BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 257–266 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

Trichoderma harzianum UYGULAMASININ MARULDA FİDE KALİTESİNE ETKİLERİ

Gölgen Bahar ÖZTEKİN[1]*, Orkun İKİZ[2]

[1]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID:0000-0001-6023-013X
[2]Zir. Yük. Müh., Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir; ORCID: 0000-0003-0989-826X

ÖZ

Fide yetiştirme ortamına uygulanan *Trichoderma harzianum* (Th) mantarının yaprak gübresi ile birlikte kullanıldığında marul fidelerinde büyüme ve kaliteye olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, sera domatesi rizosferinden izole edilen Th suşu ve Agroleaf Power 20-20-20+TE yaprak gübresi ile beraber ve yaprak gübresi olmadan kullanılmıştır. Yetiştirme ortamında Th bulunmayan ve yaprak gübresi uygulanan fideler kontrol uygulamasını oluşturmuştur. Th suşu sıvılaştırılarak yetiştirme ortamına (torf) uygulanmış ve bulaşık torf viyollere doldurulup, Kıvırcık-010 marul çeşidine ait tohumlar ekilmiştir. Viyoller çimlendirme odasında 3 gün tutulduktan sonra, fideler dikim büyüklüğüne gelene kadar fide serasında tutulmuştur. Bu süre içerisinde Th+gübreli ve kontrol uygulamasındaki fidelere su rampası ile üstten günde 1 kez yaprak gübresi; Th+gübresiz uygulamasına ise sadece su verilmiştir. Deneme sonuçları, fide kalite indeksinin kontrol ve Th+gübreli uygulamasında yüksek çıktığını, Th+gübreli uygulamasının fide biyokütlesini ve makro element alınımını arttırdığını göstermiştir. Th uygulamasının birlikte kullanıldığında yaprak gübresinin etkinliğini arttırdığı, yaprak gübresi uygulanmadan Th uygulamasının ölçülen tüm parametrelerde kontrol uygulamasının altında kaldığı belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, fide biyokütlesi, element alımı ve kalite indeksine olan olumlu etkileri nedeni ile Th'un fide kalitesini arttırmada tohum ekim ortamına uygulanabileceği ve fide aşamasında yaprak gübresi ile kombine edildiğinde fide kalitesini arttırabileceği; organik fide üretimi için de alternatif bir biyostimülant olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Lactuca sativa*, mantar, suş, yaprak gübresi, biyokütle, kalite indeksi

EFFECTS OF *Trichoderma harzianum* APPLICATION ON SEEDLING QUALITY IN LETTUCE

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of *Trichoderma harzianum* (Th) fungus applied to the seedling growing medium on growth and quality in lettuce seedlings when combined with foliar fertilizer. Th strain isolated from greenhouse tomato rhizosphere was used with and without Agroleaf Power 20-20-20+TE together as foliar fertilizer. Seedlings treated only foliar fertilizer and without Th in seed sowing media used as control treatment. Th strain was liquefied and applied to the growing medium (peat) and the contaminated peat was filled into seedling trays and the seeds of the Kıvırcık-010 lettuce variety were sown. Trays were kept in the germination room for 3 days and then in the seedling greenhouse until the seedlings reached planting size. During this period, foliar fertilizer once a day from the top with a water ramp for Th+fertilized and control seedlings; Th+fertilizer-free application was given only water. The results of the experiment showed that the seedling quality index was higher in the control and Th+fertilizer applications, and the Th+fertilizer application increased the seedling biomass and macro element uptake. It was determined that Th application increased the effectiveness of foliar fertilizer when used together, and Th application without applying foliar fertilizer remained below the control application in all measured parameters. When all the data obtained are evaluated together, due to its positive effects on seedling biomass, element uptake and quality index, Th can be applied to the seed sowing medium to increase seedling quality and can increase seedling quality when combined with foliar fertilizer at the seedling stage. It was concluded that it can be used as an alternative biostimulant for organic seedling production.

Keywords: *Lactuca sativa*, fungus, strain, foliar fertilizer, biomass, quality index

GİRİŞ

Kültür bitkilerinde bitki gelişimi, verim ve kaliteyi arttırmak için kullanılan gübrelerin ve bitki hastalık ve zararlılarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutabilmek amacıyla uygulanan çeşitli kimyasal tarım ilaçlarının (pestisit) bilinçsiz ve aşırı kullanımı çevreyi kirletmekte, insan ve hayvan sağlığını tehdit etmekte, dayanıklılık ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmakta, doğal dengeyi bozmaktadır. Ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu bozulan doğal dengeyi yeniden kurmak amacıyla, insana ve çevreye dost üretim sistemlerinin kullanılmasına, kimyasal tarım ilaçları ve gübrelerin

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: golgen.oztekin@ege.edu.tr

kullanımını en aza indirgeyen yeni ve etkili alternatif yöntemlerin tarımsal üretimde geliştirilmesine ve kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır [10, 71].

Çevreye duyarlı üretim sistemlerinde gübreleme ve ilaçlama programlarında kullanılan ve son yıllarda oldukça ilgi duyulan alternatiflerden birisi de "faydalı mikroorganizmalar"ın kullanımıdır. Rizosferde çok sayıda faydalı mikroorganizma (bakteri, fungus, alg gibi) bulunur ve topraktaki fizyokimyasal aktiviteler tamamen bu mikroorganizmalara bağlı olarak gerçekleşmektedir [57]. Faydalı mikroorganizmalar biyofertilizer (besin elementlerinin bitki kullanımına hazır hale getirenler), bitki stimülatörü (bitki gelişimini teşvik edenler), biyopestisit (bitki koruyucular) ve rizoremediator (organik kirleticileri parçalayarak indirgeyenler) olarak tarımda kullanılmaktadır.

Faydalı mikroorganizmalar içerisinde bakteriler büyük çoğunluğu oluşturmaktadır [30] ve *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* ve *Serratia* türleri "Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR)" olarak adlandırılmıştır [36, 57]. PGPR'lerin etki mekanizmaları tam olarak belirlenmemiş olmasına ve hala üzerinde çalışmalar devam etmesine rağmen, birçok ülkede tarımsal üretimi sınırlayan biyotik [63, 69, 56, 66] ve abiyotik [44, 72, 21, 22] faktörlere karşı kullanıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalar PGPR'lerin atmosferdeki serbest azotu bağlaması, fosforu çözmesi, enzim [1-aminoklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaz] ve fitohormon [indol-3-asetik asit (IAA) ve türevleri] üretmesi gibi doğrudan etkileri yanında, kök gelişimini teşvik etmesi, bitki besin elementi alınımını arttırması, organik artıkların ayrışmasını sağlaması, toprak yapısı ve verimliliğinin iyileştirilmesi, yer ve besin yarışı ile patojen gelişimini baskılaması, ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini baskılaması gibi dolaylı etkileri sayesinde bitki gelişimi ve verimini arttırdığını göstermiştir [19, 20, 48, 44, 12, 56, 30]. Bitkisel üretimde PGPR'lerin ilk uygulamaları bitki gelişimini teşvik amaçlı olsa da, sonraki yıllarda yapılan çalışmalar PGPR'lerin bitkisel üretimde biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmasını da kapsamıştır. En çok *Pseudomonas* ve *Bacillus* türlerine ait olan PGPR'lerin toprak kökenli patojenlerin antagonisti olarak kullanıldıkları görülmektedir [30].

Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler gibi *Trichoderma* benzeri mantarların da sera ve tarla koşullarında etkili bir biyokontrol ajanı, biyofertilizer ve bitki stimülatörü olarak kullanıldığı belirtilmektedir [27, 68, 25, 26].

Hypoceaceae familyasında yer alan *Trichoderma*'lar başlangıçta saydam daha sonrasında ise yeşile yakın renklerde gözlenmekte ve hızlı çoğalma kabiliyetindedirler [2]. *Trichoderma* türleri çeşitli bitkilerin kök yüzeylerinden, çürüyen kabuktan, sklerotlardan veya fungusların diğer üreme organlarının üzerinden izole edilebilmektedir [54]. *Trichoderma*'lar genellikle köklerde serbest yaşayan bir toprak mantarı cinsi olarak kabul edilmekle beraber, istisnai bazı durumlarda bitki gövdelerinde diğer mantarların parazitleri olarak da hayatlarını sürdürebilmektedirler [58].

Trichoderma mantarı ilk olarak 1794 yıllında Almanya'da genus düzeyinde Persoon tarafından teşhis edilmiştir [42] ve daha sonra Rifai'nin yaptığı çalışmalar ile *Trichoderma harzianum* dâhil toplam 9 türü belirlenmiş; günümüzde moleküler yöntemlerin fungusların teşhisinde kullanılmasıyla birlikte 90'nın üzerinde *Trichoderma* türü teşhis edilmiştir [16, 58]. *T.harzianum* bilinen *Trichoderma* türleri arasında en yaygın olması ile beraber, *T.strigosum*, *T.asperllum*, *T.viride*, *T.spirale* gibi türler de tasnif edilmiştir [17].

Trichoderma mantarının tarım açısından önemi birçok izolatının sera ve tarla koşullarında toprak kaynaklı hastalıkları kontrol etmede biyolojik mücadele ajanı olarak başarılı şekilde kullanılmasından kaynaklanmaktadır [61, 10, 5, 66, 39, 41, 60, 31]. Yapılan çalışmalar bazı *Trichoderma* türlerinin *Fusarium*, *Verticillium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Aspergillus* ve *Sclerotinia* türleri gibi bitki patojenlerine karşı iyi bir antagonistik yeteneğe sahip olduğunu ortaya koymuştur [11]. Antagonistik etki *Trichoderma*'lar tarafından antifungal metabolitlerin üretimi, besin ve yer için yarışma ve mikoparazitlik gibi farklı mekanizmalar tarafından sağlanmaktadır [11, 37]. *Trichoderma* spp. içerisinde *T.harzianum*'un biyolojik mücadelede en çok kullanılan tür olduğu belirlenmiştir [18, 61, 47, 8, 40].

Kökte kolonize olan *Trichoderma* spp.'nin bitki savunma mekanizmalarını stimüle ederek ve çeşitli antibiyotik bileşikler üreterek [59] bitkileri toprak kaynaklı patojenlere karşı dirençli hale getirmesi yanında; bitki gelişimini hızlandırdığı, sürgün ve kök gelişimini teşvik ettiği; fotosentezi, verimi ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı arttırdığı, besin alınımı ve kullanımını teşvik ettiği bilinmektedir [27, 68, 25, 26]. *Trichoderma*'nın bilinen diğer bir özelliği de toprakta bulunan fosfor, mangan, bakır, demir gibi elementleri çözünür bir forma dönüştürerek topraktan kolaylıkla alınabilir forma sokmasıdır. Böylelikle bitkinin element alımı ve dolayısıyla büyüme hızı artmaktadır [24].

Fide bitkisel üretimin başlangıç materyali olduğu için, üretime sağlıklı ve kaliteli bir fide ile başlamak

oldukça önemlidir. Kaliteli fide eldesi için koruma amaçlı ve bulaşma durumunda aşırı pestisit uygulaması, pişkinleştirmede ve kalite düzenlemede fide gelişimini arttırıcı/durdurucu kimyasalların uygulaması pratikte fazlaca yapılan uygulamalardandır. Ancak söz konusu bu uygulamalardaki aşırıya kaçmalar fide kalitesinde olumsuzluklara (bodurlaşma, sararma, aşırı uzama, cılız kalma vs.) yol açabilmektedir. Uygulanacak *Trichoderma* spp. gibi faydalı mikroorganizmaların kullanımı ile ekolojik denge korunarak da kaliteli fide elde etmek mümkündür. Nitekim farklı fide türlerinde yapılan çalışmalar *T.harzianum* uygulamasının kontrole göre tohumlarının çıkış ve çimlenme oranını [67, 68, 55], fidelerde kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlığını [67, 27, 68, 50, 4], fide boyu ve yaprak alanı [27, 68, 14], yaprak sayısı [55], kök uzunluğunu [68], kök ve yeşil aksamda bazı makro ve mikro element içeriğini [68] arttırdığını, hastalık kontrolü sağladığını [27] ortaya koymuştur.

Yürütülen bu çalışmada, fide yetiştirme ortamına uygulanmış *Trichoderma harzianum* susşunun yapraktan gübre uygulaması ile kombine edilerek ve edilmeden kullanımının marulda fide kalitesine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 2018 yılının ilkbahar yetiştirme döneminde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüştür.

Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak "Kıvırcık-010" marul çeşidi (Paşa Tohumculuk, Balıkesir) kullanılmıştır.

Test edilen *T.harzianum* suşu "Organik Bitkisel Üretimde Değerlendirilmek Üzere Girdi Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi" isimli TÜBİTAK 111G055 numaralı proje kapsamında geliştirilmiş formülasyonlar olup, yapılan denemelerde en umutvar olan suş [28, 29] bu çalışmada kullanılmıştır. Söz konusu suş, Adana Biyolojik Araştırma İstasyonu'nda (Ceyhan/Adana) sera domates bitkisi rizosferinden izole edilmiştir. 1×10^6 cfu/bitki mikroorganizma sayısına sahip olan suş, sıvı halde kullanılmıştır.

Yaprak gübresi olarak ise ticari fide firmalarında en çok kullanılan 20-20-20+TE kompoze gübre (Agroleaf Power, 300 g/da) denemeye alınmıştır.

Metot

Konusuna göre bitki sayıları üzerinden hesaplanmış Th suşu ithal torf (Klassman TS1, Almanya) ortamına karıştırılmış, torf iyice harmanlanmış ve nemlendirilmiş, 210'luk viyollere (66.5×33.5×4.9 cm) doldurulmuş ve her göze 1 tohum gelecek şekilde 09.05.2018 tarihinde tohum ekimi yapılmıştır. Denemede her konu için 2 viyol hazırlanmış; her viyol (n:105/tekerrür) bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Tohum ekiminden sonra ortamlar tekrar nemlendirilip viyoller streç film ile kaplanmış ve çimlendirme odasına konulmuştur. Viyoller çimlendirme odasında (karanlık, gece/gündüz 18°C, %80 nem) 3 gün tutulduktan sonra; fide adaptasyon serasına alınıp, dikim büyüklüğüne gelene kadar burada tutulmuştur. Bu süre içerisinde yetiştirme ortamına Th uygulanan fideler gübreli ve gübresiz olarak yetiştirilmiş; Th+gübreli ve kontrol uygulamasındaki fidelere su rampası ile üstten günde 1 kez yaprak gübresi; Th+gübresiz uygulamasına ise sadece su verilmiştir. Fideler tohum ekiminden 24 gün sonra dikim büyüklüğüne gelmiş; ölçüm ve analizler yapılmıştır. Uygulamaların çıkış üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla, tohum ekiminden itibaren %50'sinin çimlenmesine kadar geçen süre çıkış süresi (gün), ekimi yapılan tohum miktarı ile elde edilen fide sayısının oranı çıkış oranı (%) olarak belirlenmiştir. Dikim büyüklüğüne gelen fidelerde hasat günü sabah erken saatlerde her tekerrürden 20 adet fide seçilerek yaprak uç bölgesinden mikrometre (Mitutoyo, Japonya) yardımı ile yaprak kalınlığı (mm) ve klorofil metre (SPAD-502 Plus, Konica Minolta, Japonya) yardımı ile klorofil indeksi (SPAD) ölçülmüştür. Fidelerin yaprak rengi (L, a*, b*) renk ölçer (CR-300 Chroma Meter, Konica Minolta, Japonya) ile laboratuvarda ölçülmüş hue (h°) ve kroma (C*) değerleri ölçülen değerler üzerinden hesaplanmıştır [45]. Renk okuması her tekerrürde tam açmış 3. veya 4. gerçek yaprakta 10 adet yapılmıştır. Seçilen 10 adet fide viyollerden sökülerek kök başlangıcından büyüme ucuna kadar olan uzunluk şerit metre ile ölçülerek fide boyu (cm), kök boğazından kök uç noktasına kadar olan kısım şerit metre ile ölçülerek kök boyu/kök derinliği (cm) ve hipokotilin orta kısmından dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) ile gövde çapı (mm) ölçülmüştür. Fidelerin kök ve vejetatif aksamı (yaprak+gövde) ayrılarak temizlenmiş ve hassas terazide kök ve vejetatif aksam yaş ağırlıkları (g) tartılmıştır. Etüvde 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilen bitki kısımları hassas terazide tartılıp kuru ağırlıkları (g) ve kuru madde içerikleri (%) belirlemiştir. Fidelerin Dickson kalite indeksi (DQI) kuru ağırlık, boy ve çap

üzerinden Dickson ve ark. [15]'nın kullandığı formüle göre belirlenmiştir.

Denemelere ait kurutulmuş üst aksam (yaprak ve gövde) örnekleri, öğütücü yardımı ile toz haline getirilmiş ve yaş yakma yöntemi ile yakılarak makro (N, P, K, Ca, Mg, Na) ve mikro (Fe, Zn, Mn, Cu) besin elementleri belirlenmiştir. Yaş yakılan örneklerde P Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile kolorimetrik olarak; K ve Ca alev fotometresinde; Mg, Na ve Fe atomik absorbsiyon spektrofotometresinde; Zn, Mn ve Cu spektrofotometrede okunmuştur. Toplam N ise modifiye Kjeldahl yöntemiyle tespit edilmiştir. Sonuçlar kuru maddede %ve mg/kg olarak hesaplanmıştır [32].

Tesadüf parselleri deneme desenine göre tek faktörlü ve 3 tekrarlı olarak kurulan her iki denemeden elde edilen verilere, bilgisayarda JMP (sürüm 5.0) istatistik paket programı uygulanmıştır ve ortalamalar arasındaki fark TUKEY testine göre belirlenmiştir.

BULGULAR

Çimlenme Performansları

Marul tohumları ortalama 4.5 günde çimlenmiştir. *T.harzianum*'un gübreli ve gübresiz uygulamalarda çimlenme süresini 1 gün kısalttığı belirlenmiştir. Çimlenme oranı ise %57.1-63.6 arasında değişmiş, uygulamaların çimlenme oranı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1).

Fide Morfolojisi

Uygulamaların fide boyu, kök boyu, gövde kalınlığı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yaprak kalınlığı uygulamalardan etkilenmemiştir. Marul fidelerinde Th uygulaması fide boyunu baskılamış, en uzun boy 5.56 cm ile kontrol grubunda, en kısa fide boyu 4.45 cm ile Th+gübresiz fidelerinden elde edilmiştir. Gübre uygulanmayan Th uygulamasında fide boyu en düşük değerde olmuş, gübre uygulaması fide boyunu arttırmıştır. Fide boyuna benzer şekilde kök boyları da Th uygulamasında düşük olmuştur. En uzun kök boyu 7.06 cm ile kontrol grubu fidelerden elde edilmiştir. Bunu Th+gübreli uygulaması izlemiş; en düşük kök boyu Th+gübresiz fidelerden elde edilmiştir. En yüksek gövde kalınlığı değeri Th+gübreli uygulamadaki fidelerden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Fide kök yaş ve kuru ağırlıkları ve kuru madde miktarı üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; vejetatif aksam (yaprak+gövde) yaş ağırlıkları ile kuru madde miktarı üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur. Th+gübreli uygulamasındaki fideler 0.61 g/bitki ile en yüksek vejetatif aksam ağırlığına sahip olmuş; söz konusu uygulamayı kontrol grubu fideler izlemiştir. Th+gübresiz uygulamadaki fideler ise en düşük vejetatif aksam yaş ağırlığına sahip olmakla birlikte kontrol grubu fideler ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Fidelerinin vejetatif aksam kuru ağırlıkları uygulamalardan etkilenmemiştir. Ancak en yüksek vejetatif aksam kuru ağırlık değerlerinin Th+gübreli uygulamalardan elde edildiği görülmektedir. Bunu kontrol grubu fideler izlemiştir. Vejetatif aksam kuru madde miktarı kontrol ve Th+gübresiz uygulamalarına ait fidelerde yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 1. Uygulamaların tohum çimlenme süresi ve oranına etkileri

Table 1. Effects of treatments on germination duration and rate

Uygulamalar *Treatments**	Çimlenme süresi (gün) *Germination duration (day)*	Çimlenme oranı (%) *Germination rate*
Th+gübreli *Th+fertilizer*	4 b	57.1
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	4 b	60.7
Kontrol (gübreli) *Control (with fertilizer)*	5 a	63.6
P	<0.0001	0.883

*Th+gübreli: *Th+foliar fertilizer*; Th+gübresiz: *Th+foliar fertilizer-free*; Kontrol (Gübreli): *Control (only foliar fertilizer)*

Çizelge 2. Uygulamaların fide morfolojisine etkisi

Table 2. Effects of treatments on seedling morphology

Uygulamalar *Treatments*	Fide boyu *Seedling height* (cm)	Kök boyu *Root height* (cm)	Gövde kalınlığı *Stem diameter* (mm)	Yaprak kalınlığı *Leaf thickness* (mm)
Th+gübreli *Th+fertilizer*	4.82 b	6.67 b	1.99 a	0.235
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	4.45 c	5.81 c	1.89 b	0.223
Kontrol (Gübreli) *Control (with fertilizer)*	5.56 a	7.06 a	1.85 b	0.234
P	<0.0001	<0.0001	0.0005	0.1515

Çizelge 3. Uygulamaların fide vejetatif aksam (yaprak+gövde) ve kök yaş ve kuru ağırlıklarına etkisi

Table 3. Effects of treatments on seedling vegetative parts (leaf+stem) and root fresh and dry weights

Uygulamalar *Treatments*	Kök *Root*			Vejetatif aksam *Vegetative parts*		
	YA (g)	KA (g)	KM(%)	YA (g)	KA (g)	KM(%)
Th+gübreli *Th+fertilizer*	0.28	0.028	10.16	0.61 a	0.063	10.21 b
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	0.33	0.030	8.89	0.49 b	0.057	11.53 a
Kontrol (gübreli) *Control (with fertilizer)*	0.26	0.024	9.14	0.57 ab	0.067	11.79 a
P	0.1894	0.4863	0.4266	0.0263	0.2506	0.0123

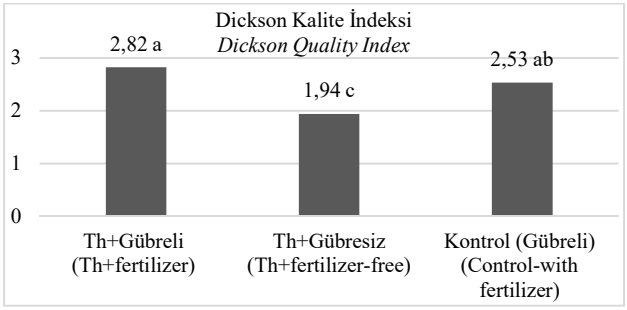
*YA: Yaş ağırlık (*Fresh weight*); KA: Kuru ağırlık (*Dry weight*); KM: Kuru madde (*Dry matter*)

Dickson Kalite İndeksi

Dickson kalite indeksi (DQI) üzerine uygulamaların etkisi önemli (P:0.0610) bulunmuştur ve 1.94-2.82 arasında değişmiştir. En kaliteli fideler Th+gübreli uygulamasından elde edilmiş; gübre uygulaması yapılan kontrol grubu fideler ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Gübre uygulanmayan ancak Th uygulanmış fidelerden daha düşük kalitede fideler elde edilmiştir (Şekil 1).

Klorofil İndeksi ve Renk Değerleri

Klorofil indeksi üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek klorofil oranı kontrol grubu fidelerden elde edilmiştir. Th+gübreli uygulaması kontrol gurubu ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 4).



Şekil 1. Uygulamaların fide kalite indeksine etkisi
Figure 1. Effects of treatments on seedling quality index

Rengin açıklık ve koyuluğunu gösteren parlaklık (L) değeri, yeşil rengi simgeleyen a* ve sarılık oranını gösteren b* değeri, yeşil ve sarılık indeksini belirleyen a*/b* değeri, rengin temel bileşenlerini belirleyen hue (h°) değeri ve renklerin doygunluğunu belirleyen kroma (C*) değerleri uygulamalardan etkilenmemiştir. Her üç uygulamadaki yaprak renk değerleri birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Uygulamaların renk değerleri üzerine etkileri
Table 4. Effets of treatments on colour parameters

Uygulamalar *Treatments*	Klorofil indeksi *Chlorophyll index (SPAD)*	Renk değerleri *Colour parameters*					
		L*	a*	b*	a*/b*	h°	C*
Th+gübreli *Th+fertilizer*	14.65 ab	61.13	-13.09	40.46	-0.32	-72.13	42.59
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	13.47 b	59.58	-14.24	39.96	-0.36	-70.36	42.44
Kontrol (gübreli) *Control (with fertilizer)*	16.23 a	61.68	-14.03	38.75	-0.36	-70.14	41.23
P	0.0052	0.3080	0.7016	0.2332	0.5324	0.5259	0.3952

*L (*Lightness*: parlaklık); negatif a*: yeşil, pozitif b*: sarı; h° (hue açısı) rengin temel bileşenleri (0°:kırmızı, 90°:sarı, 180°:yeşil, 270°:mavi; C* (kroma): rengin doygunluğu ve canlılığı

Element İçerikleri

Marul fidesi yapraklarında N %3.54-3.75, P %0.21-0.31, K %2.04-2.83, Ca %1.89-1.97, Mg %0.45-0.57, Na 5453.7-6200.7 mg/kg, Fe 54.27-81.08 mg/kg, Mn 33.47-42.91 mg/kg, Cu 1.88-2.26 mg/kg ve Zn 73.38-76.74 mg/kg arasında değişmiş; uygulamaların sadece yaprak P, K, Mg ve Na içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Th+gübreli uygulamasındaki fideler P, K, Na, Fe, Cu ve Zn içeriğinde, kontrol uygulamasındaki fideler N, P, Ca, Mg, Na ve Mn içeriğinde yüksek değerlere sahip olurken; sadece Th uygulanan fideler tüm makro ve mikro element içeriğinde en düşük değerlere sahip olmuşlardır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Yaprak element içeriğinin uygulamalara göre değişimi
Table 5. Variation of leaf element content according to treatments

Uygulamalar *Treatments*	Makro element / *Macro elements*						Mikro element / *Micro elements*			
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Th+gübreli / *Th+fertilizer*	3.73	0.31 a	2.83 a	1.89	0.49 b	5862.2 a	81.08	33.47	2.26	76.74
Th+gübresiz / *Th+fertilizer-free*	3.54	0.21 b	2.04 b	1.89	0.45 c	5453.7 b	57.89	35.43	1.88	73.38
Kontrol (gübreli) / *Control (with fertilizer)*	3.75	0.28 a	2.09 b	1.97	0.57 a	6200.7 a	54.27	42.92	2.01	73.47
P	0.6962	0.0041	0.0392	0.1469	0.0024	0.0079	0.0024	0.3456	0.3890	0.3313

TARTIŞMA

Fide üretiminde tohum ekim ortamına uygulanan *T.harzianum* suşunun, yapraktan yapılan gübreleme ile marul fidelerinin kalitesine olan etkisini görebilmek için yürütülen bu çalışmada, uygulamalar *T.harzianum* suşu olmayan ancak fide firmalarında olduğu şekilde gübrelenen uygulama ile kıyaslanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar fide kalite indeksinin kontrol ve Th+gübreli uygulamasında yüksek çıktığını, *T.harzianum*'un gübre uygulaması ile kombine kullanıldığında yaprak gübresinin etkinliğini arttırdığı, yaprak gübresi uygulanmadan Th uygulamasının ölçülen tüm parametrelerde kontrol uygulamasının altında kaldığını göstermiştir.

T.harzianum uygulamaları çimlenme gücü ve çimlenme hızı üzerine etki etmekte ve türlere göre farklı sonuçlar elde edilebilmektedir [6, 65]. Nitekim Okoth ve ark. [49], *Trichoderma* uygulamasının mısır tohumunun çimlenme oranını önemli ölçüde arttırdığını ancak fasulye tohumlarının çimlenmesi

üzerine bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Yürütülen araştırmada tohum çimlenme hızının *T.harzianum* uygulamasından etkilendiği, gübreli ve gübresiz uygulamalar arasında fark olmadığı ve kontrol uygulamasına göre *T.harzianum* uygulamasının 1 gün erkencilik sağladığı görülmüştür [43, 51]. Şalk ve ark. [62] marul tohumlarının erken çimlendiğini ve ortalama çimlenme süresinin 4-5 gün olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen çimlenme süresi belirtilen sürelere uymaktadır. Marul tohumlarının çimlenme oranının tohum saklanma süresine, saklanma koşullarına, çimlenme zamanı sıcaklıklarına ve çeşitlere göre değişmekle beraber %50-90 arasında olduğu; ve optimum çimlenme sıcaklığının ise 15-18°C olduğu belirtilmiştir [23]. Araştırmada ortalama çimlenme oranı %60.5 olmuş, uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Marul tohumlarının çimlenme oranının literatüre uyumlu olsa da yüksek olmasının sebebi standart çeşit kullanılmış olmasına, tohumların çimlenme odasından sonra çıkışlarını tamamlamak üzere konuldukları serada sıcaklıkların yüksek olması (ortalama 26°C), yetiştirme ortamının neminin iyi ayarlanamaması ihtimaline bağlanmıştır.

Marulda fide boyunun 4.20 ile 5.70 cm arasında [35] ve 3.42 ile 5.57 cm arasında [53] değiştiği belirtilmiştir. Araştırmadan elde edilen fidelerin boyu belirtilen sınırlar içerisinde olmuştur. Önceki çalışalar [27, 68, 14, 3] *T.harzianum* uygulaması ile fide boyunda artış olduğunu ortaya koymuştur ancak yürütülen araştırmada *T.harzianum* uygulaması ile fide boyunda kontrol uygulamasına göre azalama elde edilmiştir. Fide boyunun uzun olması fide kalitesi açısından tercih edilen bir durum olmamakla beraber, tek başına değerlendirilmemesi gerekmektedir. Bu bağlamda, *T.harzianum* uygulanmış fidelerin boyunun kontrole göre düşük çıkması fidenin kalitesinde eksiklik olarak görülmemektedir. Yaprak gübresi uygulanmayan *T.harzianum* uygulamasında bile fide boyu önceki çalışmalarda belirtilen sınırlar içerisinde kalmış ancak en düşük boyu vermiştir. Benzer durum kök boyu için de geçerli olmuştur. Kök boyu önceki çalışmalarda yetiştirme koşulu ve çeşide göre değişmekle birlikte 6.2 cm'den 17.7 cm'ye kadar değişiklik göstermiştir [53, 35] ve elde edilen sonuçlar önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Björkman ve ark. [7] *T.harzianum* uygulamasının kök uzunluğunu kontrole kıyasla %66 oranında arttırdığını belirtmiştir. Ancak yürütülen çalışmada *T.harzianum* uygulaması kök boyunu uygulanmayan ortamdaki fidelere göre kısaltmıştır. Bu sonucun *T.harzianum* uygulaması ile ortamdan besin alımı artışı sağlandığı için [24] kökün besin maddesi ve su bulmak için derinlere inme içgüdüsü göstermediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yaprak kalınlığı uygulamalardan etkilenmemiştir ve yaprak kalınlığının 0.23-0.35 mm arasında değiştiğini gösteren önceki çalışma ile [53] uyumlu bulunmuştur. Yaprak gübresi ve *T.harzianum*'un birlikte uygulandığı fidelerde gövde kontrole ve gübresiz *T.harzianum* uygulamasına göre kalınlaşmıştır. Önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş, Azarmi ve ark. [3] domates fidelerinde mikrobiyal gübreleme ile gövde çapının kontrol uygulamasına kıyasla arttığını; İkiz ve ark. [29] domateste yaprak gübresi ve *T.harzianum*'un birlikte uygulandığında hipokotil kalınlığını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Fide biyokütlesi -özellikle vejetatif aksam- yaprak gübreli uygulamalarda artış göstermiştir. Tek başına *T.harzianum* uygulamasının en düşük yaş ağırlığı verdiği belirlenmiştir. Kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlığı ile ilgili olarak elde edilen bu bulgular farklı sebze türlerinde mikrobiyal gübrenin ve özellikle *T.harzianum*'un kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığını bildiren önceki bazı çalışmalardan [27, 7, 68, 50, 4, 1, 38, 51, 52] farklılık göstermektedir. Bu durum yapılan önceki çalışmalarda kontrol uygulaması olarak hiçbir uygulamanın yapılmadığı bitkiler ile *T.harzianum* uygulanmış bitkilerin kıyaslanmasından kaynaklanabilmektedir. Yürütülen çalışmada, kontrol gurubu fidelere ticari fide firmalarında en çok kullanılan kompoze yaprak gübresi uygulanmış ve yaprak gübresi fide gelişimini teşvik etmiştir.

Mikrobiyal gübrelemede kullanılan mikroorganizmaların etkinliği bitki türü ve çeşidine, yetiştirme sistemi, ortamı ve sezonuna ile çevre şartlarına göre önemli derecede değişebilmektedir [9]. Buna bağlı olarak da mikrobiyal gübreleme ile ilgili çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar elde edilebilmektedir [35]. Nitekim Yedidia ve ark. [68], *T.harzianum* uygulanmış toprakta hıyar fidelerinin kontrol bitkilerine kıyasla kök alanında, kümülatif kök uzunluğunda, kuru ağırlığında, sürgün uzunluğunda, yaprak alanında, kök kuru ağırlığında ve sürgün kuru ağırlığında önemli artışlar meydana getirdiğini belirtmiştir. Ancak, Azarmi ve ark. [3] fide kalitesi üzerine farklı *T.harzianum* izolatlarının etkilerinin farklı olabileceği belirtilmiştir. Ozbay ve Newman [50] domates fidelerine uyguladıkları *T.harzianum* suşlarının kontrol grubu ile kıyaslandığında, domates fidesi büyümesini iyileştirdiğini ancak kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etki etmediklerini belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise *T.harzianum* suş T22'nin fide performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını ancak stres koşulu altında T22'nin stresli bitkilerde toksik

reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesinden kaynaklanan hasarları azalttığı saptanmıştır [43]. Mikrobiyal gübre uygulamalarında gübrenin etkisinin istenilen düzeye ulaşabilmesi için mikro-organizmaların yaşamını etkileyen özelliklerinin de (pH, nem, organik madde gibi) kontrol altında tutulması gerekliliği unutulmamalıdır [33].

Fide kalitesi fidelerin fizyolojik ve morfolojik özelliklerine göre değişebilmektedir. Her ne kadar fide kalitesinin en doğru ölçüsü ikisinin birlikte değerlendirmesi olsa da morfolojik görünüm fide fizyolojisinden daha kolay ölçülebilir ve pratik olması nedeni ile tercih edilmektedir. Fide boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık, sürgün-kök oranı ve yaprak sayısı vs parametreler morfolojik tanımlamada kullanılmaktadır. Morfolojik derecelendirmeleri iyi olan fideler, asıl yerlerine dikildiklerinde tutunma ve hayatta kalmada belirgin farklılıklar ve pozitif ilişkiler göstermektedirler. Dickson ve ark. [15] tarafından fidanlar için geliştirilen kalite indeksi (DQI), kuru ağırlık, fide boyu ve gövde çapı üzerinden formülize edilen entegre bir indekstir. Bu nedenle fide üretiminde de kullanılabileceği düşünülmüştür. Yürütülen çalışmada elde edilen tüm fidelerin kalitesi iyi olarak sınıflandırılmış ve en yüksek DQI değeri *T.harzianum* ve gübre uygulaması yapılan uygulamadan elde ediliştir. Bu sonuç domates fidelerinde yürütülen *T.harzianum* çalışmasında da DQI sonucu ile uyumlu bulunmuştur [29].

Klorofil indeksi (SPAD) *T.harzianum* uygulaması yapılan ortamda yetişen fidelerde daha düşük bulunmuş, fide renkleri gözle görülecek bir farklılık yaratmamakla beraber daha açık olmuştur. Yapılan önceki çalışmalarda *T.harzianum*'un klorofil içeriğini arttırdığı [27, 70, 3, 46, 73] veya azalttığı [13] belirtilmiştir. Araştırma bulgumuzu destekler nitelikte Çubuklu [13], aşılı domates bitkilerinde yürüttükleri çalışmalarında *T.harzianum* uygulamasının hiçbir üretim dönemde yaprak toplam klorofil içeriğine etkisini önemli bulmamışlardır. Uygulamaların L*, a*, b*, a*/b*, h° ve C* renk değerlerinde meydana getirdiği değişiklik de istatistiki olarak önemli görülmemiştir. Mikrobiyal gübre uygulamasının marul fidelerinde renk değerleri üzerine etkileri de önceki çalışmalarda değişiklik göstermiştir. Katgıcı ve ark. [34], mikrobiyal gübre uygulamasının marulda L* ve C* renk değerlerinde önemli değişiklik yaratmadığını, h° renk değerinin kontrolden daha yüksek olduğu tespit etmişlerdir. Kibar [35] ise marulda farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarının b renk değeri hariç diğer renk parametreleri üzerine bir etki yaratmadığını saptamıştır. Bu sonuçlar önemli bir kalite parametresi olan renk değerlerinin çevre şartlarından, yetiştirme koşullarından, kullanılan mikrobiyal gübreden ve çeşit farkından etkilenebileceğini göstermiştir.

Yararlı mikroorganizmaların kullanımının bitkide element içeriğini arttırdığını belirten çalışmalar mevcuttur. Yedidia ve ark. [68]'nın hıyarda, Azarmi ve ark. [3]'nın domateste yaptıkları çalışmalarda *T.harzianum* uygulamasının yaprak besin element içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu etki *Trichoderma*'nın toprakta elementleri çözünür bir forma dönüştürmesi ve dolaylı olarak bitki tarafından alınımını arttırmasından kaynaklanmaktadır [24]. Yürütülen bu çalışmada uygulamaların sadece fidelerin P, K, Mg ve Na içeriğini etkilediği; *T.harzianum*in+gübreli uygulamasındaki fidelerin daha yüksek P, K, Na, Fe, Cu ve Zn içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Tan [64], organik fide üretiminde uygun yetiştirme ortamını belirlemeye çalıştığı denemesinde, bir çok ortam denemiştir. İthal torf ortamında yetiştirdiği marul fidelerinin N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn besin element içeriklerini sırasıyla %1.25, %0.30, %2.27, %2.28, %0.39, 150.97 ppm ve 16.83 ppm; ithal torfta yetişen fidelere 20+2020+TE kompoze gübresinin yapraktan uygulanması durumunda ise aynı besin element içeriklerini sırasıyla %1.86, %0.43, %2.38, %2.61, %0.40, 170.30 ppm ve 21.47 ppm olarak bulmuştur. Araştırmacı belirtilen kompoze gübrenin, gübrelenmemiş fide yapraklarına göre besin element içeriğini arttırdığını ortaya koymuştur. Benzer durum yürütülen çalışmadan da elde edilmiştir. Ayrıca önceki çalışmadan elde edilen verilerle kıyaslandığında *T.harzianum*in+gübreli uygulamasının fidelerde N, K, Mg ve Zn içeriğini arttırdığı saptanmıştır.

Fide biyokütlesi, element alımı ve kalite indeksine olan olumlu etkileri nedeni ile *T.harzianum*'un marul fidesi üretiminde özellikle patojen zararına karşı koruyucu etkisi ve insan ve çevre sağlığına duyarlı bir uygulama olması nedeni ile de kullanılması önerilmektedir. Ayrıca organik fide üretiminde de kullanılabilecek bir alternatif uygulama olması *T.harzianum*'un önemini daha da arttırmaktadır. Ancak etkinliğinin birçok faktöre bağlı olarak değişebileceği unutulmamalıdır. *T.harzianum* suşunun fide döneminde yapraktan yapılan uygulama ile birlikte kullanımı, ölçülen tüm parametrelerde etkisini olumlu bir şekilde göstermiştir. Yaprak gübresi uygulanmadan sadece *T.harzianum* uygulaması, ölçülen parametrelerin çoğunda en düşük değerlere sahip olmuştur. Bu bağlamda marul fidesi kalitesini arttırmada tek başına yeterli görülmemiştir. Ticari fide üretiminde standart bir şekilde kullanılan 20:20:20+TE (mikro element) yaprak gübresinin *T.harzianum* ile birlikte kullanılması, ancak farklı türlerde ve yetiştirme

koşullarında araştırmalar yapılması sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Akkuş, F., 2011. Mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının tuz stresi altında yetiştirilen ıspanak (*Spinacia oleracea*) ve kök kerevizde (*Apium graveolens*) bitki gelişimi ve verim üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
2. Aydın, M.H., 2015. Bitki fungal hastalıklarıyla biyolojik savaşta *Trichoderma*'lar. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2:135-148.
3. Azarmi, R., Hajieghrari, B., Giglou, A., 2011, Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. African Journal of Biotechnology, 10(31):5850-5855.
4. Bal, U., Altintaş, S., 2006. Effects of *Trichoderma harzianum* on the yield and fruit quality of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in an unheated greenhouse, Australian Journal of Experimental Agriculture, 46(1):131-136.
5. Basım, H., Öztürk, Ş.B., Yeğen, O., 1999. Biyolojik bir fungusit in (Planter Box *T.harzianum*, Rıfai T, 22) pamuk fide kök çürüklüğü etmenlerine (*R.solani*, *Fusarium* spp.) karşı etkinliğinin araştırılması. GAP 1. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, s:137-144.
6. Bayyurt, R., 2009. Bazı yazlık sebze tohumları ve fidelerinde *Trichoderma harzianum* uygulaması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Lisans Tezi), Çanakkale.
7. Björkman, T., Blanchard, L.M., Harman, G.E., 1998. Growth enhancement of shrunken-2 (sh2) sweet corn by *Trichoderma harzianum.* 1295-22: Effect of Environmental Stress. Journal of American Society for Horticultural Science 123(1):35-40.
8. Bora, T., Özaktan, H., 1998. Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı, Prizma Matbaası Alsancak/İzmir, 205s.
9. Buyer, J.S., Roberts, D.P., Russek-Cohen, E., 2002. Soil and plant effects on microbial community structure. Canadian Journal of Microbiology, 48:955-964.
10. Chet, I., 1990. Biological control of soil - borne plant pathogens with fungal antagonist in combination with soil treatment. Biological Control of Soilborne Plant Pathogens, Conference Paper, pp:15-25.
11. Cook, R.S., Baker, K.F., 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogen. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 539p.
12. Çakmakcı, R., 2009. Stres koşullarında ACC deaminaz üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 40(1):109-125.
13. Çubuklu, Ö., 2011. Aşılı ve aşısız domates fideler ile yapılan yetiştiricilikte mikrobiyal gübrenin (*Trichoderma harzianum*) verim ve kalite üzerine etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale, 81s.
14. Datnoff, L.E., Pernezny, K.L., 2001. *Paenibacillus macerans* and *Trichoderma harzianum* enhance transplant growth and suppress Fusarium crown and root rot in Florida tomato production. Caribbean Division Meeting Abstracts, June, pp:11-15.
15. Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F., 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. The Forest Chronicle, 36(1):10-13.
16. Druzhinina, I., Kubicek, C.P., 2005. Species concepts and biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: from aggregate species to species clusters. Journal of Zhejiang University Science B, 6(2):100-112.
17. Druzhinina, I.S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B.A., Kenerley, C.M., Monte, E., Mukherjee, P.K., Zeilinger, S., Grigoriev, I., Kubicek, C.P., 2011. *Trichoderma*-the genomics of opportunistic success. Nature Reviews Microbiology, 9:749-759.
18. Elad, Y., Barak, R., Chet, I., 1984. Parasitism of *Sclerotium rolfsii* Sclerotia by *Trichoderma harzianum*. Soil Biology and Biochemistry 16:381-386.
19. Fallik, E., Okon, Y., Epistien, E., Goldman, A., Fisher, M., 1989. Identification and quantification of IAA and IBA in *Azospirillum brasilense* inoculated maize roots. Soil Biology and Biochemistry, 21:147-153.
20. Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Canadian Journal Microbiology, 41:109-117.
21. Gül, A., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y., Tüzel, İ.H., 2017. Different treatments for increasing sustainability in soilless culture. Acta Horticulturae 747:595-602.
22. Gül, A., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y., Tüzel, İ.H., 2018. Effects of nutrition and *Bacillus amyloliquefaciens* on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growing in perlite. Spanish Journal of Agricultural Research, 6(3):422-429.

23. Günay, A., 2005. Sebze yetiştiriciliği. Cilt-2, Meta Basımevi, İzmir.
24. Harman, G.E., Kubicek, C.P., 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium*, Vol.2: enzymes, biological control and commercial applications. London, 393p.
25. Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M., 2004. *Trichoderma* species: opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiol, 2:43-56.
26. Harman, G.E., 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96:190-194.
27. Inbar, J., Abramsky, M., Cohen, D., Chet, I., 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial condition. European Journal of Plant Pathology, 100:337-346.
28. İkiz, O., 2019. Bazı sebze türlerinde tohum ekim ortamına *Tricoderma harzianum* uygulamasının fide kalitesine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İzmir, 76s.
29. İkiz, O., Öztekin, G.B., Tüzel, Y., Karaçancı, Ş., Tepecik, M., 2022. *Trichoderma harzianum* suşlarının domates fide kalitesine etkileri. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi (TURJAF), 10(1):54-65.
30. İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E., Okur, O., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi 12(2):1-19.
31. Jangir, M., Pathak, R., Sharma S., 2017. *Trichoderma* and its potential applications. In: Singh, D., Singh, H., Prabha, R. (eds) Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives, Springer, Singapore, pp:323-339.
32. Kaçar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892s.
33. Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş., 2010. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, Ankara.
34. Katgıcı, A., Türk, İ., Demir, H., Üçok, Z., 2019. Mikrobiyal gübrenin kıvırcık marulda verim ve kaliteye etkileri. 2. Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi, İzmir.
35. Kibar, B., 2020. Mikrobiyal gübre uygulamasının marul ve beyaz baş lahanada çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 6(3):389-398.
36. Kloepper, J.W., 1994. Plant growth-promoting *Rhizobacteria* (other systems). In Okon Y., (Ed.), Azospirillum/Plant Associations. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp:111-118.
37. Kredics, L., Antal, Z., Manczinger, L., Szekeres, A., Kevei, F., Nagy, E., 2003. *Trichderma* strains with biocontrol potential. Food Technology and Biotechnology 41(1):37-42.
38. Kumar, S., Dey, P., 2011. Effects of different mulches and ırrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. Scientia Horticulture 127:318-324.
39. Küçük, Ç., Kıvanç, M., 2001. Sera ve laboratuvar koşullarında *Trichoderma harzianum*'un toprak kökenli bazı fungal bitki patojenleri üzerine etkisi. Biyoteknoloji 25(2):85-92.
40. Küçük, Ç., Kıvanç, M., 2003. Isolation of *Trichoderma* spp. and determination of their antifungal, biochemical and physiological features. Turkish Journal of Biology, 27:247-253.
41. Lewis, J.A., Lumsden, R., 2001. Biocontrol of damping-off of greenhouse-grown crops caused by *Rhizoctonia solani* with a formulation of *Trichoderma* spp. Crop Protection 20(1):49-56.
42. Lieckfeldt, E., Kuhls, K., Muthumeenakshi, M., 1998. Molecular taxonomy of *Trichoderma* and *Gliocladium* and their teleomorphs. In: Kubicek C.P., Harman G.E. (eds.) *Trichoderma* and *Gliocladium*, Basic Biology, Taxonomy and Genetics. Taylor & Francis, London, 1:35-74.
43. Mastouri, F., Björkman, T., Harman, G.E., 2010. Seed treatment with *Trichoderma* harzianum alleviates biotic, abiotic and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. The American Phytopathological Society 100(11):1213-1221.
44. Mayak, S., Tirosh, T., Glick, B.R., 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry 42:565-572.
45. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27(12):1254-1255.
46. Mei, L., Guang-shu, M.A., Hua, L., Xiao-lin, S.U., Ying, T., Wen-kun, H., Jie, M., Xi-liang, J., 2018. The effects of *Trichoderma* on preventing cucumber Fusarium wilt and regulating cucumber physiology. Journal of Integrative Agriculture 18(3):607-617.
47. Michrina, J., Michalikova, A., Rohacik, T., Kulickova, R., 1995. Antibiosis as a possible mechanism of antagonistic action of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium culmorum.* Ochrana Rostlin, 31(3):177-184.
48. Nishio, M., 1996. Microbial fertilizers in Japan. (http://www.agnet.org/library/eb/430/; Erişim: 24 Ekim 2018).
49. Okoth, S.A., Otadoh, J.A., Ochanda, J.O., 2011. Improved seedling emergence and growth of maize and beans by *Trichoderma harzianum*.

Tropical and Subtropical Agroecosystems 13:65-71.

50. Ozbay, N., Newman, S.E., 2004. The effect of the *Trichoderma harzianum* strains on the growth of tomato seedlings. Acta Horticulture 635:131-135.
51. Özbay, N., Demirkıran, A.R., Ergun, M., 2015. Mikrobiyal gübre (*Trichoderma harzianum*, KUEN 1585) uygulamasının marulda çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkisi. Doğu Karadeniz 2. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim 2015, Pazar/Rize.
52. Özbay, N., Ergun, M., Demirkıran, A.R., 2018. Ticari mikrobiyal gübre (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) Sim Derma uygulamasının ıspanakta çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 5(4):482-491.
53. Öztekin, G.B., Türe, K., 2019. Tam spektrumlu gün ışığı floresan lamba ile yapay ışıklandırmanın marulda fide kalitesine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(4):437-445.
54. Papavizas, G.C., 1985. *Trichoderma* and *Giocladium*: biology, ecology and potential for biocontrol. Annual Review Phytopathology 23:23-54.
55. Põldma, P., Vabrit, S., Merivee, A., Suigusaar, K., 2008. Influence of *Trichoderma viride* inoculated growing substrate on the growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Acta Horticulturae, 779:85-90.
56. Ram, R.L., Maji, C., Bindroo, B.B., 2013. Role of PGPR in different crops-an overview. Indian Journal of Sericulture, 52(1):1-13.
57. Saharan, B.S., Nehra, V., 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: A critical review, Life Sciences and Medical Research, 21:1-30.
58. Samuels, G.J., 2006. *Trichoderma*: systematics, the sexual state and ecology. Phytopathology 96(2):195-206.
59. Schirmböck, M., Lorito, M., Wang, Y.L., Hayes, C.K., Arslan-Atac, I., Scala, F., Harman, G.E., Kubicek, C.P., 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonist action of *T.harzianum* against phyto pathogenic fungi. Applied and Environmental Microbiology, 60:4364-4370.
60. Singh, A., Srivasta, S., Singh, H.B., 2007. Effect of substrates on growth and shelf life of *Trichoderma harzianum* and its use in biocontrol of diseases. Bioresource Technology 98(2):470-473.
61. Sivan, A., Chet, I., 1986. Biological control of *Fusarium* spp. in cotton, wheat and muskmelon by *T.harzianum.* Phytopathology, 116:39-47.
62. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. Özel sebzecilik. Sevil Cilt Evi ve Matbaası, Tekirdağ.
63. Şevik, M.A., 2010. Bitki virüs hastalıklarına karşı kullanılan bitki gelişimini teşvik eden rhizobakteriler (PGPR). Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 8:31-43.
64. Tan, E., 2014. Organik fide üretimine uygun yetiştirme ortamlarının belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İzmir, 87s.
65. Uslu T., 2009. Kılık sebze tohumlarında *Trichoderma harzianum* uygulamalarının çimlenme gücü ve çimlenme hızı üzerine olan etkileri. (Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
66. Whipps, J.M., Davies, K.G., 2000. Biocontrol of plant pathogens and nematodes by microorganisms. In: Gurr G., Wratten, S.D. (Ed.), Measures of Success in Biological Control, Kluwer, Dordrecht, pp:231-269.
67. Windham, M.T., Elad, Y., Baker, R., 1986. A mechanism for increased plant-growth induced by *Trichoderma* spp. Phytopathology, 76(5):5.
68. Yedidia, I., Srivastva, A.K., Kapulnik, Y., Chet, I., 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and ıncreased growth of cucumber plants. Plant and Soil 235:235-242.
69. Yıldız, H.N., Altınok, H.H., Dikilitas, M., 2012. Screening of *Rhizobacteria* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *Melongenae*, the causal agent of wilt disease of eggplant. African Journal of Microbiology Research, 6(15):3700-3706.
70. Yonsel., Batum M., Yanık T., 2006. Mikrobiyal gübreler simbiyotik biyolojik ürünler kataloğu. Tuzla-İstanbul (http://www.simbiyotek.com/mikrobiyal_gubreler_yonsel.pdf; Erişim:19.04.2018).
71. Yücel, S., 1995. A Study on soil solarization and combined with fumigant application to control of phytophthora crown blight (*Phytophthora capsici* Leonian) on peppers in the East Mediterranean region of Turkey. Crop Protection 14(8):653-655.
72. Zahir, Z.A., Ghani, U., Naveed, M., Nadeem, S.M., Asghar, H.N., 2009. Comparative effectiveness of *Rhizobacteria* containing ACC-Deaminase for growth promotion of pea (*Pisum sativum*) under drought conditions. Journal Microbiology Biotechnology, 18:958-963.
73. Zhang, F., Wang, Y., Liu, C., Chen, F., Ge, F., Ge, H., Tian, F., Yang, T., Ma, K., Zhang, Y., 2019. *Trichoderma harzianum* mitigates salt stress in cucumber via multiple responses. Ecotoxicology and Environmental Safety, 170:436-445.