

Biyogübre uygulamasının *Cupressus arizonica* ve *Acer saccharum* L. fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi

Salih PARLAK (Orcid: 0000-0003-3808-3297)*¹, Mustafa YILMAZ (Orcid: 0000-0002-8250-1882)¹,
Orkun ÖZGÜN (Orcid: 0000-0001-7662-6219)¹,

¹ Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, BURSA

*Sorumlu yazar/Corresponding author: salih.parlak@btu.edu.tr, Geliş Tarihi/Received: 21.02.2018, Kabul Tarihi /Accepted: 04.07.2018

Öz

Son yıllarda mineral gübreler yanında, besinlerin alımını sağlayan farklı bakteri türlerinin saf veya karışımlarını ihtiva eden biyogübreler kullanılmaya başlanmıştır. Tarımda yaygın olarak kullanılmasına rağmen biyogübrelerin orman fidanlıklarında kullanımı göreceli olarak yeni bir uygulamadır ve orman fidanlarının morfolojik karakterlerine etkileri konusunda yapılmış çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma, biyogübrelerin dış ortam şartlarında fidan yastıklarına uygulandığında fidan morfolojik karakterlerine etkilerinin belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Bursa Orman Fidanlığında yastıkta yetiştirilen 1+0 yaşlı mavi servi (*Cupressus arizonica*) ve şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) fidanları kullanılmıştır. Çok sayıda ticari biyogübre içinden, bileşimleri farklı bakterileri ihtiva eden iki farklı biyogübre çeşidi (Best-doll ve Bio-doll) seçilerek dört farklı doz (3 ml/l, 15ml/l, 30 ml/l ve kontrol) uygulaması yapılmış, bazı fidan morfolojik karakterlerine etkileri araştırılmıştır. *C. arizonica* ve *A. saccharum* fidanlarına uygulanan değişik biyogübreler ve dozları fidan boyu, kök boğaz çapı gibi bazı fidan morfolojik karakterlerinde anlamlı (belirgin) fark oluşturmuştur. *A. saccharum* fidanlarında Best-doll ve Bio-doll biyogübrelerinin 3 ml/l dozları kontrole göre fidan boyunu sırasıyla % 13 ve % 11, kök boğaz çapını ise sırasıyla % 13 ve % 16 artırmıştır. *C. arizonica*'nın ise kontrol grubu fidanları, her iki biyogübre uygulaması yapılan fidanlardan daha yüksek boy ve çap artımı sağlamıştır. Çalışmalara; birden fazla doz uygulama, farklı tür ve toprak şartlarında kullanım ve kimyasal gübrelerle kombine uygulamalar gibi konularda devam edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Biyogübre, *Cupressus arizonica*, *Acer saccharum*, morfolojik özellikler

Effect of biogranulation on some morphological characteristics of *Cupressus arizonica* and *Acer saccharum* L. seedlings

Abstract

In recent years, in addition to mineral fertilizers, biofertilizers containing the pure or mixture of different bacteria species that allow the uptake of nutrients have been used. Although widely used in agriculture, using of biofertilizers in forest nurseries is a relatively new application. There are limited researches about the effects of biofertilizers on morphological characteristics of forest tree seedlings, especially in outdoor environmental conditions of the nurseries. The current study was carried out to determine the effects of biofertilizers on the seedling morphological characteristics when applied on the seedbed of the forest nursery in outdoor conditions. In this research, 1+0 old Arizona cypress (*Cupressus arizonica*) and sugar maple (*Acer saccharum*) seedlings were used in Bursa Forest Nursery. Among the numerous commercial biofertilizers, two biofertilizers containing different bacterial compositions were chosen and applied in four different doses (3 ml/l, 15ml/l, 30 ml/l and control) for each to determine the effects on some morphological seedling characteristics. The applied biofertilizers and doses on the seedlings of *C. arizonica* and *A. saccharum* significantly affected some morphological characteristics, such as the seedlings' heights and root collar diameters. In *A. saccharum* seedlings, 3 ml/l doses of both Best-doll and Bio-doll fertilizers increased the length of the seedlings by 13% and 11% and provided 13% and 16% better growth in the root collar diameters respectively, compared to the control. The *C. arizonica* control group seedlings produced higher diameters and height growths compared to two other biofertilized seedlings. The studies of biofertilizers should be continued on using of different doses, different forest tree species, soil conditions and the combined applications with chemical fertilizers.

Keywords: Bio-fertilizer, *Cupressus arizonica*, *Acer saccharum*, morphological characteristics

To cite this article (Atıf): PARLAK, S , YILMAZ, M , ÖZGÜN, O . (2018). Biyogübre uygulamasının *Cupressus arizonica* ve *Acer saccharum* L. fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5 (2), 117-122.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.397217>

1. Giriş

Ağaçlandırma çalışmalarında başarının artırılması, bakım ve tamamlama giderlerinin düşürülmesi

kullanılan fidanların kalitesine bağlıdır. Özellikle kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmalarında kullanılacak fidanların kök/sak oranının dengeli

olması istenmektedir. Yetersiz veya aşırı beslenme fidanların kalitesinde bozulmalara yol açabilmektedir. Ekstrem ekolojik koşullarda yapılan ağaçlandırmalarda kullanılan fidanların, çok daha kaliteli ve kök/sak dengesinin kök lehine olması arzu edilmektedir. Bu dengenin kurulması, fidanlıkta kültürel işlemlere bağlı olduğu kadar, toprağın besleme kapasitesi ve yarayışlı besin maddelerinin alınabilirliğine bağlıdır. Besin yetersizliği durumunda kimyasal gübrelerle takviye yapılmaktadır. Kimyasal gübrelerin yarayışlı forma dönüştürülmeleri ve kolay alınabilmelerinde toprak mikroorganizmaları görev almaktadır. Bu bakımdan topraktaki mikroorganizma faaliyetinin fazlalığı, verimliliğinin bir göstergesidir. Topraktaki besinlerden daha iyi faydalanabilmek için son yıllarda çeşitli bakteri türlerini ihtiva eden biyogübre uygulamaları yapılmaktadır. Bu gübreler tarım, orman ve süs bitkilerinde (Reddy, 2014) uygulama alanı bulmaktadır. Tarımsal ürünlerde verim artışı, hastalıklara karşı direnç, besin maddelerinden daha iyi faydalanma gibi hususlarda başarılı sonuçlar alınmıştır.

Biyogübreler; (biyolojik gübreler, bio-fertilizer, bakteriyel gübreler, bio-inokulantlar, bakteriyel inokulantlar, mikrobiyal kültürler) bitki için gerekli olan bitki besin maddelerinin sağlanmasında ve biyolojik yolla yarayışlı hale gelmesinde rol oynayan canlı mikroorganizmaların ticari formülasyonlarını ifade etmekte (Anonim, 2010) ve toprağa doğrudan ya da dolaylı olarak uygulanan mikroplar olarak bilinmektedir (Owen ve ark., 2015). Böylece topraktaki besin maddeleri daha etkin olarak kullanılmakta ve fidan kalitesi artmaktadır. Biyogübreler saçak kök oluşumunu teşvik etmesi nedeniyle (Benitez ve ark., 2004; Contreras-Cornejo ve ark., 2009) fidan tutma ve yaşama oranlarını artırmaktadır. Toprak kaynaklı zararlı patojenleri baskılamak, faydalı bakterileri etkinleştirdiğinden bitkilerin biyokütlesini önemli derecede artırdığı ispatlanmıştır (Siddiqui, 2006). Azot ve fosfor alımını sağlayarak (Hasrat, 2006) kök sistemlerinin gelişimini ve ürün miktarını (Owen ve ark., 2015) artırmaktadır.

Biyogübreler faydalarına ve fonksiyonlarına göre; azot bağlayanlar, fosfatı çözenler, potasyumu çözenler, sülfürü okside edenler, silikatu çözenler, dekompoze kültürler olarak ayrılabilir. Azot bakterileri ise kendi arasında simbiyotik ve simbiyotik olmayan azot bakterileri şeklinde ayrılır. *Rhizobium*, *Azolla* gibi simbiyotik, *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Beijerinckia*, *Azospirillum* gibi simbiyotik olmayan bakteriler havanın serbest azotunu bağlarlar. *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Aspergillus* ve

Penicillium bakterileri ise fosforun serbest hale geçmesinde etkilidirler (Borkar, 2015). Mikroorganizmaların, kimyasal gübreler ve pestisitlerin oluşturduğu problemleri çözmede alternatif olmaları nedeni ile organik tarımda kullanılmaları oldukça yaygınlaşmıştır (Berg, 2009).

Oysa ormancılıkta kullanımı konusunda yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bunlardan en fazla bilineni *Rhizobium* bakterileri olup, baklagillerin köklerinde simbiyotik yaşayarak azot bağlarlar. *Aktinomisetler* ise orman ağaçlarından kızılâğaç, ılgın, iğde gibi ağaçların köklerinde küçük yumrular meydana getirerek azot bağlarlar (Anonim, 2010). Orman fidanlarına biyogübre uygulaması ve fidan morfolojik karakterlerine etkileri konusunda yapılmış çalışmalar olmasına rağmen, (Shishido ve Chanway, 2000; Karthikeyan ve Suryaprakash, 2008; Kuppurajendran, 2012; Rajeshkumar ve ark., 2009; Bergottini ve ark., 2015; Sreedhar ve Mohan, 2016) bu çalışmaların birçoğu laboratuvar ortamında yapılmış saksı denemelerini içermektedir (Malusá ve ark., 2012).

Bu çalışma, dış ortam şartlarında fidan yastıklarında gerçekleştirilmiş, mavi servi (*Cupressus arizonica*) ve şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) türlerinde iki farklı biyogübre (Best-doll ve Bio-doll) uygulamasının fidan morfolojik karakterlerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanının tanıtımı ve fidanlık çalışmaları

Çalışma 89m rakımda bulunan Bursa Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Bursa'nın 1926–2016 yılları arasındaki iklim verileri; yıllık ortalama sıcaklık 14,6°C; en sıcak ay ortalaması temmuz 24,5°C ve en soğuk ay ortalaması ise 5,3°C ile ocak ayıdır. Yıllık yağış ortalaması 707,5 mm olup yaz ayları yağış toplamı 71,5 mm olarak hesaplanmıştır.

Ekim yastıkları 120 cm eninde olup *C. arizonica* tohumları beş, *A. saccharum* tohumları dört sıralı olarak 2016 yılı Nisan ayında ekilmiştir. Biyogübre uygulaması yapılan parsellerde m²'de *C. arizonica*'da 46 ve *A. saccharum*'da 50 fidan bulunacak şekilde seyreltme uygulaması yapılmıştır. Biyogübre uygulaması yapılmadan önce verilen gübrelerin birbirini etkilememesi için fidan yastıklarında parsel aralarına toprağın 30 cm derinliğine kadar plastik plakalar konulmuştur. Vejetasyon dönemi boyunca yastıklarda rutin ot alma, sulama ve kök kesimi faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

Biyogübrelerin firma tarafından içeriği garanti edilen toplam mikroorganizma sayısı 2×10^7 kob/ml ve etkin olduğu pH aralığı 4-9 olarak belirtilmiştir (Tablo 1). Çalışmada her iki biyogübrenin 3 ml/m², 15 ml/m², 30 ml/m² ve kontrol dozları kullanılmış-

tır. Her bir doz hazırlanan şekerli su solüsyonunda (50 g/l) 24 saat bekletilerek bakterilerin çoğalmaları temin edilmiş, daha sonra hazırlanan dozajlar 10 litre saf suya karıştırılarak çoğaltılmıştır.

Tablo 1. Biyogübrelerin içeriği ve deneme deseni
Table 1. Contents of biofertilizers and study design

Uygulama	İçerik	Tür	Dozlar (ml/l)	Tekerrür	Toplam uygulama alanı (m ²)
Best-doll	<i>Penicilium bilaii</i>				
	<i>Bacillus megaterium</i>	<i>A. saccharum</i>	3	3	
	<i>Artrobacter viscosus</i>				6
	<i>Azotobacter vinelandii</i>		15		
	<i>Azotobacter chroococcum</i>	<i>C. arizonica</i>		3	
	<i>Pseudomanas sp.</i>		30		
Kontrol (Best-doll)		<i>A. saccharum</i>		3	
		<i>C. arizonica</i>	0	3	6
Bio-doll	<i>Bacillus polymyxa</i>				
	<i>Azospirillum brasileense</i>	<i>A. saccharum</i>	3	3	
	<i>Arthrobacter paraffineus</i>	<i>C. arizonica</i>	15		6
	<i>Pseudomanas sp.</i>		30	3	
Kontrol (Bio-doll)		<i>A. saccharum</i>		3	
		<i>C. arizonica</i>	0	3	6

Çalışma, Rastlantı parselleri deneme desenine''ne uygun kurulmuştur. Süzgeçli sulama kovasıyla 1 m²'lik fidan yastıklarına her doz üç yinelemeli olarak 28.06.2016 tarihinde tek uygulama olarak yapılmıştır. Ayrıca tesadüfî olarak belirlenen ve biyogübre uygulanmayan altı kontrol parseli alınmıştır. Biyogübrenin fidan karakteristikleri üzerindeki etkisinin ortaya konabilmesi için vejetasyon dönemi sonunda tüm fidanların boyları ve kök boğaz çapları ölçülmüştür. Fidanlar 20.07.2016 tarihinde rutin bir uygulama olan kök kesimine tabi tutulmuş, 26.11.2016 tarihinde yapılan ikinci kök kesimini takiben yastıktan elle sökülmüştür.

2.2. Verilerin değerlendirilmesi

Biyogübrenin etkisinin belirlenebilmesi için fidanların vejetasyon dönemi sonunda ölçülen çap ve boy değerleri istatistiki analizlerde kullanılmıştır. Verilerin normallik denetimi yapılmış, normal dağılım göstermeyen fidan boyu (FB), kök boğaz çapı (KBÇ) değerlerine logaritma dönüşümü uygulanmıştır. Farklı biyogübre ve dozlarının *A. saccharum* ve *C. arizonica* fidanlarının morfolojik özelliklerine etkisi belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi (ONEWAY-ANOVA) kullanılmış,

sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile denetlenmiştir. İstatistik analizlerde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0®, 2015). Araştırmada $y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$ istatistik modeli kullanılmıştır. Modelde y_{ij} : farklı biyogübre uygulamasına tabi tutulmuş bir fidana ait morfolojik özelliği, μ : bir fidan özelliğine ait genel ortalama değeri, α_i : biyogübrenin etkisini, ε_{ij} : raslantı hatasını ifade etmektedir.

3. Bulgular

3.1. Uygulanan biyogübrelerin *Acer saccharum* fidanlarının morfolojik karakterlerine etkisi

Yapılan varyans analizi sonucunda; biyogübre çeşitlerinin fidan boylarında etkili fakat kök boğaz çapı bakımından etkisiz olduğu belirlenmiştir. Dozlar ise boy ve kök boğaz çapında istatistiki olarak anlamlı fark oluşturmuştur (Tablo 2). Her iki gübrede 3 ml/m² doz uygulanan *A. saccharum* fidanları daha yüksek boy büyümesi ve kök boğaz çapı artışı sağlamıştır. (Tablo 3).

Uygulanan biyogübre dozlarının *A. saccharum* fidanlarının boy ve kök boğaz çapına etkisi Tablo

Tablo 2. Gübre cins ve dozlarına göre *A. saccharum* fidanlarının varyans analizi
Table 2. Analysis of variance for *A. saccharum* seedlings by fertilizer types and doses

Varyasyon kaynağı	Fidan Boyu (cm)		Kök boğazı çapı (mm)	
	F oranı	Sig.	F oranı	Sig.
Gübre çeşidi	8,219	0,04	1,584	0,209
Gübre dozu	30,320	0,000	36,991	0,000

Tablo 3. *A. saccharum* fidanlarının doza bağlı boy ve çap gelişimlerine ait Duncan testi sonuçları
Table 3. Duncan test for height growth and diameter increment of *A. saccharum* seedlings

Gübre dozu (ml/l)	Adet	Fidan boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)
		(Ort.±SS)	(Ort.±SS)
Kontrol	136	93,6±19,5 b	9,82±2,39 b
3	151	105,7±21,6 a	11,47±2,96 a
15	151	86,1±15,0 c	8,63±1,91 c
30	175	93,6±16,0 b	9,88±2,07 b

4'te verilmiştir. Kontrole göre, Best-doll biyogübrenin 3 ml/l dozu % 13 ve Bio-doll biyogübrenin 3 ml/l dozu % 11 boy artışı sağlamıştır. Kök boğaz çapında ise Best-doll biyogübre çeşidi %13, Bio-doll biyogübre çeşidi ise % 16 artım meydana getirmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Uygulanan biyogübre dozlarının *A. saccharum* fidanlarının boy ve kök boğaz çapına etkisi
Table 4. The effects of applied biofertilizer doses on height and root collar diameters of *A. saccharum* seedlings

Biyogübre çeşidi	Biyogübre dozu (ml/l)	Fidan adedi	Fidan boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)
Best-doll	Kontrol	68	94,0	9,81
	3	67	107,6	11,26
	15	85	82,0	8,52
	30	101	90,5	9,97
Bio-doll	Kontrol	68	93,2	9,82
	3	84	104,1	11,62
	15	66	91,3	8,76
	30	74	97,7	9,74

3.2. Biyogübrelerin *Cupressus arizonica* fidanlarının morfolojik karakterlerine etkileri

Yapılan varyans analizi sonucunda; uygulanan biyogübre cinsleri arasında fidan boyları ve çapları bakımından fark oluşmazken, uygulanan dozla-

rın boy ve kök boğaz çaplarında istatistiki olarak anlamlı fark oluşturduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Yapılan Duncan testinde her iki gübrede de kontrol parselindeki *C. arizonica* fidanları daha iyi boy büyümesi ve kök boğaz çapı gelişimi sağlamıştır (Tablo 6).

Tablo 5. Gübre cins ve dozlarına göre *C. arizonica* fidanlarının varyans analizi
Table 5. Analysis of variance for *C. arizonica* seedlings by fertilizer types and doses"

Varyasyon kaynağı	Fidan boyu (cm)		Kök boğazı çapı (mm)	
	F oranı	Sig.	F oranı	Sig.
Gübre çeşidi	1,060	0,304	0,360	0,549
Gübre dozu	5,008	0,002	3,137	0,025

Tablo 6. *C. arizonica* fidanlarının doza bağlı boy ve çap gelişimlerine ait Duncan testi sonuçları
Table 6. Duncan test for height growth and diameter increment of *C. arizonica* seedlings

Gübre dozu (ml/l)	Adet	Fidan boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)
		(Ort.±SS)	(Ort.±SS)
Kontrol	128	55,6±14,1 a	7,73±2,01 a
3	144	51,5±11,8 b	7,58±1,93 ab
15	135	50,2±10,8 b	7,10±1,82 b
30	145	51,4±11,1 b	7,22±1,94 b

Uygulanan biyogübre dozlarının *C. arizonica* fidanlarının boy ve kök boğaz çapına etkisi Tablo 7'de verilmiştir. Her iki biyogübre çeşidinin kontrol dozu diğerlerinden daha fazla boy artımı sağlamıştır. Kök boğaz çapını ise 30 ml/l Best-doll biyogübre çeşidi sadece % 1 artırmış, Bio-doll biyogübre çeşidi ise etkisiz bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7. Uygulanan biyogübre dozlarının *C. arizonica* fidanlarının boy ve kök boğaz çapına etkisi
Table 7. The effects of applied biofertilizer doses on height and root collar diameters of *C. arizonica* seedlings

Biyogübre çeşidi	Biyogübre dozu (ml/l)	Fidan adedi	Fidan boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)
Best-doll	Kontrol	64	55,4	7,69
	3	64	53,4	7,64
	15	76	48,0	6,81
	30	65	54,6	7,76
Bio-doll	Kontrol	64	55,7	7,76
	3	80	49,9	7,51
	15	59	53,1	7,47
	30	80	48,8	6,77

4. Tartışma ve Sonuç

Yaptığımız çalışmada fidanların boy ve kök boğaz çapı gelişimi bakımından biyogübre çeşitlerinin sadece *Acer saccharum* fidanlarının boy gelişiminde etkili, *Cupressus arizonica* fidanlarında etkili olmadığı belirlenmiştir. Biyogübre dozlarının ise hem *A. saccharum* hem de *C. arizonica* fidanlarının boy ve çap gelişiminde anlamlı fark oluşturduğu belirlenmiştir. Best-doll ve Bio-doll gübrelere 3 ml/l dozu *A. saccharum* fidanlarının boy gelişimini kontrole göre sırasıyla % 13 ve % 11; kök boğaz çapını ise % 13 ve % 16 artırmıştır. Best-doll biyogübre çeşidi *A. saccharum* boy ve çap artımında dalgalı bir seyir izlemiş, 15 ml dozdaki artış diğer dozlardan düşük kalmıştır. Bio-doll biyogübre çeşidinin kontrole göre daha fazla boy artışı sağlaması, bileşiminde *Azospirillum* grubu bakterilerin varlığına bağlı olabilir. Çünkü *Azospirillum* bakterilerinin *Azotobacter* ile kıyaslandığında yaklaşık üç kat daha fazla azot bağladığı bildirilmektedir (Borkar, 2015).

Kuppurajendran (2012), *Erythrina indica* sürgün uzunluğu bakımından *Azospirillum* ile bulaşık fidanların kontrole göre boyda % 57,71 ve kök uzunluğunda % 41,76 artış sağladığını belirlemiştir. *Azospirillum*+AM fungi+ *Pseudomonas* kombinasyonu uygulanan *Feronia elephantum* (Corr.) fiderinde kontrole göre kök uzunluğunun % 56,81, sürgün boyunun % 22,72 ve kök boğazı çapının ise % 108,57 arttığı bildirilmektedir (Deshmukh ve ark., 2007). Rajeshkumar ve ark. (2009), *Melia azedarach* L.'taki çalışmalarında *Glomus geosporum*, *Azotobacter chroococcum* ve *Bacillus coagulans* uygulanan fidanların kök ve sürgün boylarını kontrole göre daha yüksek bulmuşlardır.

Bu çalışmada kullanılan diğer tür olan *C. arizonica* fidanlarına uygulanan biyogübre çeşitleri ise çap ve boy artımında etkisiz bulunmuştur. Fakat uygulanan dozlara bakıldığında, kontrol grubu fidanları boy ve çap gelişimi bakımından uygulanan tüm dozlardan daha yüksek değerler vermiştir.

Bio-doll terkibine benzer olarak, *Azotobacter*, *Pseudomonas* ve *Bacillus* bakterileri bulunan biyogübreler ile farklı sonuçlar elde eden çalışmalar mevcuttur. Asif ve ark. (2013), *Azotobacter*'in fidan boyunu kontrole göre % 37,17 artırdığını belirlemiştir. *Picea glauca* (Moench) Voss × *Picea engelmannii* Parry ex Engelm.) hibritlerinin tohumlarına yapılan *Pseudomonas* ve *Bacillus* uygulaması % 10-234 arasında sürgün ve kök artışı sağlamıştır (Shishido ve Chanway, 2000). *Azotobacter* uygulanan fidanların gelişimlerinin nispeten düşük kaldığına dair çalışmalar ile (Paroha ve ark., 2000) biyogübrelerin kök boğaz çapını artırdığına

dair çalışmalar mevcuttur. Asif ve ark. (2013), farklı biyogübreler ile yaptıkları çalışmada kök boğaz çapını % 8,84 ile % 16,87 arasında artırdığını belirlemiştir. *Azospirillum* uygulanan fidanlarda ise (Kuppurajendran, 2012) kök boğazı çapı kontrole göre % 75,54 artış göstermiştir. Mohan ve Rajendran (2014), biyogübre bileşiminin kök, sak ve kök boğazı çapını ortalama % 77,47 oranında artırdığını belirlemiştir. Parlak ve Güner (2017), iki yaşlı karaçam fidanlarına uygulanan biyogübrenin fidan karakterlerinde anlamlı bir fark meydana getirmediğini bildirmişlerdir. Bu konuda çalışan Alori ve ark. (2017) ise uygulanan bazı biyogübrelerin toprağın mikrobiyalarını artırma veya azaltma bakımından etkisiz olabildiğini ifade etmektedirler.

Bu çalışmada biyogübre uygulamasının fidan boyu ve kök boğazı çapı gibi bazı fidan morfolojik özelliklerinde kısmen etkili bulunmakla birlikte, literatürde belirtilen değerlere ulaşamamıştır. Biyogübre ile ilgili çalışmalara farklı fidanlık, toprak tipi, ağaç türü, tohumla uygulama, uygulama sayısı ve dozu ile biyokütle miktarına etkisinin belirlenmesi gibi konularda devam edilmelidir.

Teşekkür: Bu çalışma (Proje Numarası: 2016-02-007) Bursa Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Alori, E.T., Dare, M, O., Babalola, O.O., 2017. Microbial Inoculants for soil quality and plant health. *Sustainable Agriculture Reviews* 22: 281-307

Anonim, 2010. Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına dair Yönetmelik. 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmî Gazete

Asif, M., Lone, S., Lone, F.A., Hamid, A., 2013. Field performance of blue pine (*Pinus wallichiana*) seedlings inoculated with selected species of bio-inoculants under nursery conditions. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 4(1): (B) 632-640

Benitez, T., Rincon, A.M., Limon, M.C., Codon, A.C., 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiology* 7: 249-260

Berg, G., 2009. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology* 84: 11-18

- Bergottini, V.M., Otegui, M.B., Sosa, D.A., Zapata, P.D., Mulot, M., Rebord, M., Zopfi, J., Wiss, F., Benrey, B., Junier, P., 2015. Bio-inoculation of yerba mate seedlings (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) with native plant growth-promoting Rhizobacteria: a sustainable alternative to improve crop yield. *Biology and Fertility of Soils* 51(6): 749–755
- Borkar, S.G., 2015. *Microbes as Biofertilizers and Their Production Technology*, Woodhead Publishing India Pvt. Ltd., 218p.
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., Cortés-Penagos, C., López-Bucio, J., 2009. Trichoderma virens a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. *Plant Physiology* 49: 1579–1592
- Deshmukh, A.M., Khobragade, R.M., Dixit, P.P., 2007. *Handbook of Biofertilizers and Biopesticides*. Oxford Book Company 267, 10-B-Scheme, Opp. Narayan Niwas, Gopalpura By Pass Road, Jaipur-302018, 326p.
- Hasrat, A., 2006. *Agro Technology of Organic Farming*. Published by: Grassroots Institute c/o Grassroots India Trust 1st Floor, 134, Street 17, Zakir Nagar, Okhla, Opp. New Friends Colony A-Block, New Delhi – 110 025, 21p.
- Karthikeyan, A., Suryaprakash, M., 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi, *Phosphobacterium* and *Azospirillum* sp. on the successful establishment of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. in bauxite mine soils. *Forests and Trees and Livelihoods* 18 (2): 183-191
- Kuppurajendran, 2012. Effects of bioinoculants on seedling growth, biochemical changes and nutrient uptake of *Erythrina indica* L. in semi arid region of Southern India. *Biometrics & Biostatistics* 3:2, DOI: 10.4172/2155-6180.1000134
- Malusá, E., Sas-Paszt, L., Ciesielska, J., 2012. Technologies for beneficial micro-organisms inocula used as biofertilizers. *The Scientific World Journal* [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3324119/> doi:10.1100/2012/491206 (Erişim tarihi: 09.09.17)
- Mohan, E., Rajendran, K., 2014. Effect of plant growth-promoting microorganisms on quality seedling production of *Feronia elephantum* (Corr.) in semi-arid region of S. India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 3(7): 103-116
- Owen, D., Williams, A.P., Griffith, G.W., Withers, P.J.A., 2015. Use of commercial bio-inoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. *Applied Soil Ecology* 86: 41–54
- Parlak S., Güner, D., 2017. Mikrobiyal gübre uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, A, 4: 2, 100-106, DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmo-ad.337884>
- Paroha, S., Chandra, K.K., Tiwari, K.P., 2000. Synergistic role of VAM and *Azotobacter* inoculation on growth and biomass production in forestry species. *Journal of Tropical Forestry* 16(1): 13-21
- Rajeshkumar, S., Chandran Nisha, M., Chidambaram Prabu P., Wondimu, L., Selvara, T., 2009. Interaction between *Glomus geosporum*, *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus coagulans* and their influence on growth and nutrition of *Melia azedarach* L. *Turkish Journal of Biology* 33: 109-114
- Reedy, P.P., 2014. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Horticultural Crop Protection*. ISBN 978-81-322-1973-6 (eBook), Springer. New Delhi, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 313p.
- Shishido M., Chanway C.P., 2000. Colonization and growth promotion of out planted spruce seedlings pre-inoculated with plant growth promoting Rhizobacteria in the greenhouse. *Canadian Journal of Forest Research* 30(6): 845–854
- Siddiqi, Z. A. 2006. PGPR: Prospective biocontrol agents of plant pathogens. In *PGPR: Biocontrol and biofertilization*, 111–42. Dordrecht, The Netherlands: Springer
- SPSS v.22.0, 2015. *SPSS 22.0 Guide to Data Analysis*, published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA. 637 pp.
- Sreedhar, S.S., Mohan V., 2016. Effect of different plant growth promoting microbes as bio-inoculants on the growth improvement of *Ailanthus excelsa* seedlings in nursery. *The Indian Foresters* 142 (7): 631-641