



Saf ve karışık halde yetiştirilen sakallı kızılgağaç (*Alnus glutinosa* Gearth. subsp. *barbata*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) fidanlarının kısa dönem biyokütle değerleri

Short term biomass values of pure and mixed grown black alder (*Alnus glutinosa* Gearth. subsp. *barbata*) and oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) seedlings

Sinan GÜNER, Aşkın GÖKTÜRK, Mehmet KÜÇÜK
Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin, Türkiye

Eser Bilgisi / Article Info

Araştırma makalesi / Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.333484

Sorumlu yazar / Corresponding author

Sinan GÜNER

e-mail: sinanguner@artvin.edu.tr

ORCID: 0000-0002-2781-7083

Geliş tarihi / Received

08.08.2017

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

01.11.2017

Elektronik erişim / Online available

29.11.2017

Anahtar kelimeler:

Frankia alnus (Woronin) Von Tubeuf
Alnus glutinosa Gearth. subsp. *barbata*
Fagus orinetalis Lipsky
Saf ve karışık dikim

Keywords:

Frankia alnus (Woronin) Von Tubeuf
Alnus glutinosa Gearth. subsp. *barbata*
Fagus orinetalis Lipsky
Pure and mixed plantation

Özet

Bu çalışmanın amacı; azot bağlayan *Frankia alni* (Woronin) Von Tubeuf bakterilerine sahip sakallı kızılgağaç (*Alnus glutinosa* Gearth. subsp. *barbata*), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) fidanlarının gelişmesine etkisini ortaya koymaktır. Bunun için 2014 yılı kasım ayında Artvin İli Arhavi İlçesi Ortacalar Mevkiinde 6 adet 200 m² büyüklüğünde deneme alanı tesis edilmiştir. Deneme alanlarının ikisine sakallı kızılgağaç, ikisine doğu kayını, ikisine de karışık halde sakallı kızılgağaç ve doğu kayını fidanları dikilmiştir. Fidanlar 1 m x 1 m aralık ve mesafeler ile sıralı olarak dikilmişlerdir. Her bir deneme alanına 200'er adet fidan dikilmiştir. Dikimlerde 1 yaşında sakallı kızılgağaç ve 2 yaşında doğu kayını fidanları kullanılmıştır. Dikimden önce 30 adet doğu kayını ve 30 adet sakallı kızılgağaç fidanlarının kök boğazı çapları (KBÇ), fidan boyları (FB), kök kuru ağırlıkları (KKA), gövde kuru ağırlıkları (GKA) ve fidan kuru ağırlıkları (FKA) ölçülmüştür. 2016 yılının vejetasyon dönemi sonunda saf sakallı kızılgağaçlardan (30 adet), saf doğu kayınlardan (30 adet), karışık yetiştirilen sakallı kızılgağaçlardan (30 adet) ve karışık yetiştirilen doğu kayını fidanlarından (30 adet) toplam 120 adet fidan sökülümüş ve KBÇ, FB, KKA, GKA ve FKA değerleri yeniden ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre; dikimden iki yıl sonra karışık halde yetiştirilen doğu kayını fidanlarının, saf halde yetiştirilen doğu kayını fidanlarına göre daha iyi gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ağırlıklarda meydana gelen artımlardan gövde ağırlığındaki artımın istatistiksel olarak anlamlı olduğu, kök ve fidan ağırlığındaki artımın ise önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Abstract

The aim of this study is to investigate the effect of black alder (*Alnus glutinosa* Gearth. subsp. *barbata*) which have nitrogen fixing bacteria *Frankia alni* (Woronin) Von Tubeuf on the development of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky). For this purpose, in november 2014, sample plots of 200 m² has been established in the Ortaca Region of Arhavi District of Artvin. Two of the sample plots were planted with pure black alder, two pure oriental beech, two mixed black alder and oriental beech. Seedlings were planted in sequence with 1 x 1 m spacing and distances. 200 seedlings were planted in each sample plots. One year old black alder and two year old oriental beech seedlings were used in the plantings. Before planting, root collar diameter (RCD), seedling length (SL), root dry weights (RDW), stem dry weights (StDW) and seedling dry weights (SdDW) of 30 oriental beech and 30 black alder seedlings were measured. At the end of the vegetation period of 2016, a total of 120 seedlings were removed from the sample plots of pure black alder (30 seedlings), pure oriental beech (30 seedlings), mixed grown black alder (30 seedlings) and mixed grown oriental beech seedlings (30 seedlings) and RCD, SL, RDW, StDW, and SdDW values were re-measured. As a result of the measurements, it was determined that the oriental beech seedlings grown in mixed plots two years after planting showed better development than the eastern beech seedlings grown in pure plots. The increase in body weight was statistically significant, while the increase in root weight and seed weight was not significant.

GİRİŞ

Azot bağlayıcı bakteriler, bitkilerin köklerinde nodül oluşturmuş olan *Rhizobium* sp. ve *Frankia* sp. bakterileridir ve simbiyotik bir ilişki sonucu havadaki azotu, bitkinin bulunduğu toprağa; azot tuzu olarak bağlarlar (Vessey 2003; Karthikeyan et al. 2013; Rehan et al. 2016). Azot bağlayıcı bakterilere sahip bitkiler, fakir

toprakları ıslah etmekte ve bitki besin maddeleri bakımından zenginleştirmektedirler (Diagne et al. 2013; Stokdyk ve Herrman 2014). Terkedilmiş maden sahalarının restorasyonunda ve bozulmuş ormanların rehabilitasyonunda yetiştirme ortamlarının ıslah edilmesi amacıyla aktif olarak kullanılmaktadırlar (Huss-Danell and Ohlsson 1992; Karthikeyan et al. 2013; Bissonnette et al. 2014; Diagne et al. 2015). Bu bitkiler ağaçlandırma

çalışmalarında birlikte bulunduğu diğer türlerin gelişmesine de azot desteği sağlayarak katkı sağlamaktadırlar (Miller ve Murray 1978; Voigtlaender et al. 2012; Mortimer et al. 2015).

Azot bağlayan bakterilere sahip bitkiler; *Betulaceae*, *Casuarinaceae*, *Coriariaceae*, *Datisceae*, *Elaeagnaceae*, *Myricaceae*, *Rhamnaceae*, and *Rosaceae*'nin dahil olduğu 8 familya 25 cins ve yaklaşık olarak 200 türden oluşmaktadır (Dawson 2007). Bu türlerin en önemlilerinden biri de *Betulaceae* familyasına ait olan kızılgağaç (*Alnus* sp.) türleridir. Kızılgağaçlar *Frankia alni* (Woronin) Von Tubeuf olarak isimlendirilen azot bağlayıcı bakterilere sahiptirler (Figueiredo et al. 2010; Orczewska et al. 2012).

Hızlı büyüyen kızılgağaçlar dere kenarlarında ve yıllık yağışın 1500 mm üzerinde olan rutubetli yetiştirme ortamlarında yayılış yapmaktadırlar (Giardina et al. 1995; Vares et al. 2004). Kızılgağaçların bir türü olan Sakallı Kızılgağaç (*Alnus glutinosa* Gerath. subsp. *barbata*) Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesinde ve Kafkaslarda yayılış yapmaktadır. Sakallı kızılgağaçlar hızlı gelişen türlerden olup, 20-50 yıl idare süresi ile işletilmektedir (Ayan ve Sivacioğlu 2006; Hamzeh'ee et al. 2008).

Karadeniz Bölgesinde ve Kafkaslarda yayılış yapan ekolojik ve ekonomik açıdan bir başka önemli endüstriyel orman ağacı türü ise doğu kayınıdır (*Fagus orientalis* Lipsky) (Ertekin ve ark. 2015; Pak ve Gülci 2017; Varkouhi et al. 2017). 100-140 yıl idare süreleri ile işletilmektedirler. Her iki türün de yayılış yaptığı alanlarda yıllık toplam yağış miktarı 2500 mm/m²'nin üzerindedir. Bu yağışlarla beraber özellikle doğu kayını ormanlarında azot başta olmak üzere topraklardaki besin maddeleri yıkanmakta ve derinlere taşınmaktadır (Tufekcioglu et al. 2005). Yöredeki kayın ağaçlarında azot eksikliğinin belirtisi olarak sürgün kısıklığı, sararmış ve küçük kalmış yapraklar gibi büyüme zorlukları sıklıkla görülmektedir.

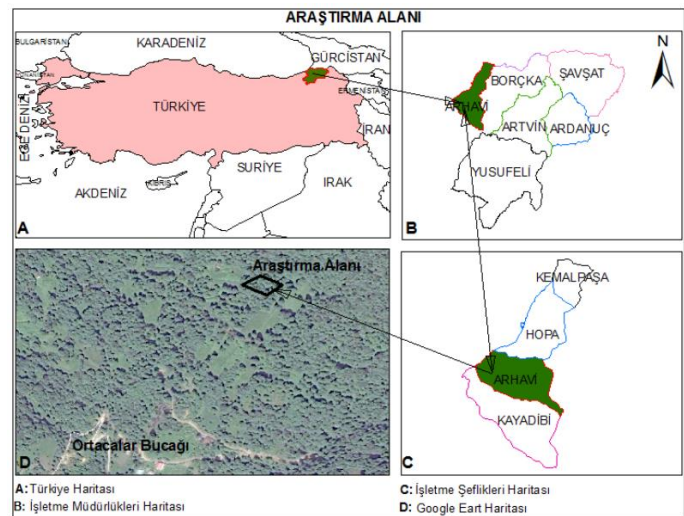
Azot bağlayan bakterilere sahip bitkiler toprak ıslahı ve verimliliğin artırılması amacıyla tarım sektöründe yapay gübrelere tercihen yoğun olarak kullanılmaktadır (Canbolat et al. 2006). Ormancılık sektöründe ise bu tür çalışmalar oldukça sınırlıdır. Türkiye ormancılık sektörünün biyogübre konusunda ilk kapsamlı

araştırmalarından biri olan bu çalışmanın amacı; kızılgağaçların doğu kayınının biyokütle artımına etkisinin olup olmayacağını belirlemesidir. Bu çalışmada, Arhavi İlçesi Ortacalar Mevkiinde bulunan rehabilitasyon sahasında kurulan deneme alanlarında sakallı kızılgağaç ve doğu kayını fidanları saf ve karışık olarak dikilmiştir. Doğu kayının ve sakallı kızılgağacın saf ve karışık halde nasıl bir gelişme gösterecekleri, kızılgağacın köklerinde yer alan azot bağlayan *Frankia alni* (Woronin) Von Tubeuf bakterilerinin doğu kayınlarının gelişmesine etki edip etmeyeceği sorusuna cevap aranmıştır. Dikimden sonraki iki yılsonunda saf ve karışık halde yetiştirilen doğu kayını ve sakallı kızılgağaç fidanlarının kök, gövde ve fidan ağırlıklarındaki kısa dönem değişim oranları tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Alanı

Bu çalışmada deneme alanları Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Artvin İli Arhavi İlçesi Ortacalar Mevkiinde (41° 17' 10" N - 41° 23' 72" E) tesis edilmiştir (Şekil 1). Araştırma alanının denizden ortalama yükseltisi 950 m olup, bakışı kuzeydir. Eğimi %10-20 arasında değişmektedir. Araştırma alanına en yakın Hopa Meteoroloji İstasyonu'un enterpole verilerine göre araştırma alanı yılda ortalama 2719 mm/m² yağış almaktadır.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu

Yöntem

Araştırma alanında ilk önce örtü temizliği yapılmış ve sonrasında tam alan toprak işlenmiştir. Toprak işleme yapıldıktan sonra 6 adet 10 m x 20 m boyutlarında 200 m² büyüklüğünde deneme alanları tesis edilmiştir. Deneme alanlarının 2 adedine 200 adet 1 yaşında saf kızılgağaç, 2 adedine 200 adet 2 yaşında saf doğu kayını ve 2 adedine de karışık 100 adet 1 yaşında kızılgağaç + 100 adet 2 yaşında doğu kayını fidanı dikilmiştir. 1m x 1m aralık mesafe ile yapılan dikimler 2014 yılı kasım ayında yapılmıştır. Dikimlerden önce; 30'ar adet doğu kayını ve kızılgağaç fidanında kök boğazı çapı ve fidan boyu ölçümleri gerçekleştirilmiş ve ölçümlerden sonra fidanlar kök boğazından kesilip gövdesi ve kökleri ayrılmıştır. Hassas terazi ile tartılarak kök, gövde ve fidan kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. 24 saat 105 °C de kurutma fırınında bekletildikten sonra tartma işlemi tekrar edilmiş ve kök, gövde ve fidan kuru ağırlıkları belirlenmiştir. 2016 yılı eylül ayında biyokütlenin değişimini belirlemek amacıyla her bir işlem parselinde (saf kızılgağaç, karışık kızılgağaç, saf doğu kayını, karışık doğu kayını) 30'ar adet fidan sıralı bir şekilde sökülerek örnek fidanlar üzerinde dikim öncesi yapılan ölçümler tekrar yapılmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Sakallı kızılgağaç ve doğu kayını fidanlarının saf ve karışık dikimlerinde fidanların kök boğazı çapı (KBÇ), fidan boyu (FB), gövde kuru ağırlığı (GKA) kök kuru ağırlığı (KKA) ve fidan kuru ağırlığı (FKA) bakımından farklılıklarının olup olmadığını belirlemek için SPSS ver XIX programı yardımı ile bağımsız iki örneklem t testi uygulanmıştır.

Çizelge 2. Saf ve karışık dikimlerde doğu kayını fidanlarının ağırlıklarına ilişkin t-testi

Değişkenler	Levene'nin Denklik Eşitliği Testi		Ortalamaların Eşitliği için T-testi		Serbestlik derecesi	Önem Düzeyi (2-tailed)	Ort. Fark	Std Hata Farkı
	F-Oranı	Önem Düzeyi	t					
KBÇ	Kabul Edilen Eşit Vary.	0.532	0.469	0.335	58.000	0.739ns	0.002	0.005
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.			0.335	57.464			
FB	Kabul Edilen Eşit Vary.	0.181	0.672	0.526	58.000	0.601ns	0.294	0.559
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.			0.526	57.582			
KKA	Kabul Edilen Eşit Vary.	0.448	0.506	-0.777	58.000	0.441ns	-0.347	0.446
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.			-0.777	53.050			
GKA	Kabul Edilen Eşit Vary.	1.130	0.292	-2.042	58.000	0.046*	-0.611	0.299
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.			-2.042	56.341			
FKA	Kabul Edilen Eşit Vary.	1.005	0.320	-1.443	58.000	0.154ns	-0.958	0.664
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.			-1.443	57.897			

BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğu kayını fidanları, sakallı kızılgağaç fidanları ile karışık halde yetiştirildiklerinde; GKA bakımından saf halde yetiştirilmelerine göre daha fazla artım yapmışlardır. KKA, FKA, KBÇ ve FB bakımından sakallı kızılgağaç ile karışık yetiştirilen alanlarda yaklaşık değerler elde edilmiştir (Çizelge 1).

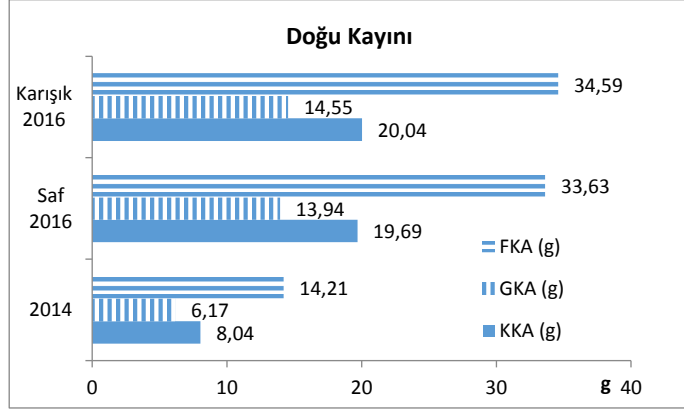
Çizelge 1. Doğu kayını fidanlarına ilişkin istatistiksel bilgiler

Değişkenler*	İşlem	Veri Sayısı	Kasım 2014 Ort± Std hata	Eylül 2016 Ort± Std hata
KBÇ (mm)	Saf	30	7.83±0.002	8.827±0.004 a
	Karışık	30	7.83±0.002	8.825±0.003 a
FB (mm)	Saf	30	33.99±0.030	65.642±0.378 a
	Karışık	30	33.99±0.030	65.348±0.412 a
KKA (g)	Saf	30	8.04±0.005	19.692±0.263 a
	Karışık	30	8.04±0.005	20.039±0.361 a
GKA (g)	Saf	30	6.16±0.003	13.941±0.229 a
	Karışık	30	6.16±0.003	14.552±0.193 b
FKA (g)	Saf	30	14.21±0.008	33.633±0.479 a
	Karışık	30	14.21±0.008	34.591±0.460 a

*KBÇ: Kök Boğaz Çapı, FB: Fidan Boyu, KKA: Kök Kuru Ağırlığı, GKA: Gövde Kuru Ağırlığı, FKA: Fidan Kuru Ağırlığı

Saf ve sakallı kızılgağaç fidanları ile birlikte yetiştirilen doğu kayını fidanlarının 2016 yılında ulaştıkları değerler üzerinde yapılan t testine göre karışık halde yetiştirilen fidanların sadece gövde ağırlığındaki artım anlamlı bulunmuştur (p< 0,05). Doğu kayını fidanlarının KBÇ, FB, KKA ve FKA'daki artımların ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (p>0,05) (Çizelge 2).

Saf ve sakallı kızılgağaç fidanları ile birlikte yetiştirilen doğu kayını fidanlarının 2014 ve 2016 yılları arasındaki kök, gövde ve fidan ağırlıklarındaki artımları gösteren grafik Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Doğu kayını fidanlarının kök, gövde ve fidan ağırlıkları (2014-2016)

Sakallı kızılgağaç fidanları, doğu kayını fidanları ile karışık halde yetiştirildiklerinde; KBÇ, FB, KKA, GKA ve FKA bakımından saf halde yetiştirilmelerine göre daha fazla artım yapmışlardır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sakallı kızılgağaç fidanlarına ilişkin istatistiksel bilgiler

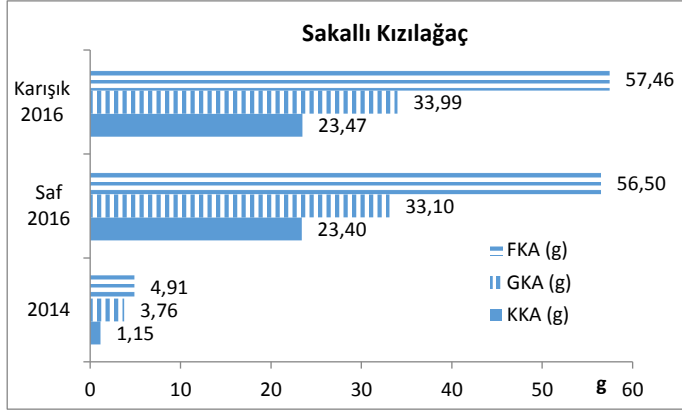
Değişkenler	İşlem	Veri Sayısı	2014 Ort± Std hata	2016 Ort± Std hata
KBÇ (mm)	Saf	30	5,71±0.005	13,535±0.052 a
	Karışık	30	5,71±0.005	13,852±0.094 b
FB (mm)	Saf	30	33,59±0.046	159,929±3.434 a
	Karışık	30	33,59±0.046	161,975±4.275 a
KKA (g)	Saf	30	1,15±0.001	23,403±0.273 a
	Karışık	30	1,15±0.001	23,467±0.210 a
GKA (g)	Saf	30	3,76±0.002	33,099±0.425 a
	Karışık	30	3,76±0.002	33,991±0.232 a
FKA (g)	Saf	30	4,91±0.003	56,502±0.687 a
	Karışık	30	4,91±0.003	57,458±0.431 a

Saf ve doğu kayını fidanları ile birlikte yetiştirilen sakallı kızılgağaç fidanlarının 2016 yılında ulaştıkları değerler üzerinde yapılan t testine göre ise karışık halde yetiştirilen fidanların sadece KBÇ artımı anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Sakallı kızılgağaçların fidan boyu, kök ağırlığı, gövde ağırlığı ve fidan ağırlıklarındaki artımlar ise önemsizdir ($p > 0,05$) (Çizelge 4).

Saf ve doğu kayını fidanları ile birlikte yetiştirilen sakallı kızılgağaç fidanlarının 2014 ve 2016 yılları arasındaki kök, gövde ve fidan ağırlıklarındaki artımları gösteren grafik Şekil 3’te verilmiştir.

Çizelge 4. Saf ve karışık dikilen sakallı kızılgağaç fidanlarının ağırlıklarına ilişkin t-testi

Değişkenler	Levene'nin Denklik Eşitliği Testi		Ortalamaların Eşitliği için T-testi					
	F-Oranı	Önem Düzeyi	t	Serbestlik derecesi	Önem Düzeyi (p)	Ort. Fark	Std Hata Farkı	
KBÇ	Kabul Edilen Eşit Vary.	17,354	0,000	-2,939	58,000	0,005*	-0,317	0,108
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.							
FB	Kabul Edilen Eşit Vary.	4,147	0,046	-0,373	58,000	0,711ns	-2,045	5,483
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.							
KKA	Kabul Edilen Eşit Vary.	4,320	0,042	-0,185	58,000	0,854ns	-0,064	0,344
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.							
GKA	Kabul Edilen Eşit Vary.	13,546	0,001	-1,842	58,000	0,072ns	-0,892	0,484
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.							
FKA	Kabul Edilen Eşit Vary.	9,669	0,003	-1,179	58,000	0,244ns	-0,956	0,811
	Kabul Edilmeyen Eşit Vary.							



Şekil 3. Sakallı kızılgağaç fidanlarının kök, gövde ve fidan ağırlıkları (2014-2016)

Bu alınan ilk sonuçlara göre; karışık yetiştirilen alanlarda artımların fazla olmasının nedenlerinin türler arası rekabet ile birlikte kızılgağaçların toprağa sağladığı azotun destek olduğu düşünülmektedir. Kızılgağaçların toprağa sağladıkları azot desteği ile birlikte gelecek yıllarda doğu kayını fidanlarının saf olarak yetiştirilen alanlara göre daha iyi gelişme göstereceği beklenmektedir.

Azot bağlayan bakterilere sahip bitkiler ormancılık sektöründen ziyade daha çok tarım sektöründe toprakların ıslahı ve asli ürününün veriminin artımında yoğun olarak kullanılmaktadırlar. Özellikle tarım sektöründe azot bağlayan bakterilere sahip bitkiler doğal gübreleme yolu ile etkin ve verimli çalışmalar yürütülmüştür (Figueiredo et al. 2010). Patateste, (Klopper et al. 1980), pamukta (Chen et al. 1994), soya fasülyesinde (Zhang et al. 1996), buğdayda (Amara ve Dadhoh, 1997), mısırdaki (Pan et al. 1999), pirinçte (Biswas et al. 2000) ve çay tarımında (Mortimer et al. 2015) azot bağlayan bakterilere sahip bitkilerle yetiştirildiklerinde verimin arttığı görülmüştür. Türkiye’de de tarım sektöründe azot bağlayan bakterilere sahip bitkilerle yapılan önemli araştırmalar bulunmaktadır. Bunlardan Canbolat ve ark. (2006) arpa üretiminde yapay gübrelere nazaran *Bacillus licheniformis*, *Paenibacillus polymyxa* ve *Pseudomonas putida* gibi azot bağlayan bakterilerle yetiştirildiğinde arpa veriminin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Yine *Bacillus* türleri ile birlikte yetiştirilen şeker pancarı miktarları kontrol alanlarına göre daha fazla verimli olmuştur (Kantar ve Algur 1999; Cakmakçı ve Ark, 2001)

Ormancılık sektöründe ise azot bağlayan bakterilere sahip bitkilerin daha çok bozuk ve terkedilmiş maden sahalarının rehabilitasyonu amaçlı olarak kullanılması dikkat çekicidir (Karthikeyan et al. 2013; Bissonnette et al. 2014; Diagne et al. 2015; Ayan ve Yer, 2017). Bunun yanı sıra azot bağlayan bakterilere sahip orman ağaçları kendileri ile birlikte yetiştirildikleri diğer türlerin gelişmesine de katkı sağlamaktadırlar. Örneğin Miller ve Murray (1978) *Pseudotsuga menziesii* ((Mirb.) Franco.)’nin %59 oranında *Alnus rubra* (Bong.) içeren plantasyonda, DeBell ve Radwan (1979) *Populus trichocarpa* (Torr. and Gray)’nın %50 oranında *Alnus rubra* içeren plantasyonda saf plantasyonlarına göre daha iyi gelişim gösterdiklerini belirlemişlerdir. Moffat (2000), kızılgağaçlarla birlikte yetiştirilen Japon karaçamında (*Pinus tunbergii* Parl.) 5 yıl sonra anlamlı hacim artımlarının olduğunu bildirmiştir. Van der Meiden (1961) de benzer şekilde kavak plantasyonlarında meşcere altına kızılgağaç tesisinin kavaklarda hem boy hem de çap gelişimini artırdığını ortaya koymuştur. Miller ve Murray (1978) ve DeBell ve Radwan (1979)’in bulgularına benzer şekilde; Binkley et al. (1984), *Pseudotsuga menziesii* plantasyonuna doğal olarak karışıma katılan *Alnus sinuata* ((Regel Rydb.)’nin etkisini araştırdığı çalışmada; *Pseudotsuga menziesii*’nin gelişimine *Alnus sinuata*’nın önemli etkisinin olduğunu ifade etmektedir. Çalışmada; *Pseudotsuga menziesii*’nin çap gelişiminde %13, göğüs yüzeyinde %33, toprak üstü biyokütlede %40 oranında artışın meydana geldiğini belirlemişlerdir. Radosevich et al. (2006), Binkley ve ark (1984)’nin bulgularının aksine, *Pseudotsuga menziesii* dikim sahasına doğal olarak gelen *Alnus rubra*’nın bulunduğu alan ile türlerin saf olarak buldukları alanlar arasında gelişim açısından önemli bir farklılık tespit edememişlerdir. *Pseudotsuga menziesii* ve *Alnus rubra*’nın karışım yaptığı alanlarda yoğunluklarının fazla olması durumunda *Alnus rubra*’nın *Pseudotsuga menziesii*’nin gelişimi üzerine olumsuz etkisi ortaya çıkabilmektedir. Buna karşın, rekabet etkisinin olmadığı, türlerin oransal olarak daha az olduğu özellikle fakir ve orta dereceli topraklarda *Alnus rubra*’nın varlığı açık tohumlu türlerin gelişimine olumlu etki etmektedir (Shainsky ve Radosevich 1991; Callaway ve Pennings 2000). Bu ifadelerle dayanarak; Binkley et al. (1984) ve Radosevich et al. (2006)’nın bulguları arasındaki farklılıkların tür yoğunlukları ve alan verimliliği ile ilişkili

olduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışmalar sonucunda kızılgağaçların ibreli ormanları toprak üstü biyokütle miktarlarını önemli oranlarda artırması ile birlikte yapay azot gübrelerinin yerine alternatif olarak kızılgağaçların kullanılması önerilebilir.

SONUÇLAR

Karışık olarak yetiştirilen deneme alanlarında doğu kayını fidanları GKA bakımından, sakallı kızılgağaçlar KBÇ bakımından saf olarak yetiştirilen deneme alanlarına göre daha fazla gelişim göstermiştir. Doğu kayını fidanları için KKA, FKA, KBÇ ve FB miktarlarındaki değişimler istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Sakallı kızılgağaç fidanları için ise FB, KKA, GKA ve FKA miktarlarındaki artışlar anlamlı bulunmamıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; dikimden sonraki iki yılda sakallı kızılgağaçların doğu kayınlarının gelişimi üzerine olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Ancak, daha sağlıklı sonuçların ileriki yıllarda ortaya çıkacağı beklenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBİTAK TOVAG 114O661 numaralı proje tarafından finansal olarak desteklenmiştir. Finansal desteğinden dolayı TUBİTAK'a, çalışma alanını tahsis eden Orman Genel Müdürlüğüne, arazi çalışmalarına destek veren Arhavi Orman İşletme Müdürlüğüne ve personeline, Orman Yüksek Mühendisleri Volkan ÇALOĞLU ve Ahmet DUMAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Amara MAT, Dahdoh MSA (1997) Effect of inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and uptake of nutrients by wheat grown on sandy soil. *Egypt J Soil* 37:467-484
- Ayan S, Sivacioglu A (2006) Review of the fast growing forest tree species in Turkey. *Bol. Inf. CIDEU* 2:57-71.
- Ayan S, Yer EN (2017) A review on the species used in the remediation of contaminated soils due to different mining operations in Turkey. 4-7 September, 2017, International Conference on The Biological Reclamation of Disturbed Lands, Proceedings Book, ISBN 078-5-94984-629-2, Ekaterinburg, Russia, pp. 371-380.
- Binkley D, Lousier JD, Cromack K (1984) Ecosystem Effects of Sitka Alder in a Douglas-fir Plantation. *Forest Sci*, 30 (1): 26-35
- Bissonnette C, Fahlman B, Peru KM, Khasa DP, Greer CW, Headley JV, Roy S (2014) Symbiosis with Frankia sp. benefits the establishment of *Alnus viridis* ssp. *crispa* and *Alnus incana* ssp. *rugosa* in tailings sand from the Canadian oil sands industry. *Ecological engineering*, 68: 167-175.

- Biswas JC, Ladha JK, Dazzo FB (2000) Rhizobial inoculation influences seedling vigor and yield of rice. *Agron J*, 92:880-886
- Çakmakçı R, Kantar F, Şahin F (2001) Effect of N₂-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164: 527531
- Callaway RM, Pennings CS (2000) Facilitation May Buffer Competitive Effects: Indirect and Diffuse Interactions among Salt Marsh Plants. *The American Naturalist*, 156 (4): 416-424.
- Canbolat MY, Barik K, Çakmakçı R, Şahin F (2006) Effects of mineral and biofertilizers on barley growth on compacted soil. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 56(4):324-332.
- Chen C, Bauske EM, Musson G, Rodriguez-Kabana R, Kloepper JW (1994) Biological control of Fusarium on cotton by use of endophytic bacteria. *Biol Control* 5:83-91
- Dawson JO (2007) Ecology of actinorhizal plants. In *Nitrogen-fixing actinorhizal symbioses*. Springer Netherlands, pp. 199-234.
- DeBell DS, Radwan MA (1979) Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantations. *Bot. Gaz.* 140: 97-101.
- Diagne N, Arumugam K, Ngom M, Nambiar-Veetil M, Franche C, Narayanan KK, Laplaze L (2013) Use of Frankia and actinorhizal plants for degraded lands reclamation. Hindawi Publishing Corporation, BioMed Research International, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/948258>. Accessed 28 September 2017.
- Diagne N, Ngom M, Djighaly PI, Ngom D, Ndour B, Cissokho M, Champion A (2015) Remediation of Heavy Metal-Contaminated Soils and Enhancement of Their Fertility with Actinorhizal Plants. In *Heavy Metal Contamination of Soils* Springer International, pp. 355-366.
- Ertekin, M., Kırdar, E., Ayan, S. (2015) Effects of tree ages, exposures and elevations on some seed characteristics of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.). *SEEFOR - South-east European Forestry*, 6 (1): 15-23.
- Figueiredo, MDVB, Seldin L, de Araujo F F, Mariano, RDLR (2010) Plant growth promoting rhizobacteria: fundamentals and applications. In *Plant growth and health promoting bacteria* Springer, Berlin Heidelberg, pp. 21-43.
- Giardina C, Huffmans S, Binkley D, Caldwell B (1995) Alders increase soil phosphorus availability in a Douglas-fir plantation. *Can. J. For. Res.* 25: 1652-1657.
- Hamzeh'ee B, Naqinezhad A, Attar F, Ghahreman A, Assadi M, Prieditis, N (2008) Phytosociological survey of remnant *Alnus glutinosa* ssp. *barbata* communities in the lowland Caspian forests of northern Iran. *Phytocoenologia*, 38(1-2): 117-132.
- Huss-Danell, K, Ohlsson H (1992) Distribution of biomass and nitrogen among plant parts and soil nitrogen in a young *Alnus incana* stand. *Canadian journal of botany*, 70(8): 1545-1549.
- Kantar F, Algur OF (1999) Sugar beet and barley yield in relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* inoculation. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 162: 437-442.
- Karthikeyan A, Chandrasekaran K, Geetha M, Kalaiselvi R (2013) Growth response of *Casuarina equisetifolia* Forst. rooted stem cuttings to Frankia in nursery and field conditions. *Journal of Biosciences*, 38(4): 741.
- Kloepper JW, Schroth MN, Miller TD (1980) Effects of rhizosphere colonization by plant growth promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70:1078-1082
- Miller RE, Murray MD (1978) The effect of red alder on growth of Douglas fir. In *Utilization and management of alder*, USDA Forest Serv, p. 283-306.

- Moffat AJ (2000) Effects of inoculation with Frankia on the growth and nutrition of alder species and interplanted Japanese larch on restored mineral workings. *Forestry*, 73(3): 215-223.
- Mortimer PE, Gui H, Xu J, Zhang C, Barrios E, Hyde KD (2015) Alder trees enhance crop productivity and soil microbial biomass in tea plantations. *Applied Soil Ecology*, 96: 25-32.
- Orczewska A, Piotrowska A, Lemanowicz J (2012) Soil acid phosphomonoesterase activity and phosphorus forms in ancient and post-agricultural black alder (*Alnus glutinosa* L.) Gaertn.) woodlands. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81(2): 81-86
- Pak M, Gülci N (2017) A comparative economic evaluation of bucking deciduous trees: A Case study of Oriental beech (*Fagus orientalis*) stands in Northeastern Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(1): 72-79
- Pan B, Bai YM, Leibovitch S, Smith DL (1999) Plant growth promoting rhizobacteria and kinetic as ways to promote corn growth and yield in short season areas. *Eur J Agron* 11:179–186
- Radosevich SR, Hibbs, DE, Ghera, CM (2006) Effects of species mixtures on growth and stand development of Douglas-fir and red alder. *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 768-782.
- Rehan M, Swanson E, Tisa LS (2016) Frankia as a Biodegrading Agent. In Dharumadurai D, Yi J (ed) *Actinobacteria-Basics and Biotechnological Applications*, InTech, pp 272-290
- Shainsky LJ, Radosevich RS (1991) Analysis of Yield-Density Relationships in Experimental Stands of Douglas-Fir and Red Alder Seedlings. *Forest Science*, 37(2): 574-592.
- Stokdyk J.P, Herrman KS (2014) Short-term impacts of *Frangula alnus* litter on forest soil properties. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225: 2000. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2000-3>, Accessed 27 October 2017
- Tufekcioglu A, Guner S, Tilki F (2005) Thinning effects on production, root biomass and some soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey. *Journal of environmental Biology*, 26(1): 91-95.
- Van Der Meiden HH (1961) Alder in mixture with poplar. *Nederlands bosbouw tijdschrift* 33:168-171.
- Vares A, Lohmus K, Truu M, Truu J, Tullus H, Kanal A (2004) Productivity of black alder (*Alnus glutinosa* L Gaertn.) plant on reclaimed oil-shale mining detritus and mineral soils in relation to rhizosphere conditions. *Goryuchiye Slantsy (Tallin, 1984)* 21 (1): 43–58.
- Varkouhi S, Namiranian M, Joorgholami M (2017) Commercial tree products modeling case study in Gorazbon district, Kheyroud Forest, Iran. *Forest Science and Technology*, 13(2): 71-76.
- Vessey JK (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and soil*, 255 (2): 571-586.
- Voigtlaender M, Laclau JP, de Moraes Gonçalves JL, de Cássia Piccolo M, Moreira, MZ, Nouvellon Y, Ranger J, Bouillet JP (2012) Introducing Acacia mangium trees in Eucalyptus grandis plantations: consequences for soil organic matter stocks and nitrogen mineralization. *Plant and Soil*, 352 (1-2): 99-111.
- Zhang F, Dashti N, Hynes RK, Smith DL (1996) Plant growth-promoting rhizobacteria and soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Nodulation and fixation at suboptimal root zone temperatures. *Ann Bot*, 7:453–459..