

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAF VE KARIŞIK SAKALLI KIZILAĞAÇ

(*Alnus glutinosa* subsp.*barbata* (C.A. Mey) Yalt.) ve DOĞU KAYINI

(*Fagus orinetalis* Lipsky) AĞAÇLANDIRMALARINDA TOPRAK SOLUNUM

DEĞİŞİM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Volkan ÇALOĞLU

Artvin-2016

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAF VE KARIŞIK SAKALLI KIZILAĞAÇ

(*Alnus glutinosa* subsp.*barbata* (C.A. Mey) Yalt.) ve DOĞU KAYINI

(*Fagus orinetalis* Lipsky) AĞAÇLANDIRMALARINDA TOPRAK SOLUNUM

DEĞİŞİM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Volkan ÇALOĞLU

Danışman
Doç. Dr. Sinan GÜNER

Artvin 2016

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAF VE KARIŞIK SAKALLI KIZILAĞAÇ
(*Alnus glutinosa* subsp *barbata* (C.A. Mey) Yalt.) ve DOĞU KAYINI
(*Fagus orinetalis* Lipsky) AĞAÇLANDIRMALARINDA TOPRAK SOLUNUM
DEĞİŞİM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Volkan ÇALOĞLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08/06/2016

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : .../.../2016

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sinan GÜNER

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

ONAY:

Bu Yüksek Lisans / Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2016 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2016 tarih vesayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2016

Prof. Dr. Zafer ÖLMEZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Sakallı kızılağaç ve doğu kayını fidanlarının birlikte ve saf olarak yetiştirildikleri takdirde, toprak sıcaklığında ve toprak neminde meydana gelebilecek değişikliklerin olduğunun belirlenmek amacıyla yapılan bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Sinan GÜNER’e teşekkürlerimi sunarım.

Tezin değişik aşamalarında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK’e, Yrd. Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK’e ve Arş. Gör. Ahmet DUMAN’ a teşekkür ederim

Bu yüksek lisans tezi bursiyer olarak görev almış olduğum 1140661 numaralı “Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*(C.A.Mey)Yalt.) desteği ile Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarında Verimliliğin Artırılması” konulu TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanmıştır. Bu tezin proje yönteminden farkı, tez kapsamında gerçekleştirdiğimiz ölçümlerin daha fazla yapılmış olmasıdır. TÜBİTAK’a ve proje yönetimine desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma sonuçlarının ormancılıkta faydalı olmasını dilerim.

Volan ÇALOĞLU
Artvin - 2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.2. Literatür Çalışması	2
2. MATERYAL VE YÖNTEM	10
2.1. Materyal	10
2.1.1. Araştırma Alanı	10
2.1.2. İklim	11
2.1.3. Jeolojik Yapı	11
2.1.4. Bitki Örtüsü	12
2.2. Yöntem	12
2.2.1. Deneme Alanları	12
2.2.2. Solunum Örnekleme İÇin Gerekli Ekipmanların Hazırlanması.....	16
2.2.3. Solunum Örnekleme İ.....	17
2.2.4. Solunum Analizi.....	18
2.2.5. İstatistiksel analizler	18
3. BULGULAR	19
3.1. Toprak Solunumuna İlişkin Bulgular	19
3.2. Toprak Nemine İlişkin Bulgular	20
3.3. Toprak Sıcaklığına İlişkin Bulgular	21
4. TARTIŞMA	23
4.1. Toprak Solunumuna İlişkin tartışma	23
4.2. Toprak Nemine İlişkin Tartışma	25
4.3. Toprak Sıcaklığına İlişkin Tartışma.....	26

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	27
KAYNAKLAR.....	28
ÖZGEÇMİŞ.....	33



ÖZET

Bu çalışmada doğu kayını, kızılağaç ve doğu kayını + kızılağaç meşcerelerindeki toprak solunumundaki değişim araştırılmıştır. 2014 yılının sonbahara aylarında 1/0 yaşında kızılağaç ve 2/0 yaşında kayın fidanları dikilmiştir. 2014- 2015 yıllarında mevsimsel olarak toprak solunumu, toprak nemi ve toprak sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucunda mikroorganizma faaliyetleri ile birlikte ortaya çıkan ilk yıl toprak solunumu değerlerine göre kayın + kızılağaç sahalarının diğerlerine göre daha yüksek sonuçlar alındığı görölmektedir. Ancak saf halde yetiştirilen kayın ve saf halde yetiştirilen kızılağaç ile karışık olarak yetiştirilen kızılağaç ve kayın deneme alanlarında istatistik açıdan önemli farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Fagus orientalis* Lipsky, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, toprak solunumu, toprak sıcaklığı, toprak nemi

SUMMARY

DETERMINATION OF SOIL RESPIRATION VALUE CHANGES IN PURE AND MIXED AFORESTTATION SITES OF BLACK ALDER (*Alnus glutinosa* subsp *barbata* (C.A. Mey) Yalt.) AND ORIENTAL BEECH (*Fagus orinetalis* Lipsky)

In the present study, respiratory exchange of the soil in beech, alder and beech + alder mixed stands have been investigated. 1/0 age alder and 2/0 beech seedlings were planted in the months of autumn in 2014. The soil respiration, soil moisture and soil temperature measurements were made as seasonal in the years 2014-2015. According to first year soil respiration emerging with measurements of microorganism activity, beech + alder pitches seem to get higher results than others. On the other hand, it is revealed that there are no significant differences on the statistics level in the test fields of pure grown beech, pure grown alder and grown mixed alder and beech.

Keywords: *Fagus orientalis* Lipsky, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, soil respiration, soil moisture, soil temperature

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.Bitki örtülerindeki ortalama toprak solunumu değerleri.....	19
Tablo 2. Bitki örtülerindeki ortalama toprak nemi içerikleri	20
Tablo 3. Bitki örtülerindeki ortalama toprak sıcaklığı değerleri	21



ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Araştırma Alanının Türkiye'deki yeri.....	10
Şekil 2. Araştırma Alanının Orman Amenajmanı Meşcere Haritasındaki Yeri.....	11
Şekil 3. Deneme Alanlarının Tesisi	13
Şekil 4. Deneme Deseni	14
Şekil 5. Deneme alanlarının tesisi anında çekilmiş olan fotoğraflar.....	15
Şekil 6. Deneme alanlarındaki Fidanlar	16
Şekil 7. Araştırma alanında solunun örneklemeşi	17
Şekil 8. Bitki örtülerindeki ortalama toprak solunumu değişimi	20
Şekil 9. Bitki örtülerindeki ortalama toprak nemi değişimi	21
Şekil 10. Bitki örtülerindeki ortalama toprak sıcaklığı değişimi	22

KISALTMALAR DİZİNİ

ÇA	Çap Artımı
ÇK	Çap Kademesi
ÇP	Çap Grubu
G	Gövde
ha	Hektar
S_x	Standart Hata
σ	Standart Sapma
TA	Toplam Ağaç

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Türkiye’de bulunan doğal ormanların yapısı ve verimliliği geçmişten günümüze kadar yapılan hatalı uygulamalar usulsüz kesimler, açmacılık, yangınlar, kar, fırtına, mantar ve böcek zararları gibi çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisiyle büyük ölçüde tahrip olmuş ve verimlilikleri azalmıştır (Özel, 2008).

Türkiye ormanlarının %54’ü boşluklu kapalı olup bozuk niteliktedir (Anonim 2016). Bu alanların büyükçe bir bölümü de iyileştirmeye ve verimli hale getirilmeye konu alanlardır. Kapalılığı bozulmuş ve verimsiz bir şekilde işletilmeye çalışılan boşluklu kapalılıktaki orman alanlarının rehabilitasyon çalışmaları vasıtası ile verimli hale getirilmeleri Türkiye ormancılığının en önemli görevlerinden birisidir.

Orman alanlarında verimliliği artırmanın yöntemlerinden birisi gübreleme, bir diğeri de ağaçlandırmalarda hızlı gelişen türlerin kullanılmasıdır. Kızılağaç, bu aşamada verimliliği artırmada kullanılabilecek türlerin başında gelmektedir.

Kızılağaçlar, canlı gübredirler. Kızılağacın temel avantajı frankian bakterisi sayesinde azot fiksasyonu yapmasıdır (Benson, 1982). Kızılağaç, birlikte yetiştirildiği karışık meşcerelerde, geniş bir şekilde toprak verimliliğininve toprak üstü biyokütleyi artırmıştır (Hart ve ark, 1997; Binkley, 2003).

Kızılağaçlar, hem toprağı besin maddelerince zenginleştirmektedirler hem de hızlı bir gelişme göstermektedirler. Ormancılık faaliyetlerinde özellikle rehabilitasyon çalışmalarında ve hızlı gelişen tür özelliği sebebiyle ile endüstriyel plantasyonlarda henüz yeterince değerlendirilememektedir.

Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ekonomik değeri yüksek olan ağaç türlerinden olup Türkiye’de yaklaşık olarak 1,7 milyon ha alanda doğal olarak yayılış yapmaktadır (Anonim 2016). Doğu kayını odunun sert ve ağır, kolay işlenebilir, kolay yarılabılır, eğilme direnci ve elastikiyet modülü genellikle yüksek ve özellikle

son yıllarda çok geniş kullanım alanı olduğu ortaya konmuştur. Önemli kullanım alanları arasında; mobilya, kontrplak, araba, parke, ayakkabı kalıbı, ambalaj sandığı, oyuncak, sandal ve fırın kürekleri, alet sapları, iş ve marangoz tezgâhları, maden direği, yakacak odun, emprenye edildiği takdirde travers imali sayılmaktadır (Yaltırık, 1993).

TUBİTAK Projesinin amacı ekonomik değeri oldukça fazla olan doğu kayını kızılağaçla birlikte yetiştirdiğimizde gelişmesinin nasıl olacağını araştırmaktır. Bu bağlamda toprak solunumundaki gelişmeler de bu tez kapsamında ele alınmıştır. Toprak solunumunun artması topraktaki biyolojik aktivitenin bir göstergesidir. Bu çalışmada toprak solunumu miktarının saf kızılağaç meşcerelerinde, saf kayın meşcerelerinde ve karışık halde yetiştirilen kayın+ kızılağaç meşcerelerinde nasıl olacağı araştırılmıştır.

Bu tez çalışması Genel Bilgiler, Materyal Yöntem, Tartışma, Sonuç ve Öneriler bölümlerinde oluşmaktadır.

1.2. Literatür Çalışması

Kızılağaç, silvikültür ve odun endüstrisindeki çok yönlü kullanımı nedeniyle orman ağacı türleri arasında önemli bir yer kaplamaktadır. Kullanıldığı alana hızlı adapte olabilen ve alanı iyileştirme özelliği olan bir türdür. Aynı zamanda kök nodüllerinde bulunan simbiyotik aktinomisetler (*Frankia alni*) sayesinde toprakta azotu tutar ve toprağı besin maddesine zenginleştirirler (Kajba ve Gracan, 2003).

Bakteri havadaki azotu alıp bitkinin kullanabileceği forma dönüştürür. Aynı zamanda bu bakteri, ağaçla birlikte kendi yaşamsal faaliyetini de devam ettirir. Kızılağacın bu bakteriler sayesinde toprağı verimli hale getirmesi özelliği nedeniyle özellikle rehabilitasyon çalışmalarında tercih edilmektedir. Kızılağaç türleri su kenarlarında daha fazla görülür, aynı zamanda su besin durumunu kontrol etmede, taşkın ve selleri engellemede önemli bir destek görevi görür (Schwencke ve Caru, 2001).

Kızılağaç ormanlarda yaban hayatı için de önemli bir tür olarak fayda sağlamaktadır. Tohumları kuşlar için kış aylarında iyi bir besin kaynağıdır. Aynı zamanda geyik, koyun ve tavşan bu ağaçlardan beslenirler. Su kaynaklarının kenarlarındaki

kızılağaçlar nehirler ve akarsuların su düzeylerini belirlerler ve yine su sıcaklığını düzenlerler. Balıklar için yaşam alanı sağlarlar(Carter ve Hargreaves, 1986)

Azot bağlama özelliği olmayan bitkilerin azot bağlayan bitkilerle birlikte dikimlerinin yapılması durumunda azot bağlama özelliği olmayan bitkilerin büyümelerinde artışların meydana geldiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Pseudotsuga menziesii ((Mirb.) Franco.)'nin %59 oranında *Alnus rubra* (Bong.) içeren plantasyonunda saf *Pseudotsuga menziesii* plantasyonuna göre daha iyi gelişim gösterdiği belirlenirken (Tarrant, 1961), benzer şekilde, %50 oranında *Alnus rubra* içeren 2 yaşındaki *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray) plantasyonunda saf *Populus trichocarpa* plantasyonuna göre daha iyi gelişim gösterdiği ortaya konmuştur (DeBell ve Radwan 1979). Karışık plantasyonun saf plantasyona göre toplam ürün miktarı bakımından %50 daha fazla ürün verdiği belirtilmektedir. Bazı yapraklı ve ibreli türlerde boy büyümesinde %4 ten %50 ye kadar gelişim sağlayabilmek için plantasyonlarına %50 oranında *Alnus glutinosa* (L.)'nin bulunması gerektiği ifade edilmektedir (Dale, 1963; Plass 1977). Özellikle kavak plantasyonlarında meşcere altına kızılağacın tesisi kavak türlerinde hem boy hem de çap gelişimini artırdığı vurgulanmaktadır (Van der Maiden, 1961).

Kızılağacın bulunduğu plantasyonlarda büyümelerde meydana gelen artışların kızılağacın azot bağlama özelliğinden kaynaklandığını belirtmek mümkündür. Nitekim Dawson ve Hansen (1983) tarafından yapılan çalışmada kavak ve kızılağaç köklerinin temas ettiği noktalarda belirlenen azot konsantrasyonu fazlalığı ve kavaklarda görülen büyüme artışları, kızılağaçlara göre hızlı büyüyen kavakların kızılağaçları rekabet stresine sokarak daha fazla azot bağlamalarına neden olmalarına dayandırılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, sıkışmış topraklarda kızılağaç dikimi yapılmış ve bu alanlarda yapılan araştırma sonucunda hacim ağırlığı, havalanma durumu, pH, organik madde, toplam azot, % karbon ve karbon azot oranı gibi özellikler incelenmiştir. Hacim ağırlığının dikim yapılan alanlarda daha düşük seviyede yine havalanmanın daha iyi seviyelere ulaştığı belirtilmiştir. Yine pH karbon azot gibi kimyasal özellikleri de dikimle oluşturulan sahalarda daha yüksek bulmuşlardır. Buna göre kızılağacın

toprakların iyileştirilmesinde kullanılması gereken önemli türlerden olduğunu belirtmiştir (Meyer ve ark.2014)

Aynı şekilde Sharma ve ark. (1985), yapmış oldukları çalışmada, kızılğaç dikimi yapılan alanlarda bazı toprak özelliklerini belirlemişler. Çalışma sonucunda ise, meşcere yaşı ile organik madde, yararlanılabilir fosfor, pH ve toplam azot içeriğinin arttığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre kızılğaç ile oluşturulan alanlarda, zamanla toprak verimliliğinin ve toprak kalitesinin arttığını ifade etmişlerdir.

Bir başka çalışmada Sitka kızılğacı ve sarıçam meşcerelerinden bir karışım oluşturulmuş ve bunu çalışma sonucunda özellikle ölü örtü özelliklerinde önemli derecede farklılıklar olmuştur. Azot fosfor kükürt kalsiyum magnezyum ve potasyum gibi besin maddeleri kızılğaç yapraklarında, çam ibrelerine göre 3-10 kat oranında daha fazla çıkmıştır. Bu sonuç kızılğaçla birlikte yetiştirilmesi durumunda sarıçamların daha iyi beslendiğinin göstermiştir (Sanborn ve ark.1997).

Curtise (2005), Michigan ormanlarında yaptığı çalışmada toprak solunumunun brüt üretimin yaklaşık % 63 ü olduğunu ortaya koymuştur. Kök solunumu genellikle toplam toprak solunumunun yaklaşık olarak yarısını ifade eder. Fakat Hanson ve ark. (2000), yaptığı çalışmaya göre % 10 ile % 90 arasında değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Lamber ve ark. (1996), yapmış olduğu bir çalışma da kök solunumunun bir günde fotosentezle üretilen toplam karbonun yaklaşık olarak % 10 ile % 90 ını tükettiğini tespit etmişlerdir.

Schlesinger ve ark. (2000), toprak solunum ve küresel karbon döngüsü üzerinde yaptığı çalışmada toprak solunumunun orman ekosistemindeki solunumun % 40 ile % 90'ını temsil ettiğini belirtmiştir.

Lee ve ark. (2005), ılıman yapraklı ormanlarda yaptığı çalışmada kök solunumunun toplam toprak solunumunun neredeyse yarısını oluşturduğunu gözlemlemiştir. Aynı çalışmada Mayıs'tan Temmuz'a kadar solunumun sıcaklıkla paralel olarak arttığı ve sonra solunum değerinin düşüş gösterdiğini gözlemlemiştir.

Hanson ve ark. (2000), ılıman yapraklı ormanlarda yaptığı çalışmada toplam toprak solunumuna kök solunumunun katkısının toplam solunumunun % 27'den % 71'e belirgin mevsimsel değişim gösterdiğini gözlemlemiştir.

Lee ve ark. (2003), pamuk ekili alanlarda ve *Pinus Taeda*'nın bulunduğu alanlarda yaptığı çalışmada solunumun her iki alanda ilkbahar başından haziranın başına kadar en yüksek seviyede ve sıcaklık ile doğru orantılı değişim göstermiş olduğunu ancak pamuk ekili alanlarda ince kök miktarının daha fazla oluşu nedeniyle *Pinus Taeda*'nin bulunduğu alandan daha yüksek solunuma sahip olduğunu tespit etmiştir.

Bryla ve ark. (1997), *Citrus volkameriana* bitkisinde yaptığı çalışmada kök solunumunu 110 günlük çalışma periyodu süresince ölçümlerini yapmış ve 2 - 3,5 mol m⁻² s⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir. Artan toprak sıcaklığı ve uzun süreli kuraklığa maruz kaldıktan sonra kök solunumunun artış göstermediğini belirlemiştir.

Jia ve ark. (2006), *Leymus chinensis* plantasyonunda hazirandan kasiya kadar yaptığı 17 çalışmada kök solunumu ile kök biyokütlesi arasında zıt bir ilişki, toplam toprak solunumu ile doğrusal bir ilişki gözlemlemiştir.

Han ve ark. (2007), tarım alanlarında nisan ayından aralık ayına kadar yaptığı çalışmada toprak solunumunun kök biyokütlesi ile doğru orantılı olarak arttığını ve en yüksek solunumun Temmuz ve Ağustos aylarında olduğunu gözlemlemiştir.

Tang ve ark. (2005), yapmış olduğu çalışmada toprak solunumunun Mayıs ayından Haziranın ayının ortasına kadar sıcaklıkla doğru orantılı olarak artış gösterdiğini ve daha sonra azaldığını gözlemlemiştir.

Scott-Denton ve ark. (2003), subalpin ormanlarda yaptığı çalışmada toprak solunumuna etki eden faktörün ve bu durumun sıcaklık olduğunu, mevsimsel olarak yüksek değişkenlik gösterdiğini belirlemiştir.

Keith ve ark. (1997), *Eucalyptus pauciflora* ormanlarında yaptığı çalışmada, sıcaklığın, nemin toprak solunumu üzerine etkilerini araştırmıştır. Toprak solunumu ile toprak sıcaklığı arasında doğrusal ilişki olduğunu saptamıştır.

Deherain ve ark. (1986), maksimum CO₂ akışının 65 °C'de meydana geldiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte Flanagan ve diğ. (1974) maksimum mikrobiyal solunum oranının 23 °C sıcaklıkta olduğunu belirlemişlerdir.

Conanta ve ark. (2004), yarı kurak bölgelerde yaptığı çalışmalarda toprak sıcaklığının artmasıyla solunum oranının arttığını bu artışın da özellikle nem değerinin azalmasıyla daha fazla gerçekleştiğini tespit etmiştir.

Vicent ve ark. (2006), karışık yapraklı ormanlarda yaptığı çalışmada yaz boyunca nem miktarının azalmasıyla toprak solunumunun da arttığını belirlemiştir. Toprak nemi mikroorganizmaları ve köklerin fizyolojik süreçlerini doğrudan ve O₂ ile madde difüzyonunu da dolaylı olarak etkiler.

Cook ve Orchard, (2008), gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmada mikrobiyal solunum ile toprak neminin ters orantılı olduğunu, mikrobiyal solunum ile toprak solunumunun ise doğru orantılı olduğunu belirtmiştir.

McInerney ve Bolger, (2000), yapmış olduğu çalışmada laboratuvar deneylerinde 4 ile 16 gün boyunca ıslak kuru döngüsü içinde 10 ile 20 °C arasında killi topraklarda CO₂ üretiminin tozlu balçık topraklardan % 20 ile % 40 dan daha az olduğu saptanmıştır.

Kowalenko ve ark. (1978) araştırmalarında CO₂ üretiminin killi balçık topraklarda kumlu topraklardan neredeyse % 50 daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Epron ve ark. (2004), Kongo'da Okalipütüs plantasyonunda yaptığı bir çalışmada toprak solunumunun nem ile doğru ve sıcaklık ile ters orantılı bir değişim gösterdiğini belirlenmiştir.

Vanhala (2002), iğne yapraklı ormanlardaki yaptığı çalışmada toprak solunumunun mevsimsel değişimlerini sıcaklık, nem ve pH üzerinde etkilerini değerlendirmiştir. Toprak solunum oranı sabit sıcaklıkta (14 °C'de) ölçüldüğü zaman toprak solunumu pH ve nem ile düzenlenmektedir. Nem içeriği, toprağın su tutma kapasitesinde (% 60) sabit tutulduğu zaman toprak solunumu esasen organik madde miktarı ve pH ile kontrol altında tutulmaktadır. N yoğunluğu tarafından solunum esasen pH değerleri

ile değişir. Besin maddesi kaynağı toprak solunumunu dzenleyen diğer faktörlerle birlikte birbirini etkiler.

Martin ve ark. (2007), dişbudak ormanında yaptığı çalışmada yaşlı ormanlarda genç ormana göre daha fazla solunum değerine sahip olduğunu belirlemiştir.

Adachi ve ark. (2006), farklı tropik ekosistemlerde yaptığı çalışmada primer ormanlarda nem ile solunumun ters orantılı, kök biyokütlesi ile doğru orantılı olduğunu, sekonder ormanlarda nem içeriği ile ters orantılı, toprak karbon içeriği ile doğru orantılı olduğu belirlenmiştir.

Zhou ve ark. (2006), manolya üzerinde yaptığı bir çalışmada toprak solunumunun büyüme mevsiminden başlayıp Temmuz ayının sonuna kadar artış gösterdiği daha sonra azalmaya başladığını, bu azalma durumunun da sıcaklığın 15 0C'den büyük, nem değerinin de % 12'den kk olduğu zaman gösterdiğini tespit etmiştir.

Luo ve ark. (1996), yaptığı çalışmada toprak solunum oranı serpantin ve kumtaşı üzerindeki meralarda ve Kuzey Kaliforniya'daki (California) *Pinus ponderosa* plantasyonlarında toprak sıcaklığı ile negatif olarak ve toprak nemi ile pozitif olarak ilişkili olduğunu gözlemiştir.

Buchmann (2000), *Picea abies* zerinde yaptığı çalışmada yaz ayları boyunca özellikle de Temmuz ve Ağustos aylarında toprak solunumunun en st seviyede olduğunu daha sonra ise nisan ayna kadar düşüş gösterdiğini gözlemiştir.

Schindbacher ve ark. (2007), Avusturya dağ ormanlarında yaptığı çalışmada, toprak solunumunun kiş aylarında kar örtüsü oluşmadan önce yüksek değere sahip olduğu, kar örtüsü oluştuğu zaman ise düşük değerler gösterdiğini belirlemiştir.

Khomik ve ark. (2006), Kanada Ontario Bölgesinde boreal ormanlarda iki yıl boyunca yaptığı çalışmada yapraklı türlerin ibreli türlere göre daha fazla toprak solunum değerine sahip olduğunu, mevsimsel olarak sıcaklığın toprak solunumunu kontrol ettiğini ve kişin toprak solunumunun en düşük seviyede olduğunu tespit etmiştir.

Grogan ve Chapin, (1999), arktik ekosistemlerde yaptığı çalışmada yaz ve kış mevsiminde solunumun vejetasyon tipiyle oldukça önemli şekilde çeşitlilik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2004), Artvin Genya dağında çayırılık alanda ve yaşlı ladin ormanında yaptığı çalışmada çayırılık alandaki toprak solunumunun ladin ormanından daha yüksek olduğunu bunun çayırılık alanda bulunan ince kök miktarı ve sıcaklığın yüksek olmasından kaynaklandığını ifade etmiştir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2001), Amerika Birleşik Devletleri Iowa Eyaleti merkezinde yapılan mısır ve soya dikili olan tarım alanlarına yakın ve karışık(Kavak ve çalı türü) türlerle ormanlaştırılmış ve soğuk sezon çimlerinin bulunduğu nehir kıyı bölgelerinde yapılan çalışmada nehir tamponlarında solunum oranı tarım alanlarına göre yüksektir. Solunum oranı sıcaklık değişimi ile kuvvetli bir biçimde ilişkili olduğunu bildirmektedir.

Akburak (2008), “Belgrad Ormanında Farklı Ağaç Türleri Altında Toprak Solunumunun Mevsimsel Değişimi”, adlı çalışmasında 5 farklı türdeki toprak solunumunun mevsimsel değişimini incelemiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre; yıllık ortalama solunum değeri en yüksek Sapsız Meşe (*Quercus petraea*(Matt.) Liebl.) türünde, en düşük solunum değeri Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Karst) türünde olduğu belirlenmiştir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmada farklı arazi kullanımları altındaki toprak solunumunu incelemişler, çalışma sonucunda elma bahçesindeki toprak solunumunu kavak ve çayırılık alandakine göre daha yüksek bulmuşlardır. Aynı çalışmada toprak sıcaklığı ile toprak neminin toprak solunumu etkilediğini belirlemişlerdir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2010a) yapmış oldukları çalışmada, karaçam meşcerelerinde yangından sonraki toprak solunumunun arttığını, solunumun nem ve sıcaklık değerleri ile önemli şekilde ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2010b), kızılçam meşcerelerinde yapmış oldukları çalışmada, yanmamış alanlardaki toprak solunumunun, yanmış alanlara göre düşük olduğunu,

aynı zamanda toprak solunumunu toprak neminin ve toprak sıcaklığının etkilediğini bulmuşlardır.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Alanı

Araştırma alanı Arhavi Merkez Orman İşletme Şefliği Ortacalar Köyü sınırları içerisinde kalmaktadır. Alanın Genel Özellikleri aşağıdaki gibidir.

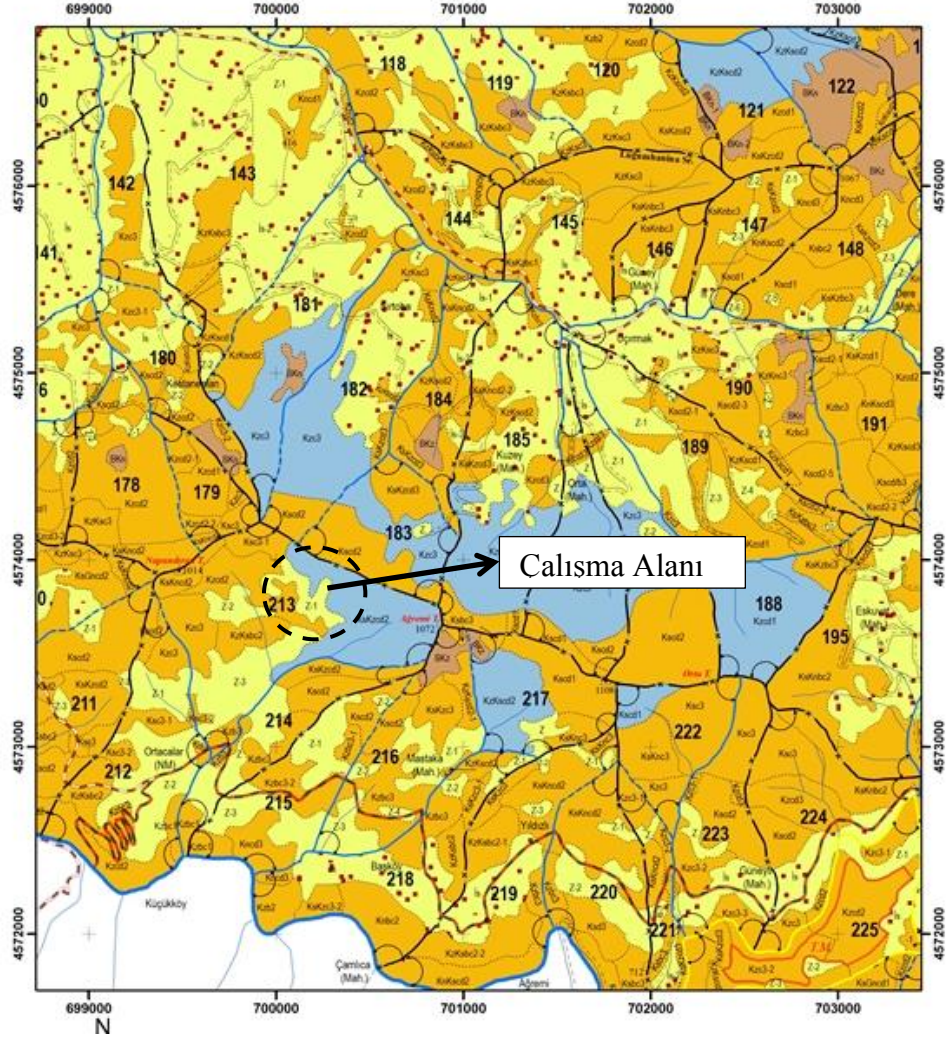
Bölge Müdürlüğü	: Artvin
İşletme Müdürlüğü	: Arhavi
İşletme Şefliği	: Arhavi
Mevkii	: Ortacalar
Bölme No	: 213
Meşcere Tipi	: KzKscd ₂
Bakısı	: Kuzeydoğu
Eğimi	: %20-30
Büyüklüğü	: 2 ha



Şekil 1. Araştırma Alanının Türkiye’deki yeri

Bu saha OGM’ nin izni ile TUBİTAK 114O661 numaralı Kapsamlı Araştırma Projesi kapsamında araştırma amaçlı olarak tahsis edilmiştir. Alanın Türkiye

Haritasındaki konumu Şekil 1’de orman amenajmanı meşcere haritasındaki yeri Şekil 2.’de vermiştir.



Şekil 2. Araştırma Alanının Orman Amenajmanı Meşcere Haritasındaki Yeri

2.1.2. İklim

Araştırma alanı Doğu Karadeniz coğrafi bölgesindedir. Nemli Karadeniz iklimi özelliği göstermektedir.

2.1.3. Jeolojik Yapı

Maden Teknik Arama Enstitüsünün hazırlamış olduğu 1/500 000 ölçekli Trabzon Bölgesi jeolojik haritalarına göre araştırma alanının bulunduğu bölgede mezozoik zamanın tebeşir formasyonu, üst tebeşir şevini ve katlarını meydana getiren oluşumlara rastlanmaktadır. Buradaki toprakların bünyesini genellikle Bazalt teşkil

etmektedir. Genel olarak Bazaltın ayrılmasından kahverengi topraklar meydana gelir. Kalker ve fetişleri bazalttan daha ince olup kimyasal ayrışmaya dayanıklı hafif ve düşük değerlikli topraklar verir. Güney kısımları ise III. Zaman tersiyer formasyonu paleojen serisi eosen katıdır. Buradaki taşlar daha ziyaden andezitler ve bunların tüflerinden porfirlerden ve porfiritlelerden ibaret olup, greler, konglomeralar, killer, marnlar ve kalkerlerde bulunmaktadır. Andezitler dış püskürük olup, bu taşlar kuvars, feldspat, mika v.s gibi mineralleri ihtiva etmektedir. Kuvars bakımından zengin olan taşlar kumtaşı, kuvarsit ve şistlerdir. Besin maddesi bakımından bilhassa fosfor ve potasyum bakımından fakir olup çamlar ve kanaatkâr öncü yapraklılara elverişlidir. Bu kısımlarda yer yer bakır yataklarına rastlamak mümkündür (Anonim 2010).

2.1.4. Bitki Örtüsü

Araştırma alanının bulunduğu mevkide Doğu kayını, Anadolu Kestanesi, Sakallı Kızılağaç, Adi gürgen ormanlarından oluşan ağaç toplulukları bulunmaktadır. Yörenin aşırı yağışlı olmasından dolayı ağaç topluluklarının zemini özellikle böğürtlenler, orman gülleri ve eğreltiler ile kaplı vaziyettedir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme Alanları

Araştırma alanında TUBİTAK 114 O 661 nolu kapsamlı araştırma projesi kapsamında 20 adet deneme alanı tesis edilmiştir.

Proje kapsamında ilk önce 2014 yılının kasım–aralık aylarında mevcut ağaçlar kesildi. Tam alanda makineli çalışma yapılarak örtü temizlendi. Toprak işleme tam alanda yapıldı. Alanın çevresi tel çit ile sarılarak yaban ve evcil hayvanların zararlarına karşı korumaya alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Deneme Alanlarının Tesisi

Alan tam alanda toprak işleme ile dikime hazır haline getirildikten sonra 200 m² büyüklüğünde toplam 20 adet deneme alanları tesis edilmiştir. Deneme alanlarının büyüklükleri 200 m²'dir. TÜBİTAK Projesi kapsamında tesadüfi olarak tesis edilen deneme parsellerinin krokileri Şekil 4'te verilmiştir. Deneme alanları sabit kazıklar ve şerit bantlar kullanılarak sınırlandırılmış ve isimleri tabelalar yazılmıştır (Şekil 5.)



Şekil 5. Deneme alanlarının tesisi anında çekilmiş olan fotoğraflar

Yukarıda da belirtildiği üzere 2014 yılının sonbahar aylarına 5 parsel saf kızılğaç, 5 parsel saf kayın ve 5 parsel de kızılğaç +kayın fidanları dikilmiştir. Toplamda 7 parsel saf kızılğaç, 7 parsel saf kayın ve 7 parsel de kızılğaç+ kayın fidanları dikilmiştir. Kızılğaçlar 1/0 yaşında, Kayınlar ise 2/0 yaşında dikilmiştir (Şekil 6)



Şekil 6. Deneme alanlarındaki Fidanlar

2.2.2. Solunum Örnekleme İçin Gerekli Ekipmanların Hazırlanması

Solunum örnekleme yapılması için 60 gram soda kireci alınarak numaralandırılmış cam kavanozların içine konulmuştur. 105 °C lik etüvde kurutularak nem kaybı sağlanıp ilkalınan ağırlıklar tartılmıştır. Arazi kullanılmak üzere plastik kovalar alınarak toprağa rahat girmesi için ağızları kesilmiştir. Yine arazi çalışmasında güneşin etkisini azaltıp, kovanın içinin sıcaklığının artmasını engellemek için alüminyum folyolar temin edilmiştir. Arazi çalışmasında kullanılmak üzere dijital nem ve sıcaklık ölçer temin edilmiştir.

2.2.3. Solunum Örneklemesi

Toprak solunumu örneklemesi için yine kayın, kızılağaç, kayın + kızılağaç ve kontrol alanlarından toplam 12 adet örnekleme alanı seçilmiştir. Toprak solunumu her ayın 15 ile 20 si arasında yapılmaya başlanmıştır. İlk ölçüm tarihi olarak 16 Aralık 2014'tür. Her ölçümde toplam 36 solunum örnekleme yapılmıştır. 2014 Aralık ayından 2015 Ekim ayına kadar ölçümler devam etmiştir.. Kış aylarında arazide örnekleme yapılamamıştır. Toprak solunumu ölçümü Soda - Kireç yönetimi ile yapılmıştır. Kullanılan bu yöntemde, ortalama 60 gram soda kireci alınarak daha önce darası belirlenmiş kavanozlara konularak içindeki nem içeriğini bertaraf etmek için 105 °C deki kurutma fırınında bir gece bekletilmiştir. Sonra her bir kavanoz tartılmış ve ağırlıkları not edilerek numaralandırılmıştır Aynı zamanda arazide solunumda kullanılmak üzere yüzey alanı belli olan plastik kovalar kesilip arazide kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Aynı zamanda nem ve sıcaklık ölçmek için dijital nem ve sıcaklık ölçer temin edilmiştir. Her kavanoz örnek alanlara ağzı açık şekilde bırakıldıktan sonra kesilmiş plastik kovalarla dışarıdan hava almayacak şekilde toprağa örtülmüştür. Güneşin sıcaklık etkisini azaltmak için kovaların üzeri alüminyum folyo ile örtülmüştür(Şekil 7). Kavanozların araziye yerleştirme zamanları not edilmiştir. Bir gün kaldıktan sonra kavanozların ağzı sıkı bir şekilde kapatılarak her kavanozun alım zamanları da not edilmiştir. Bu esnada toprakların nem ve sıcaklıkları da arazide anlık ölçme sonucu yapılmıştır (Edwards, 1982).



Şekil 7. Araştırma alanında solunun örneklemesi

2.2.4. Solunum Analizi

Solunum analizi 2014 Aralık ayında başlayıp 2015 yılı Ekim ayına kadar devam etmiştir. Solunum için her ay araziden alınan kavanozlar 105 °C de kurutulduktan sonra ağırlık kazanımları ve birim alandan dikkate alınarak günlük toprak solunumu formülde hesaplanmıştır. Aylık toprak solunumu ve yıllık toprak solunumu da hesaplanmıştır (Edwards, 1982; Raich ve ark. 1995). Toprak nemi belirlenmesi için araziden alınan toprak örnekleri nemli ağırlıkları tartıldıktan sonra 105 °C de kurularak kuru ağırlıkları tartılmıştır. Nemli ağırlıktan kuru ağırlık çıkarılarak arazideki toprak nemi belirlenmiştir (Formül 1).

$$\text{Arazi nemi (\%)}: (\text{NTA}-\text{FKTA}) / \text{FKTA} * 100 \quad (1)$$

NTA: Nemli toprak ağırlığı

FKTA: Fırın kurusu Toprak Ağırlığı

Toprak sıcaklığının belirlenmesi içinde her ölçüm zamanında el tipi cam termometre ile toprak sıcaklıkları ölçülmüştür. Ölçüm, kovaların içinden yapılmıştır. Her kovanın içinden ölçüm yapılarak 36 sıcaklık ölçümü yapılmıştır.

2.2.5. İstatistiksel analizler

Toprak solunumu, toprak nemi ve toprak sıcaklığı üzerinde bitki örtüsü ve zamanın etkisini ortaya koymak için varyans analizi yapılmıştır. Etkilerin hangi zamanlarda ve hangi alanlarda olduğunu ortaya koymak için Tukey testi yapılmıştır. Tüm bu analizleri gerçekleştirmek için SPSS 16.0 paket istatistik programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Toprak Solunumuna İlişkin Bulgular

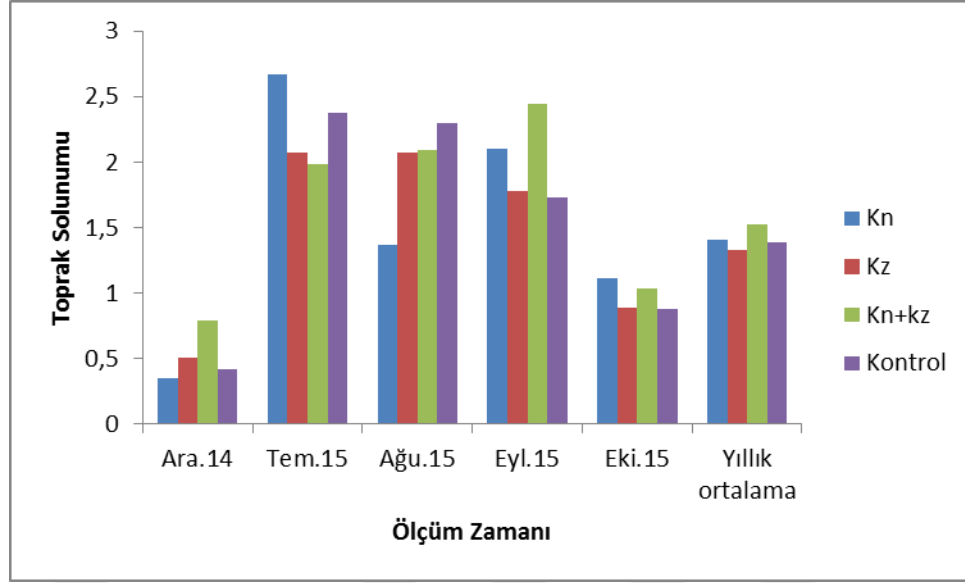
Toprak solunumu bakımından Varyans analizinden elde edilen sonuçlara göre ölçüm zamanının kayın, kızılğaç, kayın+kızılğaç ve kontrol alanlarında istatistiki açıdan anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P<0,05$). Bitki örtüsü farklılığının toprak solunumu üzerinde tüm yıllık veriler üzerindeki ölçümüne göre istatistik düzeyde önemli etkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır ($P>0,05$).

Aylardaki günlük ortalama toprak solunumu kayın alanlarında 0,35 ile 2,10 g C m⁻² gün⁻¹, Kızılğaç alanlarında 0,51 ile 2,07 g C m⁻² gün⁻¹ arasında bulunmuştur. Kayın +Kızılğaç alanlarında 0,79 ile 2,44 g C m⁻² gün⁻¹ arasında bulunmuştur. Kontrol alanlarında ise 0,42 ile 2,38 g C m⁻² gün⁻¹ arasında bulunmuştur (Tablo 1 ve Şekil 8).

Bir yıl boyunca ölçülen toprak solunumunun günlük ortalaması, Kayın alanlarında 1,41 g C m⁻² gün⁻¹, Kızılğaç alanlarında 1,33 g C m⁻² gün⁻¹, Kayın + Kızılğaç alanlarında 1,52 g C m⁻² gün⁻¹ ve kontrol alanlarında ise 1,39 g C m⁻² gün⁻¹ olarak bulunmuştur. Kayın, Kızılğaç, Kayın + Kızılğaç ve kontrol alanlarından bir yıl boyunca salınan karbon miktarı sırası ile 513 g C m⁻² yıl⁻¹, 486 g C m⁻² yıl⁻¹, 553 g C m⁻² yıl⁻¹ ve 509 g C m⁻² yıl⁻¹ olarak bulunmuştur.

Tablo 1. Bitki örtülerindeki ortalama toprak solunumu değerleri

Solunum	Aralık 2014	Temmuz 2015	Ağustos 2015	Eylül 2015	Ekim 2015	Yıllık ortalama
Kayın	0,35	2,67	1,37	2,10	1,11	1,41
Kızılğaç	0,51	2,07	2,07	1,78	0,89	1,33
Kayın+Kızılğaç	0,79	1,98	2,09	2,44	1,03	1,52
Kontrol	0,42	2,38	2,30	1,73	0,88	1,39



Şekil 8. Bitki örtülerindeki ortalama toprak solunumu değişimi

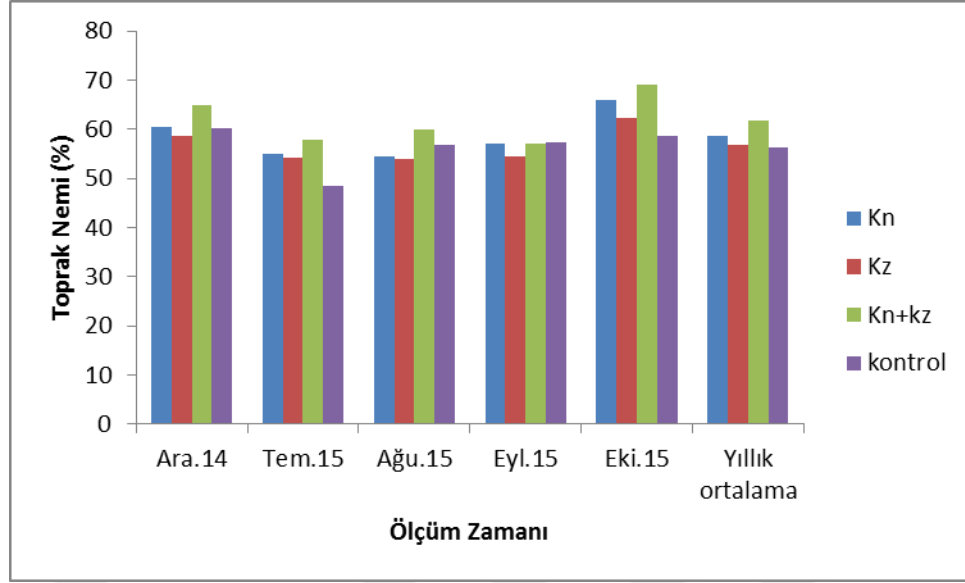
3.2. Toprak Nemine İlişkin Bulgular

Ölçüm zamanının kayın ve kontrol alanlarındaki toprak nemi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Bitki örtüsü farklılığının toprak nemi üzerindeki etkisi istatistik düzeyde önemli seviyede olduğu ortaya çıkmıştır ($P < 0,05$).

Tüm deneme alanlarında toprak nemi karşılaştırıldığında, kayın + kızılğaç alanlarındaki nem içeriğinin diğer alanlara oranla daha fazla olduğu bulunmuştur. Toprak nemi değişimi kayın alanlarında % 54,34 ile % 66,06 arasında, kızılğaç alanlarında mera alanında en düşük % 54,07 ile 62,36 arasında, kayın + kızılğaç alanlarında % 57,81 ile 64,80 arasında ve Kontrol alanlarında ise 48,58 ile 60,27 arasında bulunmuştur (Tablo 2. ve Şekil9).

Tablo 2. Bitki örtülerindeki ortalama toprak nemi içerikleri

Nem	Aralık 2014	Temmuz 2015	Ağustos 2015	Eylül 2015	Ekim 2015	Yıllık ortalama
Kayın	60,38	55,10	54,34	57,14	66,06	58,60
Kızılğaç	58,72	54,17	54,07	54,54	62,36	56,77
Kayın+Kızılğaç	64,80	57,81	60,06	56,95	69,16	61,76
Kontrol	60,27	48,58	56,84	57,24	58,64	56,31



Şekil 9. Bitki örtülerindeki ortalama toprak nemi değişimi

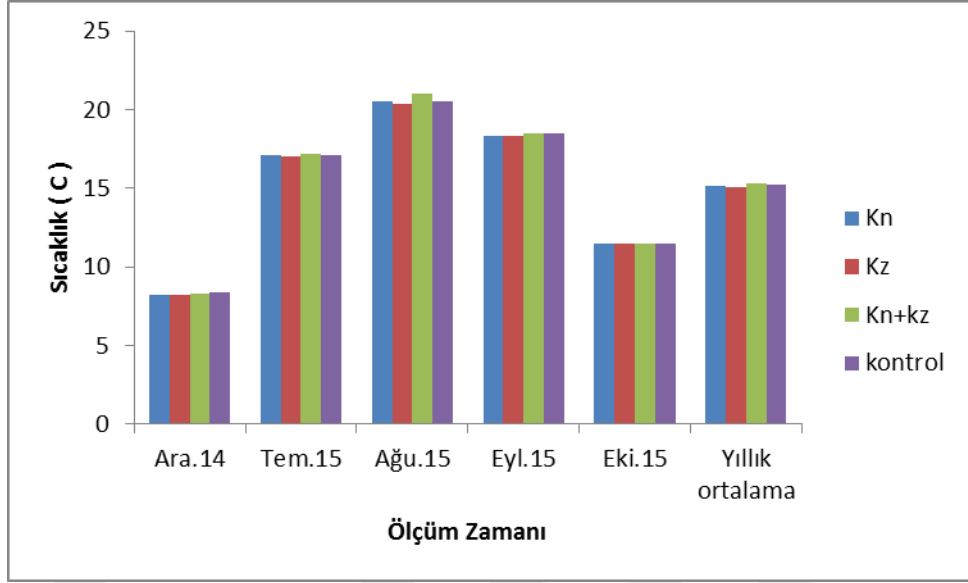
3.3. Toprak Sıcaklığına İlişkin Bulgular

Ölçüm zamanının tüm deneme alanlarındaki toprak sıcaklığı üzerindeki etkisi, istatistiki açıdan anlamlı düzeyde çıkmıştır ($P<0,05$). Yine bitki örtüsü farklılığının toprak sıcaklığı üzerindeki etkisinin önemli düzeyde olduğu istatistik analiz sonucunda ortaya çıkmıştır ($P<0,05$).

Deneme alanlarında toprak sıcaklığı değerleri bakımından değerlendirildiğinde, ölçüm zamanları içinde en düşük değer 8,18 ile Aralık 2014 döneminde Kızılağaç alanında en yüksek değer ise 2015 ağustos ayında kayın + kızılağaç alanlarında bulunmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık değeri ise yine en yüksek kayın + kızılağaç alanında bulunmuştur (Tablo 3 ve Şekil 10).

Tablo 3. Bitki örtülerindeki ortalama toprak sıcaklığı değerleri

Sıcaklık	Aralık 2014	Temmuz 2015	Ağustos 2015	Eylül 2015	Ekim 2015	Yıllık ortalama
Kayın	8,22	17,07	20,50	18,33	11,50	15,12
Kızılağaç	8,18	17,02	20,33	18,33	11,50	15,07
Kayın+Kızılağaç	8,32	17,20	21,00	18,50	11,50	15,30
Kontrol	8,38	17,07	20,50	18,50	11,50	15,19



Şekil 10. Bitki örtülerindeki ortalama toprak sıcaklığı değişimi

4. TARTIŞMA

4.1. Toprak Solunumuna İlişkin tartışma

Yapılan analizler sonucunda dikim sahalarında bitki örtüsü farklılığının toprak solunumu üzerinde istatistik düzeyde önemli etkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır ($P>0,05$). Tüfekçioğlu ve ark. (2004), Artvin Genya dağında çayırılık bitişiğindeki ve yaşlı ladin ormanında yaptığı çalışmada çayırılık alandaki toprak solunumunun ladin ormanından daha yüksek olduğunu bunun çayırılık alanda ince kök miktarı ve sıcaklığın yüksek olmasından kaynaklandığını gözlemlemiştir. Bunun sebebi olarak dikilen fidanlarının daha yeni olması, alana uyum sürecini yeni atlatması, kök faaliyetlerinin ve mikroorganizma faaliyetlerinin daha başlangıç aşamasında olmasına bağlanabilir. Çünkü ağaçlandırma sahalarındaki fidanların yaşları 1+0 ve 2+0 olarak seçilmiştir. Bu yaştaki fidanların toprağı sarması uyum sağlaması ve türler arası mikroorganizma faaliyeti bakımından farklılık göstermesi çok beklenecek durum değildir. Fakat bitki örtüsü farklılığının toprak solunumu üzerinde etkili olduğu birçok araştırmacılar tarafından ölçülmüştür.

Tüfekçioğlu ve ark. (2001), Amerika Birleşik Devletleri Iowa Eyaleti merkezinde yapılan mısır ve soya dikili olan tarım alanlarına yakın ve karışık(kavak ve çalı türü) türlerle ormanlaştırılmış ve soğuk sezon çimlerinin bulunduğu nehir kıyı bölgelerinde yapılan çalışmada nehir tamponlarında solunum oranı tarım alanlarına göre yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Akburak (2008), Belgrad Ormanında Farklı Ağaç Türleri Altında Toprak Solunumunun Mevsimsel Değişimi, adlı yüksek lisans çalışmasında 5 farklı türdeki toprak solunumunun mevsimsel değişimini incelemiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; yıllık ortalama solunum değeri en yüksek Sapsız Meşe (*Quercus petraea*(Matt.) Liebl.) türünde, en düşük solunum değeri Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Karst) türünde görülmüştür. Solunum değerinin, nem değeri ve ince kök miktarları ile doğru orantılı olarak etkilendiği söylemişlerdir

Tüfekçioğlu ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmada farklı arazi kullanımları altındaki toprak solunumunu incelemişler, çalışma sonucunda elma bahçesindeki toprak solunumunu kavak ve çayırlik alandakine göre daha fazla bulmuşlardır. Aynı çalışmada toprak solunumu ile toprak neminin toprak solunumu etkilediğini belirlemişlerdir.

Küçük (2013), yapmış olduğu çalışmada meşe ve çayır ekosistemlerinde toprak solunumunu incelemiş ve çayır ve meşe alanlarında toprak solunumu bakımından önemli farklılık çıktığı sonucuna varmışlardır.

Ünver ve ark. (2016), yapmış oldukları çalışmada akasya, elma bahçesi, cevizlik ve çayır alanlarında yapmış oldukları çalışmada bitki örtüsü farklılığının toprak solunumu üzerinde ciddi etkisinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Yine ölçüm zamanının ise toprak solunumunda ciddi etkisinin olduğunu istatistik analiz sonucunda görülmüştür ($P < 0,05$). Zamansal farklılığın nedenleri olarak toprak nemi, toprak sıcaklığı ve vejetasyon dönemi gösterilebilir. Temmuz ayında toprak solunumunun yüksek olması, toprak nemi ve toprak sıcaklığının en uygun seviyede olmasından kaynaklanabilir. Yeşerim döneminin başlaması ile kök faaliyetleri sonucu solunumun artacağı düşünölmektedir.

Tang ve ark. (2005), yapmış olduğu çalışmada toprak solunumunun mayıstan haziranın ortasına kadar sıcaklıkla doğru orantılı olarak artış gösterdiğini ve sonra azaldığını gözlemlemiştir.

Scott-Denton ve ark. (2003), subalpin ormanlarda yaptığı çalışmada toprak solunumuna temel etkinin sıcaklık olduğunu, mevsimsel olarak yüksek değişkenlik gösterdiğini gözlemlemiştir.

Keith ve ark. (1997), *Eucalyptus pauciflora* ormanlarında yaptığı çalışmada, sıcaklığın, nemin toprak solunumu üzerine etkilerini araştırmıştır. Toprak solunumu ile toprak sıcaklığı arasında doğrusal ilişki olduğunun gözlemlemiştir.

Conanta ve ark. (2004), yarı kurak bölgelerde yaptığı çalışmalarda toprak sıcaklığının artmasıyla solunum oranın arttığını bununda özellikle nem değerinin azalmasıyla daha fazla gerçekteştiiğini gözlemlemiştir.

Vicent ve ark. (2006), karışık yapraklı ormanlarda yaptığı çalışmada yaz süresince nem miktarının azalmasıyla toprak solunumunun arttığını gözlemlemiştir. Toprak nemi mikroorganizmaları ve köklerin fizyolojik süreçlerini doğrudan ve O₂ ile madde difüzyonunu da dolaylı olarak etkiler.

Martin ve ark. (2007), dişbudak ormanında yaptığı çalışmada yaşlı ormanlarda genç ormana göre daha fazla solunum değerine sahip olduğunu, bu solunum değeri üzerinde toprağın nem miktarının, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin diğerkök biyoması, toprak organik karbonu gibi özelliklerden daha fazla etkiye sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Buchmann (2000), *Picea abies* üzerinde yaptığı çalışmada yaz ayları boyunca özellikle temmuz ve ağustos aylarında toprak solunumunun en yüksek seviyede olduğunu sonra nisan ayına kadar düşüş gösterdiğini gözlemlemiştir.

Schindbacher ve ark. (2007), Avusturya dağ ormanlarında yaptığı çalışmada kış aylarında kar örtüsü oluşmadan önce yüksek değere sahip olduğu, kar örtüsü oluştuğu zaman solunum değerinde düşüş olduğunu gözlemlemiştir.

Khomik ve ark. (2006), Kanada Ontario bölgesinde karışık ve boreal ormanlarda iki yıl boyunca yaptığı çalışmada yapraklı türlerin ibreli türlere göre daha fazla toprak solunum 19 değerine sahip olduğunu, mevsimsel olarak sıcaklığın toprak solunumunu kontrol ettiğini ve kışın toprak solunumunun en düşük seviyede olduğunu gözlemlemiştir.

4.2. Toprak Nemine İlişkin Tartışma

Yapılan analizler sonucunda dikim sahalarında kullanılan bitki örtüsü farklılığının toprak nemi üzerinde istatistik düzeyde önemli etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır (P<0.05). Bunun sebebi olarak özellikle bitki örtülerindeki azda olsa kapalılık farklılığının olduğu düşünülmektedir. Kızılağaç ve kayının alandaki örtme dereceleri birbirinden farklı olacaktır. Dolayısı ile topraktaki tutulan nem miktarında da farklılık olacaktır. Yine zamansal farklılığın da etkisi önemli düzeyde çıkmıştır (P<0,05). Çünkü zamansal olarak alana düşen yağış miktarındaki farklılık sıcaklığın değişimi ve buharlaşma miktarı toprak yüzeyindeki nem üzerinde belirleyici rol

oynayacaktır. Toprak nemi değeri genel ortalamalar bakımından en yüksek Kayın + Kızılağaç sahalarında bulunurken en düşük ise kontrol sahalarında çıkmıştır. Bu duruma göre bitki örtüsünün kaplı olması toprak nemini artırıcı rol oynadığı düşünülebilir. Yine yaz aylarında toprak nemi kış aylarına göre daha düşük çıkmıştır. Yapılan birçok çalışmada bitki örtüsü farklılığının ve zaman farklılığının toprak nemi üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Akburak, 2008, Tüfekçioğlu ve ark., 2004; Tüfekçioğlu ve ark., 2001; Tüfekçioğlu ve ark., 2009, Tüfekçioğlu ve ark., 2010a)

4.3. Toprak Sıcaklığına İlişkin Tartışma

Yine yapılan analizler sonucunda bitki örtüsü farklılığının ve zamanın toprak sıcaklığı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde çıkmıştır ($P < 0.05$). Buna neden olarak bitki örtüsü kapalılığının farklı olması ve toprak neminin farklı olmasını söyleyebiliriz. Çünkü bitki örtüsü kapalılığı arttıkça toprak sıcaklığında bir azalma söz konusu olmaktadır. Yine nemli topraklar kuru topraklara nazaran daha düşük sıcaklıklara sahiptir. Yağmur sonrası yapılan ölçümlerde mevsim yaz olsa bile toprak neminden dolayı toprak sıcaklığının düşük olması görülebilir. Genel ortalamalara bakıldığında en yüksek sıcaklığın Kayın +Kızılağaç sahalarında olduğu görülmektedir. Beklenen sonuç kontrol alanlarında daha yüksek çıkmasıdır. Fakat kontrol alanlarının bir süre sonra diri örtü ile kaplanması toprak sıcaklığını düşürücü etki yapmasına sebep olmaktadır. Yine mevsimsel olarak bakıldığında kış ve son bahar aylarında sıcaklık yüksek çıkarken yaz aylarında ise toprak sıcaklığı yüksek bulunmuştur. Buna sebep olarak güneşlenme süresinin ve şiddetinin yaz aylarında daha yüksek olması söylenebilir. Güneşlenme şiddeti ve süre arttıkça buharlaşma ve ısınma derecesi artar dolayısı ile toprak daha sıcak hale gelir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Toprak solunumunun en yüksek değeri kayın + kızılğaç alanlarında ortaya çıkmıştır. Bu durum kayının kızılğaç ile kullanımının topraktaki mikroorganizma faaliyetlerini olumlu yönde artırdığının göstergesi olarak söylenebilir.
- Toprak solunumu değerleri yaz aylarında yüksek çıkarken kış ve sonbahar döneminde en düşük seviyede bulunmuştur. Aralık 2014 dönemi solunumun en düşük olduğu dönemdir.
- Toprak nemi değeri ortalama değerler yönünden yine kayın + kızılğaç alanında en yüksek seviyede çıkmıştır. En düşük toprak nemi değeri ise kontrol sahasında tespit edilmiştir. Ağaçlandırılma yapılan alanlarda toprak nemi ağaçlandırma yapılmayan alanlara nazaran daha yüksek çıkmıştır.
- Toprak sıcaklık değerlerini ortalama değerler bakımından bitki örtüsü farklılığına göre değerlendirildiğinde kayın +kızılğaç alanında en yüksek çıkarken, en düşük ise kızılğaç sahaslarında belirlenmiştir.
- Zamansal değişimi incelendiğinde yaz aylarındaki sıcaklığın yüksek kış ve sonbahar aylarında ise düşük olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu araştırmadan elde edilen bulgular bir ön değerlendirme niteliğindedir. Bu kapsamda çalışma ile ilgili daha detaylı ve daha aktüel sonuçlar elde etmek için araştırmanın devam ettirilmesi gerekmektedir. Bu itibarla özellikle kapalılığın ve köklenme aktivitelerinin toprak solunumu üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- Adachi, M., Bekku, Y.S., Rashidah, W., Okuda, T. and Koizumi, H., 2006. Difference In Soil Respiration Between Different Tropical Ecosystems. *Applied Soil Ecology*, 34, 258-265.
- Akburak, S., 2008. Belgrad ormanında Farklı Ağaç Türleri Altında Toprak Solunumunun Mevsimsel Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anonim, 2010. Arhavi Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı, OGM, Ankara.
- Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı, OGM, Ankara.
- Benson, D.R., 1982. Isolation of Frankia strains from alder actinorhizal root-nodules. *Appl. Envir. Microbiol.* 44,461–465 Sanborn, P., Brockley, R, Preston, C. 1997. Ecological Roles of Sitka Alder in a Young Lodgepole Pine Stand. Prince George Forest Region. Forest research&Practices Team. Research Note.
- Binkley, D., 2003. Seven decades of stand development in mixed and pure stands of conifers and nitrogen-fixing red alder. *Can. J. For. Res.* 33, 2274–2279.
- Bryla, D., R., Bouma, T.J. and Eissenstat D., M., 1997. Root Respiration in Citrus Acclimates to Temperature and Slows During Drought, *Plant Cell Environ.* 20, 1411–1420.
- Buchmann N., 2000. Biotic and Abiotic Factors Controlling Soil Respiration Rates in Picea Abies Stands, *Soil Biology & Biochemistry*, 32, 1625-1635.
- Carter, D., J. and Hargreaves, B., 1986. A field guide to caterpillars of butterflies and moths in Britain and Europe, ISBN 10: 000219080X ISBN 13: 9780002190800, Pp. 296
- Conant R., T., Dalla-Betta, P., Klopatek, C., C. and Klopatek, J., M., 2004. Control on Soil Respiration in Semiarid Soils, *Soil Biology & Biochemistry*, 36, 945-951.
- Cook F., J. and Orchard V.,A., 2008. Relationships Between Soil Respiration and Soil Moisture, *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 1013-1018.
- Curtis, P., S., Vogel, C., S., Gough, C., M., Schmid, H., P., Su, H., B. and Bovard, B., D., 2005. Respiratory Carbon Losses and the Carbon Use Efficiency of a Northern Hardwood Forest, 1999–2003. *New Phytologist*, 167, 2, 437–456.
- Dale, M. E., 1963. interplant alder to increase growth in strip-mine plantations. *USDA Forest Serv. Res. Note CS-14*, 4 p.

- Dawson, J.O. and Hansen, E. A., 1983. Effect os *Alnus glutinosa* an hybrid populus growth and soil nitrogen concentration in a mixed plantations, in: Intensive plantation culture: 12 years research. Gen. Tech. Rep. NC-91. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station: 29-34.
- DeBell, D. S., and M. A. Radwan. 1979. Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantations. Bot. Gaz. 140:\$97-SI01.
- Dehéran, P., P. and Demoussy, E., 1896. The Oxidation of Organic Matter in Soil (French), Annales Agronomiques, 22, 305–337.
- Edwards, N., T., 1982. The Use of Soda-Lime for Measuring Respiration Rates tn Terrestrial Systems, Pedobiologia, 23, 321-300.
- Epron D., Nouvellon Y., Roupsard O., Mouvondy W., Mabiala A., Saint-Andre L., Joffre R., Jourdan C., Bonnefond J., Berbigier P. and Hamel, O., 2004. Spatial and Temporal Variations of Soil Respiration in a Eucalyptus Plantation in Congo, Forest Ecology and Management, 202, 149-160.
- Flanagan, P.W., Veum, A. K., 1974. Relationships between respiration, weight loss, temperature and moisture in organic residues on tundra. In: Holding, A.J., Heal, O.W., Maclean Jr., S.F., Flanagan, P.W. (Eds.), Soil Organisms and Decomposition in Tundra. Tundra Biome Steering Committee, Stockholm, pp. 249±277.
- Grogan P. and Chapin F., S., 1999. Arctic Soil Respiration: Effects of Climate and Vegetation Depend on Season, Ecosystems, 2, 451-459.
- Han, G., Zhou, G., Xu, Z., Yang, Y., Liu, J. and Shi, K., 2007. Biotic and Abiotic Factors Controlling the Spatial and Temporal Variation of Soil Respiration in a Agricultural Ecosystem, Soil Biology & Biochemistry, 39, 418-425.
- Hanson P., J., Edwards, N., T., Garten, C.,T. and Andrews J., A., 2000. Separating Root and Microbial Contributions to soil Respiration: A Review Of Methods and Observayions. Biogeochemistry, 48, 115-146.
- Hart, S.C., Binkley, D., Perry, D.A., 1997. Influence of redalder on soil nitrogen transformations in two conifer forests of contrasting productivity. Soil Biol. Biochem. 29, 1111–1123.
- Jia B., Zhou G., Wang Y., Wang F., Yuan W. and Zhou L., 2006. Partitionig Root and Microbial Contributions to Soil Respiration in *Leymus Chinensis* Populations, Soil Biology & Biochemistry, 38, 653-660.
- Kajba D., Gracan J., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 4 pages.

- Keith, H., Jacobsen, K., L. and Raison, R., J., 1997. Effects of Soil Phosphorus Availability, Temperature and Moisture on Soil Respiration In Eucalyptus Pauciflora Forest. *Plant and Soil*, 190, 127-141.
- Khomik, M., Arain, M., A. and Mccaughey J., H., 2006. Temporal and Spatial Variability of Soil Respiration in a Boreal Mixedwood Forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 14, 244-256.
- Kowalenko, C., G., Ivarson, K., C. and Cameron, D., R., 1978. Effect of Moisture Content, Temperature and Nitrogen Fertilization on Carbon Dioxide Evolution from Field Soils. *Soil Biology And Biochemistry*, 10, 417-423.
- Lambers, H., Scheurwater, I. and Atkin, O., K., 1996. Respiratory Patterns in Roots in Relation to Their Functioning. In Y. Waisel, A. Eshel And U. Kafkafi (Eds.), *Plant Roots: The Hidden Half*. Marcel Dekker, Inc. New York, 323-362.
- Lee, K., H. and Jose S., 2003. Soil Respiration, Fine Root Production and Micribial Biomass in Cottonwood and Loblolly Pine Plantations Along a Nitrogen Fertilization Gradient, *Forest Ecology And Management*, 185, 263-273.
- Lee, T.D., Reich, P.B. and Bolstad, P.V., 2005. Acclimation of leaf respiration to temperature is rapid and related to specific leaf area, soluble sugars and leaf nitrogen across three temperate deciduous tree species. *Funct. Ecol.*, 19, 640–647.
- Luo, Y., Jackson, R., B., Field, C., B. and Mooney, H. A., 1996. Elevated CO₂ Increases Below- Ground Respiration in California Grasslands, *Oecologia*, 108, 130-137.
- Martin, D., Beringer, J., Hutley, L., B. and Mchugh, Í., 2007. Carbon Cycling in Mountain Ash Forest: Analysis of Below Ground Repiration, *Agricultural and Forest Meteorology*, 147, 1-2, 58-70.
- McInerney, M. and Bolger, T., 2000. Temperature, Wetting Cycles and Soil Texture Effects on Carbon and Nitrogen Dynamics in Stabilized Earthworm Casts. *Soil Biology and Biochemistry*, 32, 335–349.
- Meyer, C., Lüscher, P. and Schulin, R., 2014. Recovery of forest soil from compaction in skid tracks planted with black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). *Soil and Tillage Resarch*. 143.7-16.
- Özel, H.B, 2008. Bartın-Ardıç Yöresindeki Orman Restorasyonu Uygulamalarının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi, *Ekoloji* 18, 69, 14-19
- Plass, W. T. 1977. Growth and survival of hardwoods and pine interplanted with European alder. *USDA Forest Serv. Res. Pap. Ng-376*. 10 p.
- Raich, J.W. and Potter, C., S., 1995. Global Patterns of Carbon Dioxide Emissions from Soils, *Global Biogeochem. Cycles*, 9, 23-26.

- Sanborn, P., Brockley, R. and Preston, C., 1997. Effects of Sitka alder retention and removal on the growth of young lodgepole pine in the Central Interior of British Columbia. Establishment Report. B.C. Ministry of Forests. 66 p.
- Schindlbacher, A., Zechmeister-Boltenstern, S., Glatzel, G. and Jandl, R., 2007. Winter Soil Respiration From an Austrian Mountain Forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 146, 205-215.
- Schlesinger W., H. and Andrews J., A., 2000. Soil Respiration and The Global Carbon Cycle, *Biogeochemistry*, 48, 7-10.
- Schwencke, J. and Caru, M., 2001. Advances in actinorhizalsymbiosis: Host plant-Frankia interactions, biology, and application in arid land reclamation: A review. *Arid Land Research and Management* 15 (4): 285–327.
- Scott-Denton L., E., Sparks, K., L. and Monson, R., K., 2003. Spatial And Temporal Controls Of Soil Respiration Rate in A High-Elevation, Subalpine Forest, *Soil Biology & Biochemistry*, 35, 525-534.
- Sharma, E., Ambasht, R. S., Singh, M. P. 1985. Chemical properties under five age series of *Alnus nepalensis* plantations in the Eastern Himalayas. *Plant and Soil*. 84105-113.
- Sharma, J.S., Dabral, B.G. and Singh, K. 1985. Edaphic and microclimatological studies with reference to regeneration of sal (*Shorea robusta*). *Indian For.* 111, 396–409.
- Tang, J., W., Qi., Y., Xu, M., Misson, L. and Goldstein, A., H., 2005. Forest Thinning and Soil Respiration in a Ponderosa Pine Plantation in The Sierra Nevada. *Tree Physiology*, 25, 57-66.
- Tarrant, R. F. 1961. Stand development and soil fertility in a Douglas-fir-red alder plantation. *Forest Sci.* 7:238-246.
- Tufekcioglu, A., Kucuk, M., Bilmis, T., Altun, L. and Yilmaz, M., 2010b. Soil Respiration and Root Biomass Responses to Burning in Calabrian Pine (*Pinus Brutia*) Stands in Edirne, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 31, 15-19.
- Tufekcioglu, A., Kucuk, M., Sağlam, B., Bilgili, E. and Altun, L., 2010a. Soil Properties and Root Biomass Responses to Prescribed Burning in Young Corsican Pine (*Pinus Nigra* Arn.) Stands, *Journal of Environmental Biology*, 31, 369-373.
- Tufekçioğlu, A. and Küçük, M., 2004. Soil Respiration in Young and Old Oriental Spruce Stands and in Adjacent Grasslands in Artvin, Turk. *Journal Agriculture For.*, 28, 429-434.
- Tufekçioğlu, A., Özbayram A., K. and Küçük, M., 2009. Soil Respiration in Apple Orchards, Poplar Plantations and Adjacent Grasslands in Seyitler Area,

- Artvin, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 30, 815-820.
- Vanhala, P., 2002. Seasonal Variation in the Soil Respiration Rate in Coniferous Forest Soils, *Soil Biology & Biochemistry*, 34, 1375-1379.
- Vicent, G., Shahriari, A., R., Lucot, E., Badot, P. and Epron, D., 2006. Spatial and Seasonal Variations in Soil Respiration in a Temperate Deciduous Forest with Fluctuating Water Table, *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 2527-2535.
- Yaltrık, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı I, *Gymnosparmae* (Açık Tohumlular), 2. Baskı, İ. Ü. O. F. Yay., No: 386, 320s.
- Zhou, X., Sherry, B., An, Y., Wallace, L., L. and Luo, Y., 2006. Main and Interactive Effects of Warming, Clipping, and Doubled Precipitation on Soil CO₂ Efflux in a Grassland Ecosystem, *Global Biogeochemical Cycles*, 20,1



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÇALOĞLU Volkan
Uyruğu : T. C.
Doğum tarihi ve yeri : 16.08.1987-Artvin
Medeni hali : Evli
Telefon : 0551 247 80 81
e-posta : volkan.caloglu@gmail.com

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Ön Lisans	Harita Kadastro	2008
Lisans	Orman Mühendisliği	2012

Yabancı Dili

İngilizce