzyba ve ark. (2013) M9 anacı üzerine aşılantmış Topaz ve Ariwa elma çeşitlerine konvasiyonel (ticari) ve organik kökenli (vermikompost, PGPR, deniz yosunu) gübreler uygulamışlar ve fidan gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kullanılan organik gübrelerin bitkilere yeterli besin kaynağı sağlayabildiğini ve organik elma fidanlıklarında başarıyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Sutariya ve ark. (2018) farklı organik gübrelerin kuş üzümünde pomolojik ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada PGPR, vermikompost ve farklı bitki besin elementlerinden oluşan kombinasyonun meyve suyu miktarında, ŞÇKM içeriğinde, toplam şeker ve vitamin C'de artışa, meyve suyu asitliğinde ise azalışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Alg ekstraktları son yıllarda depo esnasında meyve kayıplarının önlenmesinde, ürün miktarının artırılmasında, topraktan inorganik besin maddelerinin alınımının kolaylaştırılmasında, tohum çimlenmesinin ve stres koşullarına direncin artırılması gibi alanlarda çok fazla kullanılmaktadır (Blunden, 1991). Günümüzde alg ekstraktlarının toprağa sıvı veya katı şekilde uygulanarak toprağın yapısının uzun süre korunması ve toprak veriminin artırılması amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra yaprakтан alg uygulamalarının bitkilerde verim ve kalite üzerine olumlu yönde etkilerde bulunduğu bildirilmiştir (Güner ve Aysel, 1996). Deniz yosunları kuvvetli kök gelişimini teşvik ettiği böylece bitkilerin topraktaki su ve besin maddelerinden daha etkin bir şekilde yararlandığı bilinmektedir. Aynı zamanda alg ekstraktları, bitkilerde klorofil oluşumunu ve yeşil aksamın artmasını teşvik etmektedir. Böylece daha fazla karbonhidrat, protein gibi maddelerin sentezlenmesini, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olmalarını, bitkilerin don, kuraklık, yetersiz güneş, su, sıcak ve soğuk gibi çevresel streslere (abiotik stres) dayanımını sağlamaktadır. Ayrıca bitkide meyve dökümünü büyük oranda azaltarak, yaklaşık %30'a varan verim artışlarının sağlandığı bildirilmektedir (Blunden ve ark., 1992). Özkan ve Yaman (2009) Granny Smith elma çeşidinde farklı organik ağaç başına verim, yaprak alanı ve yaprak sayısı, yaprakta bulunan makro ve mikro besin elementleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma

sonucunda tüm uygulamaların kontrol uygulamasından daha yüksek miktarda makro ve mikro element içerdiğini ve verimde artış sağladığını bildirmişlerdir. Atasay ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada M9 anacı üzerine aşılı Williams Pride, Jonafree, Golden Delicious ve Rajka elma çeşitlerine 3 farklı besin uygulamasının (Çiftlik gübresi, Yeşil gübreleme, Alg ekstraktı) bitki gelişimi üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Verkleij (1992) tarafından yapılan çalışmada 100-1000 kat seyreltilmiş alg ekstraktının şeftalilere uygulanması sonucu depo ömrünün uzadığı aynı zamanda muz ve mango gibi meyvelerin alg ekstraktından yapılmış solüsyonlara batırılarak olgunlaşmanın hızlandığı bildirilmiştir. Yukarıda belirtilen sonuçlara paralel olarak çalışmamızda PGPR, vermikompost, alg ve kombinasyonlarının meyve eni ve boyunda kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında artış sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca meyve ağırlığı ve meyve sertliği parametrelerinde de kontrol uygulamasından yüksek değerler elde edilmiştir. Yine renk parametreleri incelendiğinde tüm uygulamalardan, kontrol uygulamasına göre daha kaliteli meyveler elde edilmiştir. Araştırmada alg, PGPR ve kombinasyonlarından kontrol uygulamasına göre daha kırmızı renkte meyveler elde edilmiştir. Bununla birlikte alg uygulamasının toplam antioksidan ve toplam fenolik madde içeriğinde artışa neden olmasının meyve rengi ile bağlantılı olabileceği sonucunu ortaya koymaktadır. Çünkü meyve kırmızılığının artışı antosiyaninde meydana gelen artışa işaret etmektedir. L* değerindeki azalış da meyvelerdeki antosiyanin miktarındaki artışı destelemektedir. Dolayısıyla meyve renginde meydana gelen kırmızılaşmanın, içerdiği toplam antioksidan, toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içeriğinde de artış sağladığı sonucunu ortaya koymaktadır (Shao ve ark. 2007). Fenolik ve antioksidan maddeler, meyvelerde yoğun olarak bulunan ve insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan sekonder metabolitlerdir (Chen ve Chen 2013). Bu bileşiklerin kanser hücrelerini inhibe ettiği, antitumörjenik aktiviteye ve kan basıncını düşürücü etkiye sahip olduğu, kardiyovasküler riski azalttığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Naruszewicz ve ark., 2007). Dolayısıyla çalışmamızda kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerin biyokimyasal içeriklerde de artışa neden olmasının hem tüketici hem de üretici tarafından istenen bir durum olduğunu söylemek yadsınamayacak bir gerçektir.

4. Sonuç

Sonuç olarak, aşırı gübre kullanımı ve gübre üretiminin yüksek maliyetlerinden kaynaklanan çevre kirliliği göz önüne alındığında, yapılan çalışmada test edilen PGPR suşu, vermikompost ve alg ekstraktlarının sürdürülebilir ve çevreye zarar vermeyen yetiştiricilik bakımından üretiminde kullanılma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan organik kökenli materyallerin kararlılıkları, uygulama kolaylığı, düşük maliyetli olmaları ve farklı çevresel faktörlere karşı tolerant olmaları da tercih sebepleri arasında yer almaktadır. Değişen ve öngörülemez iklim koşulları göz önüne alındığında gelecekteki araştırmalar, büyüme ve kalite üzerinde önemli etkisi olan organik bitki büyüme düzenleyicilerin kombinasyonlarına yönelik farklı çalışmaların da önünü açabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Çalışmamızda meyve bahçesini kullanmamıza müsaade eden Öz-Bay Limited Şirketine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ahnström, J., 2002. Ekologiskt Lantbruk Och Biologisk Mångfald: En Litteraturgenomgång [Organic farming and biodiversity: a literature review]. Centre for Sustainable Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden [in Swedish].
- Ak, İ., 2004. Apolyont Doğal Tarım Ve Hayvancılık Projesi. I. Uluslararası Organik Hayvansal Üretim ve Gıda Güvenliği Kongresi. 28 Nisan–1 Mayıs, 2004, s.144.
- Aktaş, T., 2018. Vermikompostun farklı tekstürlere sahip topraklarda bitki gelişimine ve toprakların fiziksel kimyasal özelliklerine etkisi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Tekirdağ.
- Aminifard, M., Bayat, H., 2016. Effect of vermikompost on fruit yield and quality of bell pepper. International Journal of Horticultural Science and Technology, 3 (2): 221-229. <https://doi.org/10.22059/IJHST.2017.209130.129>
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R. Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae, 111, 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.016>
- Atasay, A., İşçi, M., Üçgün, K., Öztürk, G., Kaymak, S., Akgül, H. 2011. Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen M9 anaçlı bazı elma çeşitlerinde farklı besin uygulamalarının bitkinin morfolojik gelişimi üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (1): 1-6.
- Atiyeh, R, Edwards, C, Subtler, S, Metzger, J, 2000. Effect of vermikomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedo Biologia, 44, 579-590.
- Battacharyya D., Babgohari M.Z., Rathor P., Prithiviraj B., 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>
- Blunden, G., 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. Seaweed resources in Europe, 65-81.

- Blunden, G., Whapham, C., Jenkins, T., 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: their origins, uses and modes of action. School of Pharmacy and Biomedical Science and "School of Biological Sciences, University OF Portsmouth, King Henry John Street, Portsmouth, Hampshire, 1-202.
- Butar, S., 2013. AVG (Aminoethoxyvinilglycine)' nin Jersey Mac elma çeşidinde hasat önu meyve dökümü, hasat zamanı ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74s, Aydın.
- Çalhan, Ö., Eren, İ., Seçmen, T., Güneşli, A., Onursal, C. E., Koyuncu, M.A., 2015. Determination of storage and shelf life quality of Jeromine apple variety grown in the Isparta. In Sixth International Scientific Agricultural Symposium" Agrosym 2015", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 15-18, 2015. Book of Proceedings (pp. 1001-1006). University of East Sarajevo.
- Chen, X., Wu, X., Chai, W., Feng, H., Shi, Y., Zhou, H., Chen, Q., 2013. Optimization of extraction of phenolics from leaves of *Ficus virens*. Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine & Biotechnology), 14 (10):903-915.
- Dmytryk A., Chojnacka K., 2018. Algae as fertilizers, biostimulants, and regulators of plant growth. In Algae Biomass: Characteristics and Applications. Springer, 115-122. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74703-3_10
- Dominguez, J., Edwards C.A., Subler, S., 1997. A Comparison of vermicomposting and composting. Biocycle, 38, 57-59.
- Dudas, A., Szalai, Z. M., Videki, E., Wass-Matics, H., Kocsis, T., Vegvari, GY., Kotroczó Z., Biro, B., 2017. Sporeforming *Bacillus* bioeffectors for healthier fruit quality of tomato in pots and field. Applied Ecology and Environmental Research, 15 (4): 1399-1418.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J., 1996. Biology and ecology of earthworms. 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York
- Edwards, C.A., Dominguez, J., Neuhauser, E. F. 1998. Growth and Reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr.) (Megascolecidae) as Factors in Organic Waste Management. Biology and Fertility of Soils, 27, 155-161.
- Ekici, M., Yıldırım, E., Kotan, R., 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 28 (2): 53-59.
- Ertürk, A.S., 2015. Bitki Büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR) uygulamasının eşme ayva çeşidinde (*Cydonia vulgaris* L.) meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s, Tokat.
- Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M., Şahin, F., 2003 a, The effects of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacihaliloglu). Australian Journal of Agricultural Research, 54, 377-380.
- Eşitken, A., Yıldız, H.E., Ercişli, S., Dönmez, M.F., Turan, M., Güneş, A., 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae, 124, 62-66. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.012>
- Fairchild, M. D., 2005. Color appearance models. John Wiley and sons.
- Güner, H., Aysel, V., 1996. Tohumuz bitkiler sistematiği. 1. Cilt (Algler). Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No.108, Bornova, İzmir.
- Grzyba, Z. S., Piotrowski, W., Bielicki, P., Sas Paszt, L., Malusa, E., 2013. Effect of organic fertilizers and soil conditioners on the quality of maiden apple trees. research institute of horticulture. Department of Pomology Konstytucji, 1 (3): 96-100. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1001.35>
- Joshi, R., Pal Vig, A., 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). African Journal of Basic & Applied Sciences, 2(3-4): 117-123.
- Kara Özbek, C., Dalkılıç, Z., 2017. Üç yapraklı portakal çöğürlerinin büyümesi üzerine mikoriza ve solucan gübresinin etkisi, nagami kamkati aşu kalemlerinin kobalt-60 ışınlanmasına dayanımının belirlenmesi ve farklı genotiplerin rapd belirteçleri ile tanımlanması. ADÜ Ziraat Dergisi, (1): 1-7. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.304139>
- Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., Şahin, F. 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. Scientia Horticulturae, 114, 16-20. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.04.013>
- Kumar, K.V., Srivastava, S., Singh, N., Behl, H.M., 2009. Role of metal resistant plant growth promoting bacteria in ameliorating fly ash to the growth of *Brassica juncea*. Journal of Hazardous Materials, 170 (1): 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.04.132>
- Kumaran, A., Joel Karunakaran, R., 2006. Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicacabum*. Pharmaceutical Biology, 44 (2): 146-151. <https://doi.org/10.1080/13880200600596302>
- Lunt, H.A., Jacobson, H.G., 1994. The chemical composition of earthworm casts. Soil Science, 58, 367-75.
- Motosugi, H., Gao, Y.P., Sugiura, A., 1995. Rootstock effects on fruit quality of 'Fuji' apples grown with ammonium or nitrate nitrogen in sand culture. Scientia Horticulturae, 61 (3-4): 205-214. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(94\)00745-2](https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)00745-2)
- Naruszewicz, M., Łaniewska, I., Millo, B., Dłuzniowski, M., 2007. Combination therapy of statin with flavonoids rich extract from chokeberry fruits enhanced reduction in cardiovascular risk markers in patients after myocardial infraction (MI). Atherosclerosis, 194 (2): 179-184. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.12.032>
- Özbek, S., 1978. Özel meyvecilik, elmanın ekolojik istekleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 128, 485.
- Özkan, Y., Yaman, F., 2009. Farklı organik materyal uygulamalarının granny smith elma çeşidinin performansı ve yaprak besin maddesi içeriği üzerine etkileri. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 2 (2): 123-132.
- Öztürk, A. İ., 2004. Türkiye'de organik bal üretimi. I. Uluslararası Organik Hayvansal Üretim ve Gıda Güvenliği Kongresi. 28 Nisan-1 Mayıs, 2004, s.111.
- Öztürk, B., Özkan, Y., Yıldız, K., Çekiç, Ç., Kılıç, K., 2012. Red chief elma çeşidinde aminoethoxyvinilglycinenin (AVG) ve naftalen asetik asitin (NAA) hasat önu döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. Anadolu Journal Agriculture Science, 27 (3): 120-126.

- Patten, C. L., Glick, B.R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* indoleacetic acid in development of the host plant root system. *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (8): 3795-3801. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.8.3795-3801.2002>
- Probanza, A., Lucas, J.A., Acero, N., Gutierrez-Manero, F.J., 1996. The influence of native rhizobacteria on European alder (*Alnus glutinosa*[L.]Gaertn.) growth. I. Characterization of growth promoting and growthinhibiting bacterial strains. *Plant Soil*, 182, 59–66.
- Rogers, E.M., 1995. *Diffusion of Innovations*. New York, New York: The Free Press.
- Shao, L., Shu, Z., Sun, S.H., Peng, C.H., Wang, X., Lin, Z.H., 2007. Antioxidation of anthocyanins in photosynthesis under high temperature stress. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49, 1341–1351. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2007.00527.x>
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3): 144-158.
- Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M., Chandrasekaran, M., 2006. Effects of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*, 97, 1745-1751. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.06.016>
- Sutariya, N.K., Patel, M.J., Patel, H.A., Vasara, R.P., 2018. Effect of integrated nutrient management on bio chemical parameters of phalsa (*Grewia subinaequalis* L.) cv. local. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (5): 408-411.
- Tavalı, İ.E., 2011. Farklı dozlarda uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 140s, Antalya.
- Vandeputte, O., Öden, S., Mol, A., Vereecke, D., Goethals, K., El Jaziri, M., Prinsen, E., 2005. Biosynthesis of auxin by the gram-positive phytopathogen *Rhodococcus fascians* is controlled by compounds specific to infected plant tissues. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (3): 1169-1177. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.3.1169-1177.2005>.
- Verkleij, F.N., 1992. Seaweed extract in agriculture and horticulture-A review. *Biology of Agriculture and Horticulture*, 8(4): 309-334.
- Whale, S., Singh, Z., Behboudian, H., Janes, A., Dhaliwal, S., 2008. Fruit quality in 'Crips Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Science Horticulturae*, 115 (4): 342- 351. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.10.015>
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64 (4): 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)