

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

**DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky)'NDA BAZI FİZYOLOJİK  
ÖZELLİKLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fatih BAYRAKTAR**

**Artvin-2015**

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

**DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky)'NDA BAZI FİZYOLOJİK  
ÖZELLİKLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fatih BAYRAKTAR**

**Danışman  
Prof. Dr. Fahrettin TILKI**

**Artvin-2015**

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

DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky)'NDA BAZI FİZYOLOJİK  
ÖZELLİKLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Fatih BAYRAKTAR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09/12/2014

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 06/01/2015

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fahrettin TİLKİ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Sinan GÜNER

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Melahat ÖZCAN

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2015 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2015 tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2015

Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

“Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)’nda Bazı Fizyolojik Özelliklerin Yükseltiye Bağlı Değişiminin Araştırılması” adlı bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Silvikültür programında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar, her aşamada, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde değerli bilgi, öneri ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fahrettin Tilki’ye şükranlarımı sunarım.

Tezin düzenlenmesi için bir hayli vakit harcayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK’e, konuyla ilgili çalışmaların yürütülmesinde bir yol gösterici olarak ekip çalışmasında bizlere katkıda bulunan Biyoloji Bölümünden Arş. Gör. Mehmet DEMİRALAY’a, her türlü fedakârlıkla her zaman yanımda olan Uzman Biyolog M. Sabri SADIKLAR’a, Arş. Gör. Nadir ERSEN’e, Arş. Gör. Musa AKBAŞ’a ve tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışma ortamı hazırlayan, manevi desteklerini her zaman hissettiren sevgili eşime ve biricik oğluma teşekkür ederim.

Fatih BAYRAKTAR

Artvin-2015

## İÇİNDEKİLER

	SayfaNo
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar DİZİNİ .....	X
KISALTMALAR DİZİNİ .....	XI
<b>1 GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>1</b>
1.1 Giriş.....	1
1.2 Yükseltinin Bitkilerdeki Fizyolojik Aktiviteler ve Parametreler Üzerine Etkisi .....	2
1.3 Doğu Kayını ( <i>Fagus orientalis</i> Lipsky)'nın Ekolojik ve Silvikültürel Özellikleri İle Bazı Fizyolojik Özellikleri.....	4
<b>2 MATERYAL VE METOD.....</b>	<b>7</b>
2.1 Çalışma Sahalarının Coğrafi Konumları .....	7
2.2 Deneme Alanlarının İklim Özellikleri .....	7
2.3 Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri.....	10
2.4 Yapılan Ölçümler .....	10
2.4.1 Çap, Boy, Yaş ve Tepe Çatısı Durumları.....	10
2.4.2 Fotosentez ve Stomatal İletkenlik Ölçümleri.....	11
2.4.3 Su Potansiyeli Ölçümü .....	12
2.4.4 Elementel Analiz (CHNS).....	14
2.4.5 Toplam Klorofil İçeriği Ölçümü (SPAD) .....	14
2.4.6 Spesifik Yaprak Alanı Ölçümü .....	15
2.5 Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	17
<b>3 BULGULAR.....</b>	<b>18</b>
3.1 Gaz Değişimleri Ölçümlerine Ait Bulgular .....	18
3.2 Su Potansiyeli İle İlgili Bulgular.....	19

3.3	Elementel Analiz (CHNS) İle İlgili Bulgular.....	20
3.4	Stomatal İletkenlik (Gs) İle İlgili Bulgular .....	21
3.5	Toplam Klorofil İçeriği İle İlgili Bulgular .....	22
3.6	Spesifik Yaprak Alanı İle İlgili Bulgular .....	23
<b>4</b>	<b>TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>24</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>29</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>35</b>

## ÖZET

Bu çalışma, Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)'nda yükseltiye bağlı olarak gaz değişimi, stomatal iletkenlik, elemental analiz, yaprak su potansiyeli, spesifik yaprak alanı ve klorofil içeriği gibi fizyolojik parametrelerin değişimlerinin araştırılmasını amaçlamıştır. Ekolojik olarak sıcaklık, yağış gibi etkenlerin değişmesiyle doğal ortamında doğu kayınının fizyolojik değişimleri Artvin Ortaköy bölgesinde belirlenmiştir. Artvin'de doğal olarak yayılış gösteren Doğu kayınının bulunmuş olduğu meşcerelerde aynı bakı, aynı toprak yapısı bulunarak ölçümlerin farkının sadece yükseltiden kaynaklanabilecek değişiklikler olmasına özen gösterilerek hazırlanmıştır. Yükseltiye bağlı olarak fotosentez ve stomatal iletkenlikler arasında fark tespit edilmemiştir. Yaprak su potansiyeli, toplam klorofil içeriği, spesifik yaprak alanı ise istatistik anlamda farklılık göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Doğu kayını, yaprak su potansiyeli, gaz değişimleri, toplam klorofil içeriği, spesifik yaprak alanı, elementel analiz (CHNS).

## SUMMARY

### EFFECTS OF ALTITUDE ON SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky)

This study was designed to determine the differences between altitudinal physiological parameters on oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) such as gas exchange, stomatal conductance, elemental analysis, leaf water potential, specific leaf area and chlorophyll content. Oriental beech was observed in the natural habitat with the changes of ecological parameters such as precipitation and temperature in Artvin Ortaköy. The study area was located in Ortaköy, Artvin. The experimental area had the same soil structure and aspect. This study showed that photosynthesis and stomatal conductance of oriental beech were not affected by altitude, significantly. But leaf water potential, specific leaf area and chlorophyll content showed significant differences between the experimental areas.

**Key Words:** Oriental beech, leaf water potential, gas exchange, chlorophyll content, specific leaf area, elemental analysis (CHNS).



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 1. Kayının yayılış gösterdiği alanlar (URL-1) .....	5
Şekil 2. Artvin ilinin yıllık yağış miktarları (MGM) .....	10
Şekil 3. Çap, boy, yaş ve tepe çatısı ölçümü A) Tepe çatısı ölçümünü, B) Artım burgusundan kalem alınırken, C) Çap ölçümü.....	11
Şekil 4. Licor 6400 XT Infrared gaz ölçüm başlığı.....	12
Şekil 5. Licor 6400 XT cihazıyla çalışma A) Cihazın başlığını ölçüm için hazırlama, B) Alanda cihaz ile ölçüm .....	12
Şekil 6. Örnek odası çalışma durumu.....	13
Şekil 7. Yaprak dokuları disk şeklinde alınıp küvetlere yerleştirilmesi A) Delgeç yardımıyla diskler alınırken, B) Küvetlere yerleştirme .....	14
Şekil 8. Klorofil ölçer cihazıyla alanda çalışma.....	15
Şekil 9. Spesifik yaprak alanının hesaplanması A) ImageJ programıyla yaprak alanının bulunması, B) Yaprakları kurutmak için hazırlama .....	16
Şekil 10. Kurutulan yaprakların ağırlıklarının ölçümü .....	16
Şekil 11. Deneme alanı -1'deki ortalama net fotosentez hızı değerleri.....	19
Şekil 12. Deneme alanı -2'deki ortalama net fotosentez hızı değerleri.....	19
Şekil 13. Deneme alanlarındaki ağaçların stomatal iletkenlikleri grafiği .....	21
Şekil 14. Deneme alanlarında ölçülen yaprakların SPAD değerleri grafiği .....	22
Şekil 15. Deneme alanlarında ölçümü yapılan spesifik yaprak alanları grafiği.....	23

## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Tablo 1. Çalışma alanlarının durumu .....	7
Tablo 2. Erinç'in yağış etkinliği sınıfları (Çepel, 1995) .....	9
Tablo 3. Deneme alanları toprak özellikleri .....	10
Tablo 4. Çalışma Alanı - I Özellikleri .....	18
Tablo 5. Çalışma Alanı – II Özellikleri .....	18
Tablo 6. Deneme alanlarındaki ağaçların yaprak su potansiyelleri (YSP: Yaprak su potansiyeli) .....	20
Tablo 7. Deneme alanlarındaki ağaçlardaki CHNS yüzdeleri.....	20
Tablo 8. Deneme alanlarındaki ağaçların stomatal iletkenlikleri.....	21
Tablo 9. Deneme alanlarında ölçülen yaprakların toplam klorofil içeriği (SPAD)	22
Tablo 10. Deneme alanlarında ölçümü yapılan spesifik yaprak alanları.....	23
Tablo 11. Bitkilerin gereksinim duyabileceği elementlerin dokulardaki yeterli seviyeleri (Epstein, 1972 ve 1999).....	26

## KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
D.A	Deneme Alanı
g	Gram
GDÖ	Gaz Değişim Ölçümü
IRGA	Infrared Gaz Analiz Odası
Mpa	Megapaskal
p	Önem Düzeyi
ppm	Milyonda bir birim (Parts per million)
SPAD	Toprak bitki analizleri geliştirme (Soil plant AnalysisDevelopment)
SYA	Spesifik Yaprak Alanı
TKİ	Toplam Klorofil İçeriği
YSP	Yaprak Su Potansiyeli

# 1 GENEL BİLGİLER

## 1.1 Giriş

Bütün organizmalar yaşadığı çevreden etkilenirler ve bu durum türlerin optimum uyum sağlayacakları yerlerde birikmelerini sağlar. Ağaçlar genel olarak yerel koşullara, geliştirdikleri ekofizyolojik karakteristiklerle iyi uyum sağlarlar (Chabot ve Hicks, 1982; Kikuzawa, 1989; Bresson ve ark., 2009).

Gelişen teknolojiyle aynı türlerin farklı yerlerdeki gelişim ve büyümelerinin incelenmesi geçmişe oranla daha da kolaylaşmaktadır. Bitki ekolojisinin bir alt dalı olan bitki fizyolojisi, bitkilerdeki hayatsal olayları açıklayan bir bilim dalıdır.

Bitkilerin fizyolojik aktivitelerine dolaylı yoldan etki eden ekolojik faktörlerden birisi de yükseltidir. Yükselti değişiklikleri jeofiziksel etkilerin, düşük sıcaklık gibi, flora ve faunanın ekolojik ve evrensel olarak belirlenmesinde en kuvvetli “doğal deneyim metodudur” (Körner, 2007).

Yükseltinin değişmesiyle birlikte etkilenen sıcaklık, ışık, CO<sub>2</sub> kısmi basıncı ve diğer çevresel değişkenlerin fotosentezi etkilenmesinden dolayı, yükselti biyolojisinde rakım, gelişimi etkileyen önemli bir etken olarak düşünülmektedir (Billings ve ark. 1961; Tranquillini, 1964; Hiesey ve ark. 1971; Körner ve Diemer 1987; Friend ve Woodward 1990; Kumar ve ark., 2005).

Bitki ekolojisi ve fizyolojisi ile ilgili çalışmalarda çoğunlukla yaprak özellikleri, yaprak ağırlığının yaprak alanına oranı ve spesifik yaprak alanının belirlenmesi yöntemleri kullanılmaktadır (Fila ve Sartorato 2011; Dubey ve ark., 2011). Spesifik yaprak alanı çevresel değişmelere güçlü cevaplar veren bir özelliktir (Koike, 1988).

Spesifik yaprak alanının bulunmasında, toplam yaprak alanının toplam kuru yaprak ağırlığına oranının bulunmasıyla elde edilen sonuçların tercih edilmesinin sebebi, bitkilerin absorbe ettikleri ışık miktarı, fotosentez kapasiteleri ve nispi gelişme oranları ile yakından bir korelasyona sahip olmalarıdır (Karavin ve Kılinc, 2011).

Bitkilerin büyümeleri için birinci derecede önem arz eden elementler vardır. Bu elementler olmayınca bitki hayati fonksiyonlarını yerine getiremez. Bu elementlerin sınıflandırılmasında alternatif olarak uzun çabalar sonucunda fizyolojik (Epstein, 1999) yahut biokimyasal (Mengel ve Kerby, 1987) olarak makro ve mikro besin elementlerinden hidrojen, karbon, azot ve kükürt elementleri yükseltiye bağlı olarak değişim gösterebilir.

Genç (2009)'a göre yükseltinin artışı vejetasyon sürelerinin kısalmasına ve dolayısıyla vejetasyon tiplerinin değişmelerine sebep olmaktadır. Gelişme dönemindeki sıcaklıklar baz alınarak hazırlanan Mayr'ın orman zonlaması ülkemiz için kullanım değeri yüksek olan bir sınıflandırmadır ve silvikültürel müdahalelere ilişkin proje çalışmalarında tercihen kullanılmaktadır. 500m-2000m.'ler arasında görülen fagetum zonunun belirgin ağacı olan kayınlar 1100- 1500m.'ler arasında çalışma ortamımızı ve materyalimizi oluşturmaktadır.

## **1.2 Yükseltinin Bitkilerdeki Fizyolojik Aktiviteler ve Parametreler Üzerine Etkisi**

Bitki ekofizyolojisi, bitki ekolojisi bilim dalının bir alt dalı olup, bitkilerin fizyolojik tepkimelerinin, farklı çevresel koşullarının etkisi altındaki değişimlerini incelemektedir. Bütün mikroklimatik faktörlerin yükseltiyle değişmesi, bitkilerin performanslarını ve özellikle farklı yükseltilerdeki fotosentez kapasitelerini kıyaslamayı da çok zorlaştırmaktadır (Bresson ve ark., 2009). Diğer canlılarda olduğu gibi orman ağaçlarında da büyüme ve adaptasyon, genetik yapı ve çevre faktörlerinden etkilenecek şekilde gelişmektedir (Raghavenda, 1991; Kozłowski ve Pallardy, 1997). Fenotip; genotip ve çevresel faktörlere bağlıdır. Yükseltiyle birlikte değişen bütün mikroklimatik değerlerin bitki performansların kıyası ve özellikle fotosentez kapasitelerinin ölçümü oldukça zordur. Yükseltinin tüm bitki fizyolojisi ve ekolojisinin üzerine etkileri düşülürken sadece ışık emisyonundaki yapraklardaki ve diğer uygun şartlardaki gaz değişimleri değil, çevresel tüm faktörler dikkate alınmalıdır (Gale, 1972a,b).

Orman ağaçlarının yetişme ortamı koşullarının ağaç türünün gelişimine olan etkilerinin ortaya konulması yapılacak ormancılık uygulamaları için önem

taşımaktadır. Bu yönde yapılacak çalışmalar gerek ormanlarımızın verimlerini artırmak, gerek ağaç türü seçimini isabetli bir biçimde yapmak ve en uygun silvikültürel yöntemi seçebilmek için yardımcı olacaktır (Yılmaz, 2004).

Çevresel değişkenlerin bir bitkinin üzerindeki etkileriyle birlikte o bitkinin fotosentez yapabilmesi, verim gücü sağlığının göstergesidir (Ball ve ark., 1994; Nippert ve ark., 2004).

Radin ve ark. (1988) fotosentez oranı ve stomatal iletkenliğin önemini vurgularken oluşan değişiklikleri mezofildeki stomatal hareketlerin mesajcısı olarak varsaymaktadır ve çevresel çeşitlilikle bu değerlerin ilişkili olduğunu belirtmektedir.

Bayramzadeh (2011) bir çalışmada, İran'ın kuzeyinde, Hazar Ormanlarında Doğu kayınının stomatal özelliklerin coğrafik olarak ayrı bölgelerdeki durumunu değerlendirmiştir. Bu çalışmada stomanın, bitki ve dış çevresiyle arasındaki önemli bir anahtar faktör olduğu, gözlemlenen 5 doğal doğu kayını popülasyonunun stomalarındaki değişimlerin coğrafik değişikliklerden (iklim, enlem, rakım gibi) dolayı kaynaklanabileceğini belirtilmiştir.

Bitkilerdeki su potansiyellerinin ölçümünün önemine ve suyun hayati önem taşıdığına vurgu yapılan Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005)'nin derlemesinde; su noksanlığının stomalarda kapanmaya ve gaz değişiminde kısıtlamaya neden olan orta düzeydeki su kaybı olduğu, oransal su kapsamının yaklaşık %70'te kaldığı hafif su noksanlığına maruz kalan bitkilerde stomaların kapanmasına bağlı olarak karbondioksit alımının kısıtlandığı belirtilmiştir.

Suyun yeryüzündeki vejetasyon dağılımını tek başına veya diğer çevresel faktörlerle birlikte belirleyen önemli bir faktör olduğu, çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Kramer ve Kozlowski, 1960; Kozlowski ve Pallardy, 1997). Su eksikliğinin belli bir seviyeye ulaşmasıyla, hücre, ağaç ve meşceredeki gelişim çağlarında fizyolojik olaylar etkilenmekte ve dolayısıyla ormandaki verimlilik değişmektedir (Teskey ve Hinckley, 1986).

Wittmann ve ark. (2000) gölgeye dayanıklı Avrupa kayını ve güneş ışığına uyum göstermiş Titrek kavaktaki çalışmada bu türleri %20 ila %100 arasında değişen

güneş ışığının rejimlerine maruz bırakmıştır. Yaprak ve gövde gibi farklı fotosentez organlarındaki değişimlerin yanı sıra fizyolojik parametrelerin (fotosentez, respirasyon, ışık geçirgenliği) de değiştiği görülmüştür.

Işık yoğunluğu, toprak nemi, besin maddeleri gibi çevresel faktörler, ağaçlardaki içsel olayları değiştirerek ağaçların kantitatif ve kalitatif olarak gelişmelerini etkilemektedirler (Kramer ve Kozlowski, 1960).

Yükseltiye bağlı olarak fotosentez ve yaprak karakteristiklerinin araştırılması hakkında birçok çalışma vardır. Buna rağmen, yükseltinin fotosentez üzerine etkisi konusunda yapılan araştırmalarında fikir birliği sağlanamamıştır. Birçok literatür CO<sub>2</sub> asimilasyonundaki ve karboksilasyondaki artışın yükseltideki artışla birlikte olduğunu belirtmiştir (Macher ve Nösberger, 1977; Woodward, 1986; Körner ve Diemer, 1987). Ancak konuyla ilgili Zhang ve ark. (2005) herdem yeşil bir meşe türünde yapmış olduğu kapsamlı çalışmada aksi bir sonuç ortaya konmuştur.

Bitkilerin fotosentetik performanslarıyla yükseltinin ilişkisi uzun zamandır ilgi alanıdır (Jones, 1992). Birçok araştırmacı bitkilerin buldukları yerler ile farklı yükseltilerdeki fotosentetik performanslarını karşılaştırmıştır (Körner ve Diemer, 1987). Düşük sıcaklık, düşük atmosferik basınç ve kısmi CO<sub>2</sub> basıncı, yüksek ışık yoğunluğu gibi baskılar yaprak morfolojisi ve fizyolojisine önemli etkiler yapmaktadır (Hovenden ve Brodribb, 2000).

### **1.3 Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)'nın Ekolojik ve Silvikültürel Özellikleri İle Bazı Fizyolojik Özellikleri**

Dünyada 17 kayın taksonu bulunmaktadır (Peters, 1997). Bu taksonlardan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)'nı ayrı tür olarak kabul edenler olduğu gibi, Avrupa kayınının alt türü olduğunu savunanlar da olmuştur (Denk ve ark., 2002; Peters, 1997). Doğu kayınının ülkemizdeki alansal dağılımı 1.373.244,7 ha normal, 378.239,2 ha bozuk koru ormanı olmak üzere toplamda 1.751.483,9'dur (Anonim, 2006).

Kayın, dünyada en çok yer kaplayan ilk 25 ağaç cinsi içerisinde altıncı sırada yer almaktadır (OGM, 2012). Ayrıca ülkemizde endüstriyel odun üretiminde %15 lik payı ile yapraklı ağaçlar içerisinde ilk sırada yer almaktadır (Konukçu, 2001).

Yapraklı türlerin en önemlilerinden düzgün gövdeli ve birinci sınıf orman ağaçlarımızdan olan kayının ülkemizde Doğu kayını ve Avrupa kayını olmak üzere iki türü mevcuttur. Ancak esas yayılışı Doğu kayını yapmaktadır (Atalay, 1992). Doğu kayınının yayılışı; Trakya'nın kuzey kenar dağları ile İstanbul üzerinden Kocaeli yarımadasına atlayarak Marmara'nın güneyine sarkar (Şekil 1). Karadeniz sıra dağları boyunca Kafkasya ve Kırım'a kadar uzanır. Bu ana yayılıştan ayrı olarak İskenderun körfezinin kuzeydoğusunda Hatay ve Kahramanmaraş'ta ormanların yüksek kesimlerinde 1500 m. üzerinde izole yayılış gösterir (OGM, 2009).



Şekil 1. Kayının yayılış gösterdiği alanlar (URL-1)

Doğu kayını, genç yaşlardan başlayarak ince yan kökçükler meydana getirerek yürek kök sistemi oluşturur, bu kök sistemi oldukça derinlere gider. Ancak kayın derin köklü ağaç olarak sınıflandırılmasa da, yoğun köklenen ağaçlar grubuna girmektedir. Kayın, sıg topraklarda ancak köklerini çatlak ve oyuklara sokabileceği yerlerde gelişebilmektedir. Bu nedenle, fakir topraklarda kökler yüzeye yakın olarak yayılırlar (Saatçioğlu, 1969).



Bu alışmada, Doğu kayınında fotosentez, su potansiyeli, stomatal iletkenlik, toplam klorofil içeriği, spesifik yaprak alanı, bazı makro ve mikro besin element içerikleri gibi fizyolojik özellikler üzerine yükseltinin etkisi araştırılmıştır.

## 2 MATERYAL VE METOD

Bu çalışma Artvin’de doğal olarak yayılış gösteren Doğu kayının aynı bakı ve aynı toprak yapısına sahip olduğu meşcerelerde, ölçümlerin farkının sadece yükseltiden kaynaklanabileceği alanlarda gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı olarak Artvin Ortaköy Pırnallı Köyü istenilen kriterlere uygun alan olarak seçilmiştir. Çalışmada birinci seçilen alanın yükseltisi 1484m. ve ikinci alanın yükseltisi 1162m. olarak belirlenmiştir. Çalışma alanında her iki yükseltide ortak parametreleri sabit olarak taşıyan meşcerelerden 5’er ağaç seçilmiştir. Her ağaçta; gaz değişimleri, yaş, çap, boy, tepe çatısı, toplam klorofil içeriği ve yaprak su potansiyeli ölçülmüştür. Ayrıca stomatal iletkenlik iki farklı cihazla (Licor 6400 XT Portable Photosynthesis system ve AP4 Leaf Porometer Delta T) ölçülmüştür.

### 2.1 Çalışma Sahalarının Coğrafi Konumları

Farklı yükseltilere sahip, iki farklı araştırma sahasına ait enlem ve boylam koordinat değerleri ve alanlarla ilgili eğim, bakı ve yükselti değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma alanlarının durumu

	1. Çalışma Sahası	2. Çalışma Sahası
Enlem	42 02 926	42 03 738
Boylam	41 16 308	41 15 979
Eğim (%)	60-70	65-70
Bakı	Kuzey - Batı	Kuzey - Batı
Yükselti (m)	1484	1162

### 2.2 Deneme Alanlarının İklim Özellikleri

Artvin, Doğu Karadeniz Bölgesi’nin iklim yönünden en çok değişkenlik gösteren ilidir. Artvin, Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer almaktadır. Karadenizin etkisi altında kalan arazi ile Karadeniz ardı arazisi arasında doğuda bir geçiş niteliğindedir. Bölgede Çoruh vadisi boyunca Artvin çevresine kadar ve daha yukarda Berta Suyu vadisi boyunca da Şavşat çevresine kadar

Karadeniz üzerinden gelen nemli rüzgarların etkili olduğu bildirilmektedir (Kantarıcı, 1995). Genya dağı ve Saçınka tepesi, Karadeniz üzerinden deniz etkisini almaktadır. Bu nemli hava kütlelerinin bir kısmı Batum'dan Çoruh vadisi boyunca, bir kısmı da Sultan Selim dağı (1500 m.) ile Balıklı Dağı (1890 m.) arasındaki Cankurtaran (900 m.) geçidini aşmaktadır. Genya dağı ve Saçınka tepesi yamaçlarına ulaşan nemli hava kütlesi yükselerek soğumakta ve içerisindeki rutubeti bırakmaktadır. İklimin karakteristiği, kışların ılık, yazların sıcak ve çok yüksek yağışların sıkça görülmesidir. Çoruh Nehri ve Cankurtaran Geçidinden gelen nemli hava ile hem Karadeniz'in etkisi altında bulunmakta hem de yüksek bir arazi yapısına sahip olduğu için sık sık yağış görülmekte ve sis oluşmaktadır. Artvin meteoroloji istasyonu (625 m.) verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 12,3°C, yıllık ortalama yüksek sıcaklık 32,0°C, yıllık ortalama düşük sıcaklık - 2.48°C'dır. Yılın en sıcak ayı 43°C ile Ağustos ayı, yılın en soğuk ayı ise -16,1°C ile Ocak ayıdır. Yıllık ortalama yağış 689,4 mm. olup (Şekil 2), yılın en yağışlı ayı 99,7 mm. ile Ocak ayı, yılın en kurak ayı ise 27,1 mm. ile Ağustos ayıdır. Mevsimler itibariyle yağış rejimi İlbahardan yaza doğru hızla azalmaktadır. En yağışlı mevsim kış, en kurak mevsim yazdır (MGM, 2014).

Deneme alanlarında meteorolojik ölçü aletleri kurulamadığından en yakında olan Artvin meteoroloji istasyonunun (625m.) iklim verilerinden faydalanarak enterpole edilen ortalama sıcaklık ve yağış bulunmuştur. Alanın yağış, iklim sınıfı ve bitki örtüsü Erinç'in "Yağış Etkinliği İndisi" ( $Im=P/Tom$ ) formülünden yararlanılmıştır (Tablo 3) (Çepel, 1995).

Yağışın deneme alanlarındaki enterpolesi için (Çepel 1995);

$$Ph=Po\pm 54h$$

Ph: Deneme alanının yıllık yağış miktarı (mm)

Po: İstasyonun bilinen yıllık yağış miktarı (mm)

54: 100 metrede bir değişen yıllık yağış miktarı (mm)

h: Meteoroloji istasyonu yükseltisi ile deneme alanının yükseltisi arasındaki fark (hektometre)

$Ph_{1484} = 689,4 + 463,86 = 1153,26$  mm 1. alanın yıllık yağış miktarı

$Ph_{1162} = 689,4 + 289,98 = 979,38$  mm 2. alanın yıllık yağış miktarı

Erinç'in "Yağış Etkinliği İndisi" formülüne göre;

$Im$  : Yağış müessiriyet indisi

$Tom$  : Yıllık ortalama maksimum sıcaklık ( $^{\circ}C$ )

$P$  : Yıllık yağış miktarı (mm)

Deneme alanlarının yıllık ortalama sıcaklıkları her 100m.'de  $0,5^{\circ}C$  azaldığı için,

Birinci deneme alanında  $4,295^{\circ}C$  azalmakta iken, ikinci deneme alanında ise  $2,685^{\circ}C$  azalmaktadır.

Dolayısıyla birinci deneme alanında;

Yıllık ortalama maksimum sıcaklık (1484m.)=  $32 - 4,295 = 27,705$   $^{\circ}C$

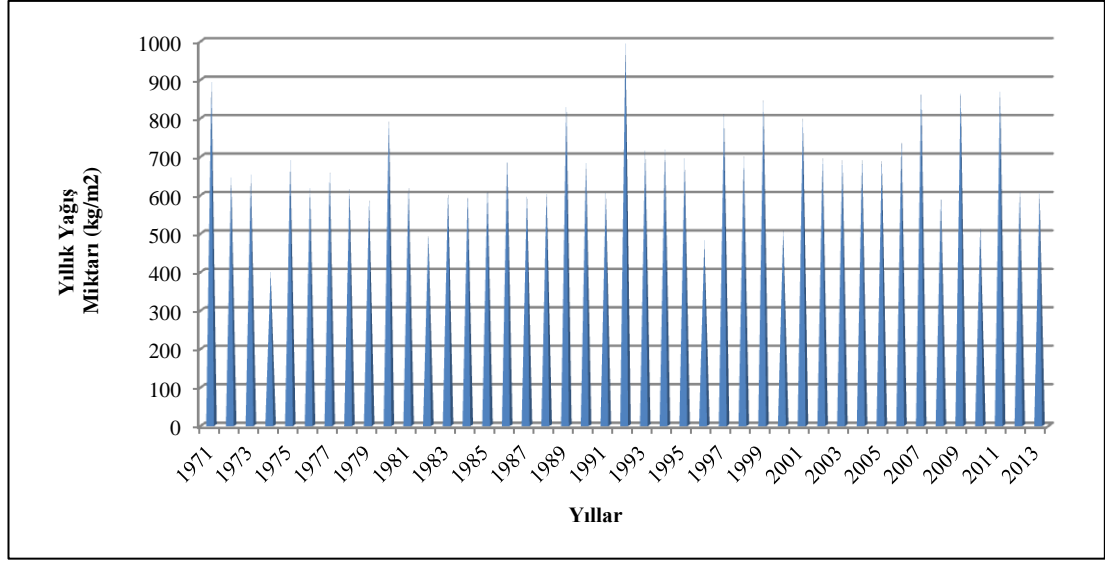
Yıllık ortalama maksimum sıcaklık (1162 m.)=  $32 - 2,685 = 29,315$   $^{\circ}C$  olmaktadır.

$Im_{1484} = 1153,26 / 27,705 = 41,63$  nemli orman iken;

$Im_{1162} = 979,38 / 29,315 = 33,40$  yarı nemli orman sınıfına girmektedir.

Tablo 2. Erinç'in yağış etkinliği sınıfları (Çepel, 1995)

Yağış Etkenliği Sınıfı	Yağış Etkenliği İndisi ( $Im$ )	Bitki Örtüsü
Kurak	$Im < 8$	Çöl
Yarı Kurak	$8 < Im < 23$	Step
Yarı Nemli	$23 < Im < 40$	Park Görünümlü Kurak Orman
Nemli	$40 < Im < 55$	Nemcil Orman
Çok Nemli	$Im < 55$	Çok Nemcil Orman



Şekil 2. Artvin ilinin yıllık yağış miktarları (MGM, 2014 )

### 2.3 Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri

Toprak özelliklerinin belirlenmesi için her bir deneme alanında toprak profilleri açılmıştır. Açılan toprak profillerinden 0-20 cm. ve 20-50 cm. derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleriyle yapılan analiz sonucunda, deneme alanlarına ait toprak tekstürü ve pH analizleri sonucu Tablo 3’de verilmiştir. Deneme alanlarına homojen olarak dağılmış balçıklı kil toprakları hâkimdir.

Tablo 3. Deneme alanları toprak özellikleri

Deneme Alanları	Kum (%)	Toz(%)	Kil (%)	PH	Toprak Türü
1. Deneme Alanı	42	20	38	5,22	Balçıklı Kil
2. Deneme Alanı	43	19	38	5,20	Balçıklı Kil

### 2.4 Yapılan Ölçümler

#### 2.4.1 Çap, Boy, Yaş ve Tepe Çatısı Durumları

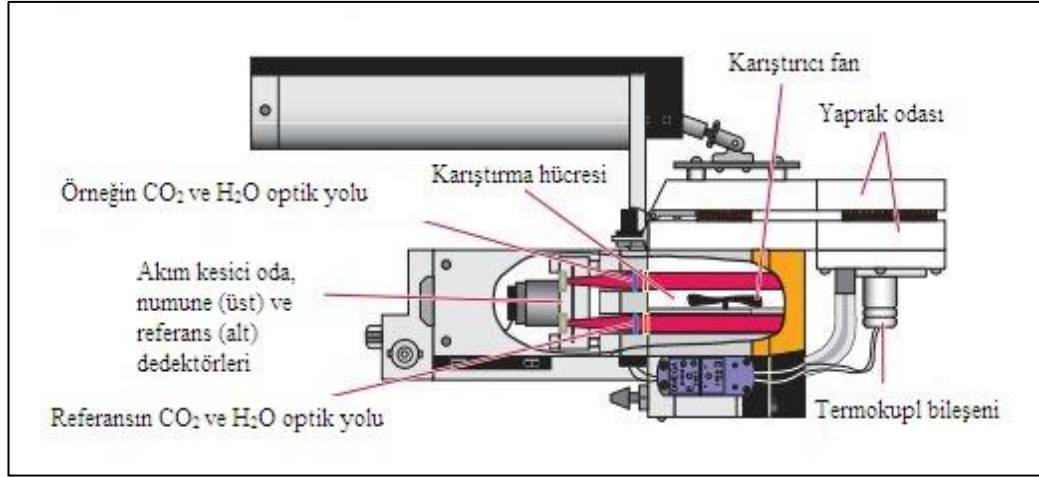
Seçilen ağaçların çapları, çap ölçer (Haglöf Mantax Blue Mekanik Çap ölçer); boyları, Blume- Leiss Boy ölçer; tepe çatıları lazermetre ve yaşları artım burgusuyla kalem alınarak laboratuarda sayım yapıldıktan sonra belirlenmiştir. Çaplar ve artım burgusu göğüs yüksekliğinden (1,30m.) alınmıştır



Şekil 3. Çap, boy, yaş ve tepe çatısı ölçümü A) Tepe çatısı ölçümünü, B) Artım burgusundan kalem alınırken, C) Çap ölçümü

#### 2.4.2 Fotosentez ve Stomatal İletkenlik Ölçümleri

Çalışma alanlarında seçilen sağlıklı Doğu kayını bireylerinde LI-COR 6400 XT Portable Photosynthesis system kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Her iki yükseltide seçilen her ağaçta aynı yerde olmasına dikkat edilerek seçilen 3'er yaprağın (diğer yapraklar tarafından örtülme, tam güneş gören, azami genişlemesini yapmış olan, yaralı olmayan, böcek istilasına uğramamış ve gözle görülür streten kaynaklı renk bozukluğu yahut kıvrılma olmayan) CO<sub>2</sub> özümlemesi ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ve transpirasyona bağlı olarak stoma iletkenliği ( $g_s, \text{H}_2\text{O mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ölçülmüştür. Ölçümlerde kullanılan portatif fotosentez cihazının (LI-COR A.Ş., Lincoln, Nebraska) araziye gitmeden önce tüm kontroller ve kalibrasyonları yapılmıştır. Cihazın parametrik değerleri arazinin ve ağacın istek durumuna göre ( $1500 \mu\text{mol (foton) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 20°C sıcaklık,  $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ CO}_2$ ,  $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  hava akışı) ayarlanmıştır. Ölçümde cihazın geniş yapraklılar için ve LED ışık kaynağı ayarlanabilen başlığı (6400-02B) kullanılmıştır. Ölçümler, başlığa yerleştirilen yaprakların uyum göstermesi için 2'şer dk. beklenecek gerçekleştirilmiştir. Her yapraktan periyodik aralıklarla 10'ar ölçüm alınmıştır ve cihazın monitöründen kontrol edilerek kayıt altına alınmıştır. Sonuç olarak yaprakların ortalama değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra SPSS programı kullanılarak T-Testi (Bağımsız iki grup arası test) uygulanmış ve sonuca göre yorum yapılmıştır.



Şekil 4. Licor 6400 XT Infrared gaz ölçüm başlığı



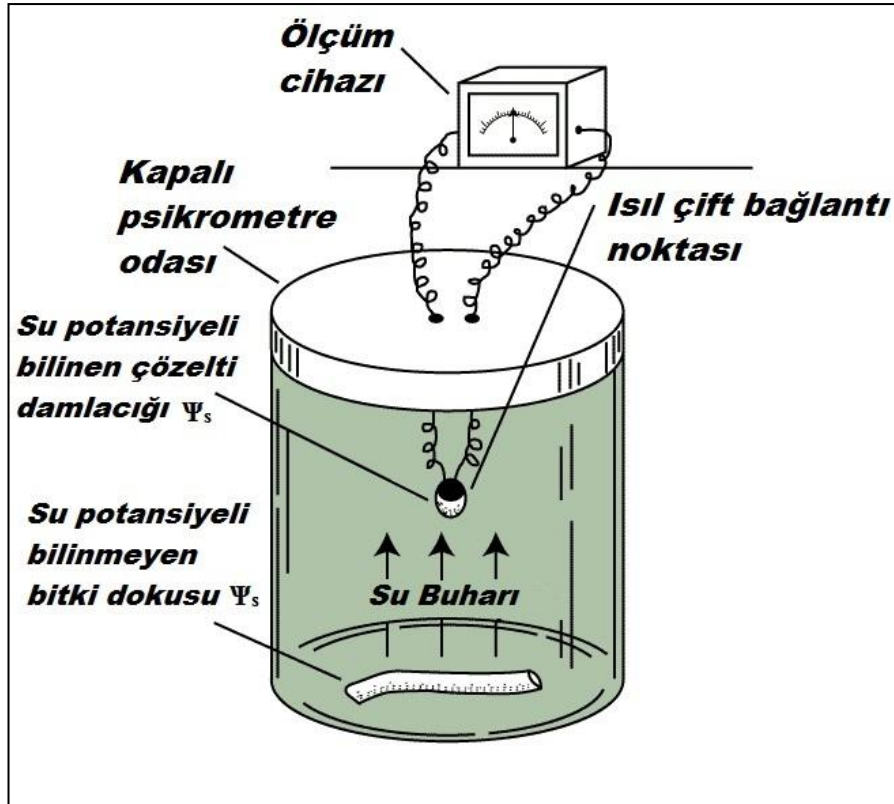
Şekil 5. Licor 6400 XT cihazıyla çalışma A) Cihazın başlığını ölçüm için hazırlama, B) Alanda cihaz ile ölçüm

### 2.4.3 Su Potansiyeli Ölçümü

Bitki su potansiyeli ölçümlerinde yoğunlukla kullanılan dört yöntem vardır; psikrometrik yöntem, basınç odası yöntemi, krioskopik geçiş ölçme yöntemi ve basınç sondası yöntemi (Taiz ve Zeiger, 2008). Su potansiyel değerleri psikrometrik yöntemle Wescor Psypro cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Terminolojide psikrometri, nemli havanın termodinamik özellikleri ile bu özellikleri kullanarak nemli havadaki işlemler ve şartlar ile ilgilenen, termodinamiğin bir dalı olarak geçmektedir (Özer, 2003). Çalışmada kullanılan yöntem, suyun buhar basıncına dayalıdır. Yüzeiden buharlaşan su o yüzeyi soğutur ilkesine dayanır (Taiz ve Zeiger, 2008).

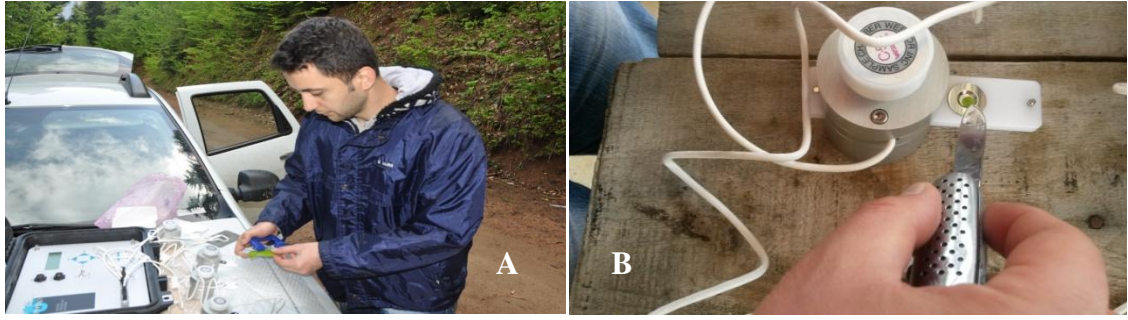
Cihaz (PSY PRO, Wescor, USA) otomatik 8 kanallı su potansiyeli veri kaydedicidir. Örnek odalarıyla (C-52) ölçümü gerçekleştirmektedir. Bu odalar (Şekil 6) yaprak örneklerinden alınan doku disklerindeki toplam su potansiyelinin ölçümünü sağlamaktadır.

Arazide belirlenen ağaçlardan alınan yapraklardan delgeçle küvetlere sığacak eşit çapta (6 mm) diskler alınarak, disk yuvasına yerleştirilmiştir. Yaprak üzerinde homojen 5 doku örneği alınmıştır. Alınan örnekler disk yuvalarına yerleştirildikten sonra 1'er saat beklenerek sonuçlar elde edilmiştir. Sıcaklık koşulları kesinlikle sabit olarak ölçülmüştür zira sıcaklıktaki 0,01 °C'lik değişim, su potansiyelinde 0,1 Mpa (1 bar) basınç farkı ortaya çıkarmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2008).



Şekil 6. Örnek odası çalışma durumu





Şekil 7. Yaprak dokuları disk şeklinde alınıp küvetlere yerleştirilmesi A) Delgeç yardımıyla diskler alınırken, B) Küvetlere yerleştirme

#### 2.4.4 Elementel Analiz (CHNS)

Deneme alanlarından alınan yaprakların spesifik yaprak alanları bulunulduktan sonra yapraklar (etüvden çıkarılmış) kuru halde porselen havanda toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Daha sonra her bir örnek 50mg olarak tartıldı ve kalay kaplara yerleştirildi. Örnekler tungsten trioksit 1:1 oranında eklendi. Günlük faktörün belirlenmesi için sülfanilamid eklendi. Bununla birlikte dünyada tek numunede karbon, hidrojen, azot ve kükürt analizi yapabilen cihaz olan vario MACRO Cube cihazı kullanılarak Dumas metoduna göre ortalama karbon, hidrojen, azot ve kükürt içeriği yüzde olarak tespit edilmiştir (URL-2). Türkiye'de ilk kez makro numunelerde eş zamanlı Karbon, Azot, Hidrojen ve Kükürt analizleri Artvin Çoruh Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarına kurulan vario MACRO cube CHNS Elemental Analiz Cihazı ile gerçekleştirilmektedir (URL-3).

#### 2.4.5 Toplam Klorofil İçeriği Ölçümü (SPAD)

Bitki yaprakları içerisinde bulunan klorofil miktarının belirlenmesi, bitkinin içinde bulunduğu durumu oldukça net bir şekilde ortaya koyan göstergelerdendir. Örneğin, sağlıklı bitkiler sağlıklı olanlara nazaran genellikle daha fazla klorofil barındırırlar. Bitkinin kimyasal veya organik olarak desteğe ihtiyacının olup olmadığı da ölçümün söz konusu olabilmektedir.

Klorofil ölçümleri bitkilerdeki strese kaynaklanan sonuçları görmek için de kullanılmaktadır. Klorofil floresans ve klorofil içeriklerini tayin etmek için yapılan ölçümleri kapsayan, bitkilerdeki stres ölçümlerini yapmak için genel olarak

klorofilmetre ve klorofil fluorometre kullanılmaktadır (Babani ve ark., 1998; Filipovic ve ark., 2013).

Klorofilmetre (SPAD ölçer), yapraktan bağıl klorofil konsantrasyonunu veya yeşilliklerin ölçümünü gerçekleştiren basit, portatif tanı yapan bir araçtır (Kariya ve ark., 1982). Her iki yükseltideki bireylerin TKİ kıyasında kullanılan cihazımız (Konica Minolta SPAD 502Plus Klorofil ölçer), yaprağın iki dalgaboyu bölgesindeki gerçekleştirdiği ışık soğurmasını ölçerek içerisinde barındırdığı bağıl klorofil miktarını belirlemektedir. Bu tür portatif bir cihazla klorofil içeriklerinin arasında güçlü bir bağ olduğu tespit edilmiştir, bu yüzden dizinlerde sıkça adı geçmektedir (Silva ve ark., 2007).

Gaz değişim ölçümleri yapılan yapraklarda gerçekleştirilen toplam klorofil içeriği ölçümünde, her iki deneme alanında seçilen toplam 10 ağacın 3'er yaprağında 10'ar adet ölçüm gerçekleştirildi ve ortalamaları alındı. Bir ağaçtan 30 ölçüm yapılarak, her iki yükseltide toplamda 300 ölçüm gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. Klorofil ölçer cihazıyla alanda çalışma

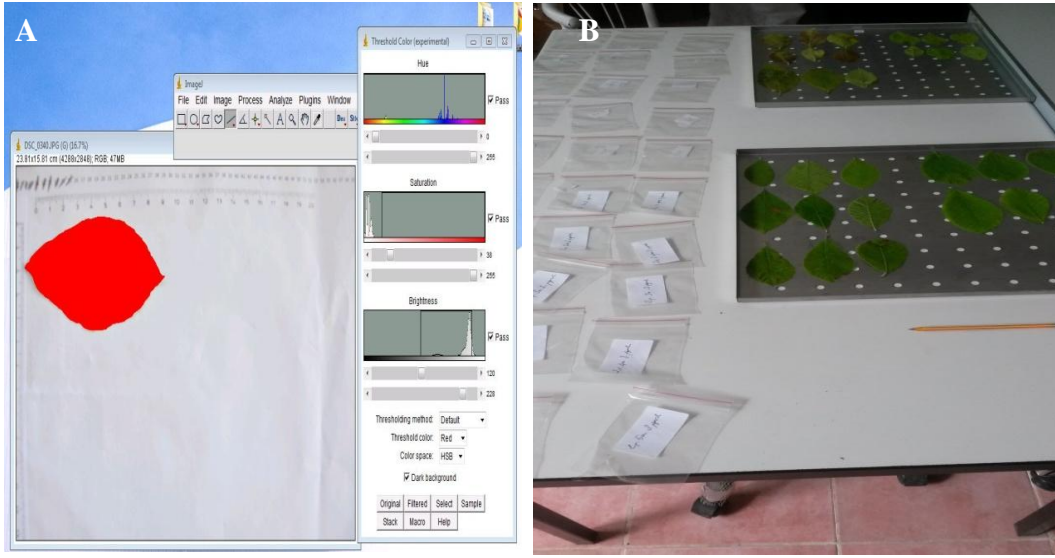
#### **2.4.6 Spesifik Yaprak Alanı Ölçümü**

Gaz değişim ölçümleri yapıldıktan sonra toplam klorofil ölçümleri gerçekleştirilen yapraklar kopararak, arazide yaprağın boyutlarını belirten gösterge çizelgesiyle (Şekil 9) dijital olarak fotoğrafları çekilmiştir. Bilgisayara yüklenen fotoğraflardaki yaprakların alanları imageJ programı ile morfolojik görüntüleri belirlenmiş ve sapsız olarak alanları hesaplanmıştır. Program kullanılırken hata payının olup olmadığını

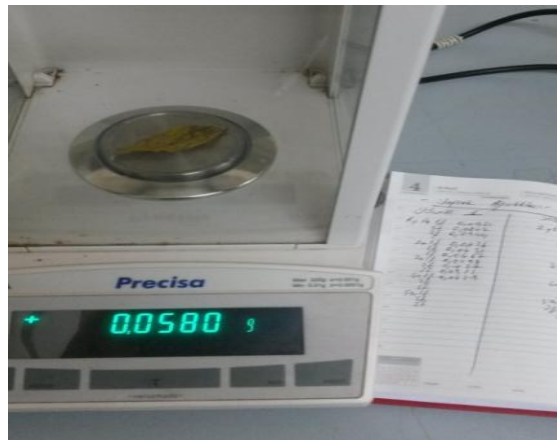
anlamak amacıyla, alanı bilinen cisimler fotoğraflanarak alanların sağlamaları yapılmıştır.

Carnegie Bilim Enstitüsü'nün Küresel Ekoloji Bölümünde belirtilen Spektrometrik Protokole göre (2011) laboratuvara getirilen yapraklar etüvde 65<sup>0</sup>C'de 72 saat sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutulmuştur. Kurutulan yaprakların ağırlıkları ölçülmüştür.

$$SYA (cm^2/gr) = \frac{\text{Toplam Yaprak Alanı}}{\text{Toplam Kuru Yaprak Ağırlığı}}$$



Şekil 9. Spesifik yaprak alanının hesaplanması A) ImageJ programıyla yaprak alanının bulunması, B) Yaprakları kurutmak için hazırlama



Şekil 10. Kurutulan yaprakların ağırlıklarının ölçümü

## 2.5 Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler, SPSS 15.0 istatistik paket programında %95 güven düzeyinde ( $\alpha=0.05$ ), T-Testine (bağımsız iki grubun ortalamalarının karşılaştırılması) tabi tutulmuştur.

### 3 BULGULAR

Deneme alanlarında fizyolojik değişiklikleri ölçülen ağaçların yaş, çap, boy, tepe çatısı özellikleri tablo 4 ve tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 4. Çalışma Alanı - I Özellikleri

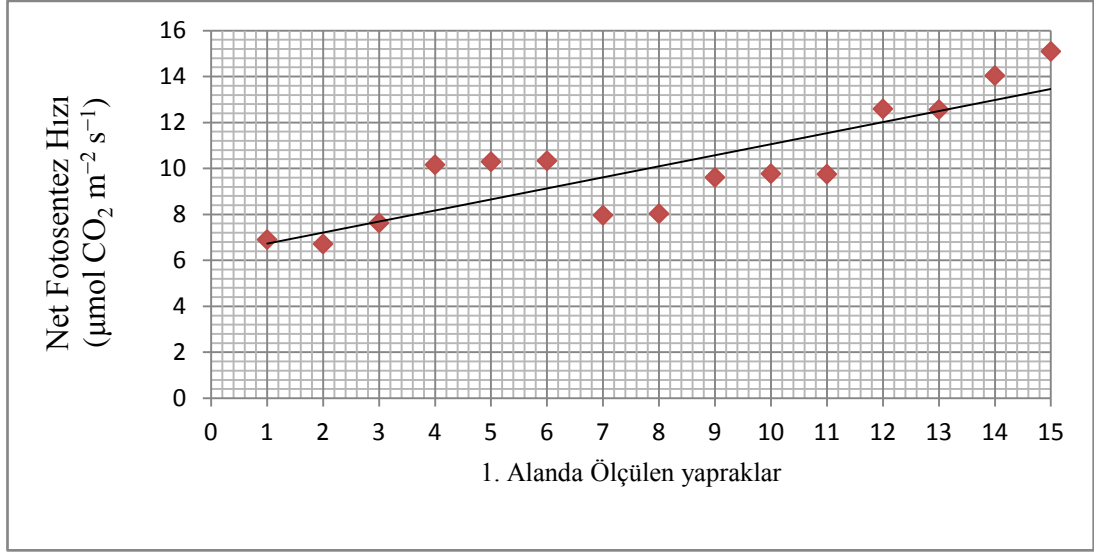
Ağaç No	Yaş (yıl)	Çap (cm)	Boy (m)	Tepe Çatısı (m)
1	23	26	12	3,6
2	39	37	14	3,8
3	35	31	17	5
4	50	36	16	6,15
5	21	14	8	4,2

Tablo 5. Çalışma Alanı – II Özellikleri

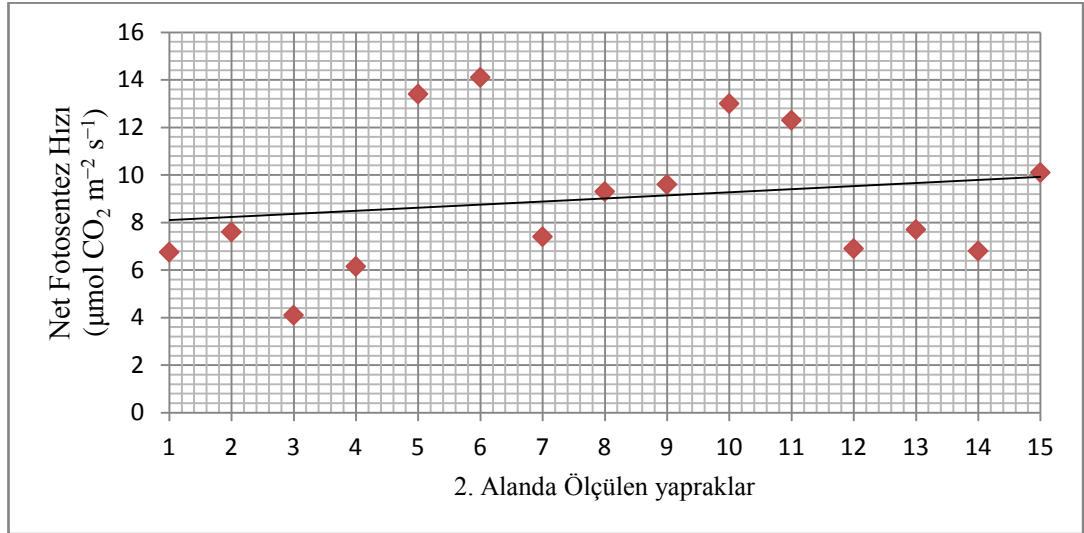
Ağaç No	Yaş (yıl)	Çap (cm)	Boy (m)	Tepe Çatısı (m)
1	35	24	15	3,2
2	24	18	14	3,4
3	57	44,5	26,5	7,2
4	30	17	17	6,4
5	54	46	29	8

#### 3.1 Gaz Değişimleri Ölçümlerine Ait Bulgular

Birinci alanda (1484m.) ortalama net fotosentez hızı  $10,09 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Şekil 11) bulunurken; ikinci alanda (1162m.)  $8,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Şekil 12) değerine ulaşılmıştır. SPSS programı kullanılarak aradaki istatistiksel farka bakıldığında iki yükselti arasında ortalama net fotosentez hızlarında %95 önem düzeyiyle T- Testi’ne göre bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ). Her iki yükseltide de aynı miktarda sabit ışık, sıcaklık,  $\text{CO}_2$  değeri, akış hızı verilmesi ve diğer parametrelerin aynı olması, arada yükselti değişkenine göre farkın olmadığını göstergesi olarak düşünölmektedir.



Şekil 11. Deneme alanı -1'deki ortalama net fotosentez hızı değerleri



Şekil 12. Deneme alanı -2'deki ortalama net fotosentez hızı değerleri

### 3.2 Su Potansiyeli İle İlgili Bulgular

Su potansiyeli cihazı (PSY PRO, Wescor, USA) ile gerçekleştirilen ölçümler sonucunda, deneme alanı-1'de yaprak su potansiyeli ortalama -0,912 MPa olarak elde edilmiştir. Deneme alanı 2'de ise yaprak su potansiyeli ortalaması -0,582 MPa olarak ölçülmüştür (Tablo 6). İki yükseltide ölçümleri alınan yaprak su potansiyelleri arasında SPSS programının %95 önem düzeyiyle T- Testi'ne göre fark olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 6. Deneme alanlarındaki ağaçların yaprak su potansiyelleri (YSP: Yaprak su potansiyeli)

Deneme Alanları ve Ağaçlar	1.YSP (Ψ)	2.YSP (Ψ)	3.YSP (Ψ)	4.YSP (Ψ)	Ortalama YSP (Ψ)
1. D.A. 1. Ağaç	-0,74	-0,77	-0,97	-0,85	-0,832
1. D.A. 2. Ağaç	-0,94	-0,86	-0,9	-0,9	-0,9
1. D.A. 3. Ağaç	-0,55	-0,49	-1,04	-0,73	-0,702
1. D.A. 4. Ağaç	-0,71	-2,45	-0,91	-1,3566	-1,36
1. D.A. 5. Ağaç	-0,78	-0,73	-0,8	-0,77	-0,77
1. D.A Ortalama Değerler			-0,912		
2. D.A. 1. Ağaç	-0,39	-0,31	0,02	-0,2266	-0,227
2. D.A. 2. Ağaç	-0,54	-0,69	-0,94	-0,7233	-0,723
2. D.A. 3. Ağaç	-0,82	-0,64	-0,75	-0,7366	-0,737
2. D.A. 4. Ağaç	0,03	-0,94	-0,92	-0,61	-0,61
2. D.A. 5. Ağaç	-0,54	-0,6	-0,7	-0,6133	-0,613
2. D.A Ortalama Değerler			-0,582		

### 3.3 Elementel Analiz (CHNS) İle İlgili Bulgular

Elementel analiz için kullanılan vario MACRO Cube cihazında elde edilen verilere göre yüksek rakımdaki ağaçların ortalama Karbon değeri % 43,56, Hidrojen değeri %5,658, Azot değeri ortalama 3,192 ppm ve Kükürt değeri ise ortalama 0,2046 ppm olarak ölçülmüştür. Düşük rakımdaki ağaçların ortalama Karbon değeri % 40,994, Hidrojen değeri %5,2606, Azot değeri ortalama 2,804 ppm ve Kükürt değeri ise ortalama 0,1836 ppm olarak ölçülmüştür (Tablo 7).

Tablo 7. Deneme alanlarındaki ağaçlardaki CHNS yüzdeleri

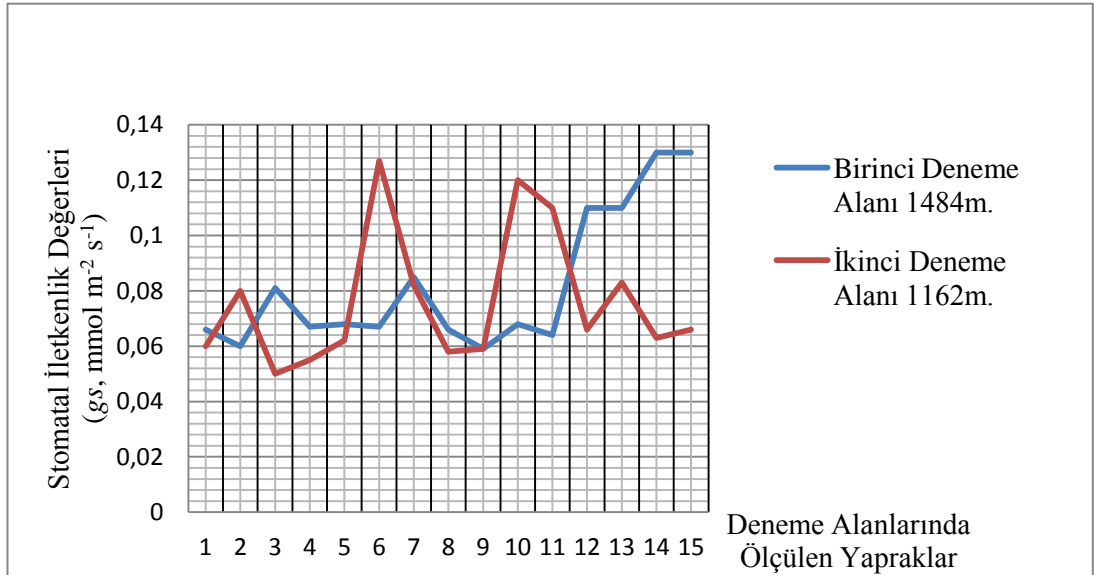
Deneme Alanları ve Ağaçlar	Karbon (%)	Hidrojen (%)	Azot (ppm)	Kükürt (ppm)
1. D.A. 1. Ağaç	42,9	5,55	2,77	0,191
1. D.A. 2. Ağaç	43,22	5,577	2,98	0,206
1. D.A. 3. Ağaç	44,13	5,606	3,01	0,187
1. D.A. 4. Ağaç	43,9	5,78	3,11	0,192
1. D.A. 5. Ağaç	43,65	5,777	4,09	0,247
1. D.A Ortalama Değerler	43,56	5,658	3,192	0,2046
2. D.A. 1. Ağaç	43,8	5,626	3,1	0,2
2. D.A. 2. Ağaç	44,49	5,716	2,38	0,196
2. D.A. 3. Ağaç	29,12	3,648	2,07	0,134
2. D.A. 4. Ağaç	43,61	5,653	3,13	0,192
2. D.A. 5. Ağaç	43,95	5,66	3,34	0,196
2. D.A Ortalama Değerler	40,994	5,2606	2,804	0,1836

### 3.4 Stomatal İletkenlik (Gs) İle İlgili Bulgular

LI-COR 6400 XT cihazıyla gerçekleştirilen ölçümlerde 1484m. rakımda bulunan birinci deneme alanındaki stomatal iletkenliklerin ortalaması  $0,08$  ( $gs, H_2O \text{ mmol m}^{-2} s^{-1}$ ) ve 1162m. rakımda bulunan ikinci deneme alanındaki stomatal iletkenliklerin ortalaması  $0,076$  ( $gs, H_2O \text{ mmol m}^{-2} s^{-1}$ ) olarak ölçülmüştür (Tablo 8). Deneme alanlarında seçilen Doğu kayını bireylerinin stomatal iletkenlikleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır.

Tablo 8. Deneme alanlarındaki ağaçların stomatal iletkenlikleri

Deneme Alanları ve Ağaçlar	1.Yaprak ( $gs, \text{mmol m}^{-2} s^{-1}$ )	2.Yaprak ( $gs, \text{mmol m}^{-2} s^{-1}$ )	3.Yaprak ( $gs, \text{mmol m}^{-2} s^{-1}$ )
1. D.A. 1. Ağaç	0,066	0,06	0,081
1. D.A. 2. Ağaç	0,067	0,068	0,067
1. D.A. 3. Ağaç	0,085	0,066	0,059
1. D.A. 4. Ağaç	0,068	0,064	0,11
1. D.A. 5. Ağaç	0,11	0,13	0,13
1. D.A Ortalama Değerler		0,08	
2. D.A. 1. Ağaç	0,06	0,08	0,05
2. D.A. 2. Ağaç	0,055	0,062	0,127
2. D.A. 3. Ağaç	0,082	0,058	0,059
2. D.A. 4. Ağaç	0,12	0,11	0,066
2. D.A. 5. Ağaç	0,083	0,063	0,066
2. D.A Ortalama Değerler		0,076	



Şekil 13. Deneme alanlarındaki ağaçların stomatal iletkenlikleri grafiği

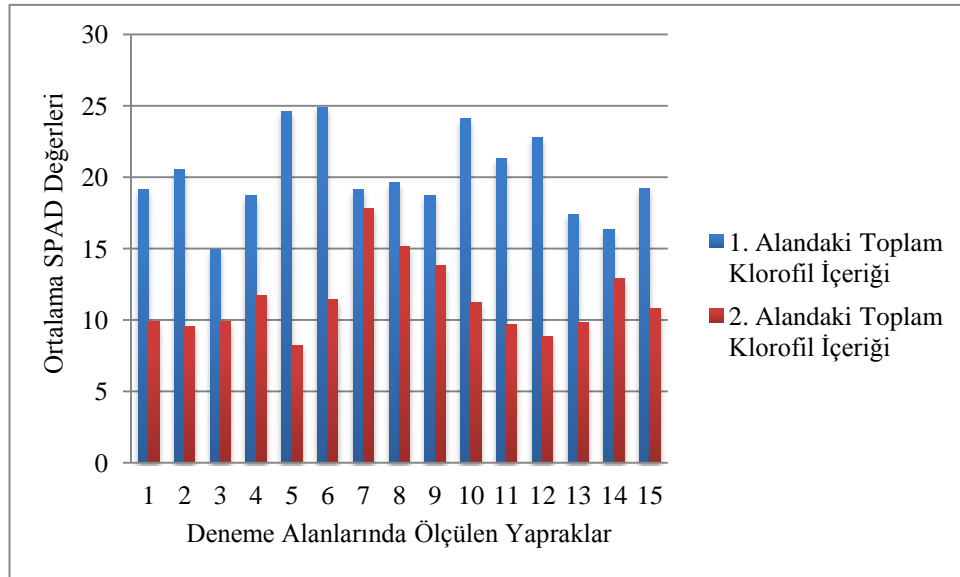


### 3.5 Toplam Klorofil İçeriği İle İlgili Bulgular

Yaprakların klorofil içeriğini ölçmek için kullanılan SPAD 502 klorofil ölçer ile her iki deneme alanında Doğu kayını yapraklarındaki klorofil içeriklerini belirlenmiştir. Birinci alanda bulunan SPAD değerleri ortalaması 20,08 bulunurken, ikinci alanda ise 11,37 olarak ölçülmüştür. %95 güvenle yapılan istatistiksel analize göre iki yükselti arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Deneme alanlarında ölçülen yaprakların toplam klorofil içeriği (SPAD)

Deneme Alanları ve Ağaçlar	1.Yaprak (SPAD)	2.Yaprak (SPAD)	3.Yaprak (SPAD)
1. D.A. 1. Ağaç	19,1	20,5	14,9
1. D.A. 2. Ağaç	18,7	24,6	24,9
1. D.A. 3. Ağaç	19,1	19,6	18,7
1. D.A. 4. Ağaç	24,1	21,3	22,8
1. D.A. 5. Ağaç	17,4	16,3	19,2
1. D.A Ortalama Değeri		20,08	
2. D.A. 1. Ağaç	9,9	9,5	9,9
2. D.A. 2. Ağaç	11,7	8,2	11,4
2. D.A. 3. Ağaç	17,8	15,1	13,8
2. D.A. 4. Ağaç	11,2	9,7	8,8
2. D.A. 5. Ağaç	9,8	12,9	10,8
2. D.A Ortalama Değerler		11,37	



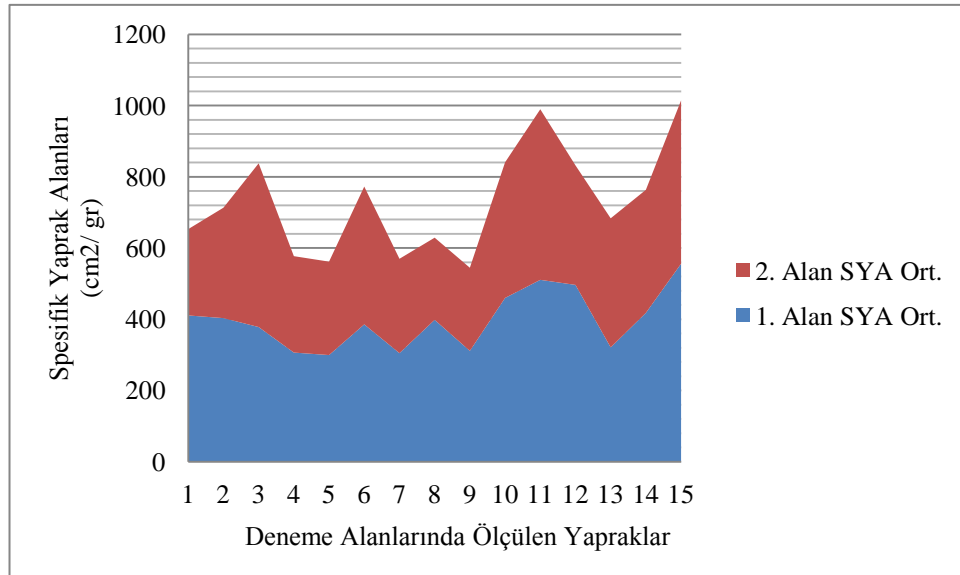
Şekil 14. Deneme alanlarında ölçülen yaprakların SPAD değerleri grafiği

### 3.6 Spesifik Yaprak Alanı İle İlgili Bulgular

Yüksek rakımdaki alanda ölçülen yapraklardaki spesifik alan ortalama 334,5 cm<sup>2</sup>/ gr, ikinci alanda ise ortalama olarak 396,85 cm<sup>2</sup>/ gr olarak hesaplanmıştır (Tablo 10). Her iki alanda ölçümleri gerçekleştirilen yaprak alanlarının, laboratuvar ortamında hazır hale geldikten sonra değerlendirilmesi sonucunda, spesifik yaprak alanları arasında bir fark olduğu %95 güvenle SPSS programında görülmüştür (Şekil 15).

Tablo 10. Deneme alanlarında ölçümü yapılan spesifik yaprak alanları

Deneme Alanları ve Ağaçlar	1.Yaprak SYA (cm <sup>2</sup> / gr)	2.Yaprak SYA (cm <sup>2</sup> / gr)	3.Yaprak SYA (cm <sup>2</sup> / gr)
1. D.A. 1. Ağaç	242,428	310,094	459,639
1. D.A. 2. Ağaç	270,744	262,33	387,006
1. D.A. 3. Ağaç	264,972	230,676	233,407
1. D.A. 4. Ağaç	380,883	479,058	335,646
1. D.A. 5. Ağaç	362,482	345,616	458,552
1. D.A Ortalama Değeri		334,5	
2. D.A. 1. Ağaç	410,258	402,706	377,669
2. D.A. 2. Ağaç	305,956	299,002	385,142
2. D.A. 3. Ağaç	304,384	397,909	310,768
2. D.A. 4. Ağaç	459,373	510,155	496
2. D.A. 5. Ağaç	320,52	417,416	555,45
2. D.A Ortalama Değeri		396,85	



Şekil 15. Deneme alanlarında ölçümü yapılan spesifik yaprak alanları grafiği

#### 4 TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, ortalama net fotosentez hızı ve stomatal iletkenlik değerlerinin yükseltiye bağılı olarak değişmediği LI-COR 6400 XT Portable Photosynthesis system cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Yüksek rakımda (1484m.)  $10,09 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (ortalama net fotosentez hızı) ölçülürken, daha alt yükseltide (1162m.)  $8,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (ortalama net fotosentez hızı) ölçülmüştür. Bakı, iklim koşulları, sabit verilen ışık, sabit ayarlanan sıcaklık, akışkanlık ve  $\text{CO}_2$  değerleri ile toprak karakteristiğinin homojenliği ve bu sabit değerlerin yanı sıra, değişken olarak sadece yükselti parametresinin seçilmesiyle yapılan ölçümler sonucunda Artvin Merkez İşletme Müdürlüğü'ne bağılı Ortaköy-Pırnallı lokasyonunda Doğu kayınında yükseltiye bağılı olarak ortalama net fotosentez hızının değişmediği görülmüştür. Caemmerer ve ark. (2004) yaptığı çalışmanın sonucuna benzer olarak, bazı türlerde gaz değişimi kapasitesiyle stomatal iletkenlik arasında korelasyonlarının olmadığı görülmüştür.

Birçok çalışmada yükseltiye bağılı olarak gaz değişimlerinin arttığı, azaldığı bazen de değerlerde değişme olmadığı görülmüştür. Yükseltiye bağılı olarak fotosentez ve yaprak karakteristiklerinin araştırılması hakkında birçok çalışma vardır. Buna rağmen, yükseltinin fotosentez üzerine yapılan araştırmalarında fikir birliği sağlanamamıştır (Macher ve Nösberger, 1977; Woodward, 1986; Körner ve Diemer, 1987).

Doğu Kayınında belirtilen yükselti arasında farkın olmamasına karşın, Yin ve ark. (2009)'da farklı yükseltiye getirdikleri kavakları sera ortamında yetiştirerek, kuraklığa karşı dayanıklılıkları test edilmiş ve yüksek rakımlardaki kavakların daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak yüksek rakımdaki kavakların daha fazla fotosentez oranlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Elde edilen değerler sonucunda stomatal iletkenlik ve net fotosentez oranı arasında değişimin birbirine orantılı gittiği görülmüştür. Çalışmada alınan sonuçlar Jarvis ve Davies (1997)'de yaprakta net fotosentez oranı ve stomatal iletkenlikteki artışın eş

zamanlı olduğunu belirttikleri çalışmalarıyla aynı sonuca ulaşmıştır. Aynı zamanda CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun da yakından ilgili olduğu bildirilmiştir.

Bir başka çalışmada bulunan sonucun aksine genel olarak düşük CO<sub>2</sub> kısmi basıncının yüksek rakımlarda fotosenteze negatif bir etki yaptığı varsayılmıştır (Sakata ve Yokoi, 2002).

Farklı sonuçların ortaya çıkmasını Koh ve ark. (2009)'da yükseltiyle ilgili fotosentez çalışmalarında; yapraktaki fotosentez için yükseltiye bağlı olarak yapılan birçok çalışma olmasına rağmen, sadece belirlenmiş bir zaman periyodunda yapılan çalışmalara odaklanıldığında yükseltinin fotosentez üzerine olan etkileri açık bir şekilde ortaya koyulamadığını belirtmişlerdir.

Lawrence (2008)'de Yeni Zelanda'da yapmış olduğu farklı bir kayın türündeki çalışmada iki hipotez ortaya koymaktadır. Bunlardan birincisi yükseltiye bağlı olarak fotosentezin ormanın sınırına göre değişmediği diğeri ise orman içinde ve sınırına göre yükseltideki değişime göre değişmediği idi. Ancak yaptığı çalışmanın sonucunda her iki hipotezinin de yanlış olduğunu ve yükseltinin azalmasıyla fotosentez değerlerinin azaldığını görmüştür.

Psikrometrik yöntemle su potansiyellerini ölçülen iki yükseltide bulunan ağaçların yapraklarında fark ortaya çıkmaktadır. Yüksek rakımda bulunan ağaçların yaprak su potansiyelleri ortalaması -0,912 MPa iken aşağı rakımdaki deneme alanında bulunan ağaçların ortalama yaprak su potansiyel değeri -0,581 Mpa bulunmuştur. Su potansiyelleri arasında fark olmasına karşın hücrelerin fonksiyonlarını devam ettirmeleri için yeterli olan su içeriğinin korunması, gaz değişimleri arasında farklılığa yol açmamıştır.

Yükseltiye göre su potansiyelleri arasında farkın olması fotosentezi ve stomatal iletkenlikleri etkilememiştir. Çünkü Özer ve ark. (1997)'de yaptıkları çalışmanın sonucunda belirttikleri gibi, su potansiyelinin azalmasıyla fotosentezin azalması beklenmesine karşın, genel olarak bitkilerde, büyüme ve gelişmenin devamı, hücrenin su içeriğinin korunmasına bağlıdır. Aksi halde, fotosentez hızındaki azalmaya bağlı olarak bitkinin gelişmesi yavaşlamakta, verim ve kalitede düşme meydana gelmektedir.

Jie ve ark. (2010) yaptığı bir çalışmada ise bitkinin suya olan ihtiyacını karşılayamaması sonucu yaptığı fotosentezin düştüğü belirlenmiştir.

Çin’de Sircelj ve ark. (2007) elma ağacında kuraklık stresiyle ilgili yaptığı bir çalışmada bağıl nemin %24’ün altına düşmesiyle yaprak su potansiyeline bağlı olmadan stomaların kapandığı tespit edilmiştir.

Makro ve mikro elementlerin yapraklardaki tayininde yüksek rakımda Karbon, ortalama %43,56 bulunurken alt rakımda ortalama olarak %41 bulunmuştur. Aminoasitlerin, proteinlerin, nükleik asitlerin, vb. yapı maddesi olan Azot yüksek rakımda ortalama 3,19 ppm ve düşük rakımda ise ortalama 2,84 ppm olarak bulunmuştur. Hidrojenin yapraktaki yüzdeleri ise yüksek rakımda %5,66 ve düşük rakımda %5,26 olarak ölçülmüştür. Kükürt birinci deneme alanımızda 0,2046 ppm, ikinci deneme alanımızda ise 0,18 ppm olarak sonuçlanmıştır. Kuru maddedeki konsantrasyona göre bulunan değerler Epstein (1972 ve 1999)’un tespit ettiği değerlere oldukça yakındır (Tablo 11). Bitkilerin gereksinim duyabileceği C, H, N ve S elementlerin dokulardaki yeterli miktarları ile karşılaştırıldığında her iki deneme alanındaki değerlerin yeterli düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 11. Bitkilerin gereksinim duyabileceği elementlerin dokulardaki yeterli seviyeleri (Epstein, 1972 ve 1999)

Element	Kuru maddedeki konsantrasyonu (%) veya ppm
Karbon (C)	%45
Hidrojen (H)	%6
Azot (N)	1,5 ppm
Kükürt (S)	0,1 ppm

Toplam klorofil içeriklerinde deneme alanlarında ölçülen yapraklardaki SPAD değerlerine göre, klorofil miktarı ikinci deneme alanında daha fazla çıkmıştır. Birinci alandaki ağaçların yapraklarındaki toplam klorofil miktarlarını ölçtüğümüzde ortalama olarak 11,37 SPAD değeri çıkarken ikinci alanda ise ortalama 20,08 SPAD bulunmuştur.

SPAD değerleri arasında fark olmasına karşın, yapılan çalışmada gaz değişimleri arasında fark olmamasını arada güçlü bir korelasyon olmamasına bağlayabiliriz. Toplam klorofil miktarlarının SPAD değerleri yükseltilebilir arasında fark gösterirken bunun fotosentez oranıyla güçlü bir bağının olmadığı Marini (1986) tarafından ortaya

koyulmuştur. Çalışmada, klorofil içeriği ve fotosentez oranlarının arasında yüksek bir ilişki bulunmadığını belirtilmiştir. Bu yüksek ilişkinin bulunmamasına rağmen, fotosentetik pigmentlerin ve onların miktarlarının belirlenmesinde olgunlaştırıcı bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Brown ve ark., 1991).

Deneme alanlarında fotoğraflanan ve laboratuvar ortamında hazırlandıktan sonra ölçümleri gerçekleştirilerek sonuçlanan spesifik yaprak alanlarından (SYA), birinci deneme alanında ortalaması yaklaşık 335 gr/cm<sup>2</sup>, ikinci alanında ortalaması ise yaklaşık 396 gr/cm<sup>2</sup> çıkmıştır. İstatistiksel analiz programına veriler girilerek T-Testi uygulandığında %95 güvenle iki yükselti arasında spesifik yaprak alanlarında anlamlı bir fark vardır. SYA oranının yükseltiye bağlı olarak azalması söz konusu olup, yaprağın morfolojik ve fizyolojik olarak artan rakıma adaptasyonu olmaktadır (Körner, 1989). Bitkinin yaprak alanını küçültmesi bir koruma mekanizması olarak düşünülebilir. Bitkinin spesifik yaprak alanını düşürmesi su kaybının indirgenmesi ve su kullanımının bitki için yeterli kullanımı demektir ayrıca düşük spesifik yaprak alanı ve düşük N konsantrasyonu yaprağı sertleştirerek herbivorlara karşı koruma sağlar (Silla ve Escudero, 2004).

Sonuç olarak yapılan çalışmada; Doğu kayınının belirtilen yükseltelerde gaz değişimleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya çıkarmıştır. Farkın olmama sebebi olarak, kullanılan cihazın arazinin o anki şartlara göre değil de her iki yükseltide de cihazın bitki üzerinde etki değerleri aynen girilerek ölçüm yapması düşünülebilir. Örneğin cihazın ölçüm yaptığı 6 cm<sup>2</sup> lik yaprak alanına her ağaçta aynı parametrik değerlerin girilmesi (1500 µmol (foton) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, 20<sup>0</sup>C sıcaklık, 400 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub>, 500 µmol m<sup>-2</sup> s hava akışı) ve adaptasyon sağlandıktan sonra ölçümlerin gerçekleştirilmesi aynı ışık, CO<sub>2</sub>, hava akışı ve sıcaklık gibi değerler farkı ortadan kaldırmış olabilir.

Yükseltiye göre yaprak su potansiyelleri arasında fark bulunmuştur. Bu farkın su potansiyeli ölçümleri yapılan ağaçların buldukları yere düşen yağış miktarıyla veya toprak altı suyundan yararlanma durumuna göre değişebildiği düşünülebilir. Farklılık gösteren yaprak su potansiyellerinin fotosentezi ve stomatal iletkenlikleri etkilememesi, fizyolojik olayların gerçekleştiği hücrelerde su içeriğinin yeterli olmasıyla açıklanabilir.

Elementel analizleri yapılan yaprakların içerdikleri Karbon, Hidrojen, Azot ve Kükürt gibi besin elementlerinin yeterli düzeyde çıkması, meşcerelerde sağlıklı bireylerin, sağlıklı yapraklarının seçilmesiyle açıklanabilir.

Toplam klorofil içerikleri ölçüldüğünde daha alt rakımda bulunan deneme alanındaki ağaçların yapraklarının yüksek değere sahip olması, su potansiyellerinin alt rakımda fazla çıkmasıyla ilgili olabileceğini göstermektedir. Spesifik yaprak alanlarının düşük yükseltideki alanda daha yüksek çıkmasının nedeninin de bu şekilde olduğu düşünülmektedir. Su potansiyeli yüksek çıkan yaprakların, spesifik yaprak alanları ve SPAD değerleri daha yüksek ölçülmüştür.

Yapılan çalışmaya göre yükseltinin belirlenen deneme alanlarındaki Doğu kayını bireylerinde; su potansiyeli, spesifik yaprak alanı, toplam klorofil içerikleri farklılık göstermiştir. Ortalama net fotosentez hızları ve stomatal iletkenlikler arasında yükseltiye göre bir fark bulunamamıştır. Elementel analizi yapılan karbon, hidrojen, azot ve kükürt gibi makro ve mikro besin elementlerinin de yükseltiye uygun değerlerde seyrettiği belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda ortaya çıkan, aynı yöre ve aynı bakıda yükseltiye bağlı olarak ölçülen fizyolojik ve morfolojik özelliklerdeki farklılık, ağaçlandırma çalışmalarında tohum hasat ve kullanım alanlarının önemini ortaya koymaktadır.

Yapılan çalışmada yükselti değişimlerine bağlı olarak ölçülen birçok parametre farklı türlerde farklı sonuçlar ortaya koyma potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla tür çeşitliliğinin ve yükselti basamaklarının artırıldığı benzer çalışmalarla konuyla ilgili daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilecektir.

## KAYNAKLAR

- Atalay, İ., 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanların Ekolojisi ve Tohum Transferi Yönünden Bölgelere Ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayın No:5 Ankara
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Babani, F., Lichtenthaler H. K. and Richter P., 1998. Changes of Chlorophyll fluorescence signatures during greening of etioled barley seedlings as measured with the CCD- OMA fluorometer, J Plant Physiol., 148, 471-477.
- Ball, M.C., Butterworth, J. A., Roden, J. S., Christian, R. and Egerton, J. J. G., 1994. Applications of Chlorophyll Fluorescence to Forest Ecology. Aust. J. Plant Physiol., 22, 311-19.
- Bayramzadeh, V., 2011. Stomatal Characteristics of *Fagus orientalis* Lipsky in Geographically Separated Locations in the Caspian Forests of Northern Iran. Res J Environ Sci., 11, 836-840.
- Billings, W.D., Clebsch E.E.C. and Mooney H.A., 1961. Effects of low concentrations of carbon dioxide on photosynthesis rates of two races of *Oxyria*. Science., 133, 1834.
- Bresson, C.C., Kowalski, A.S., Kremet, A. and Delzon, S., 2009. Evidence of Altitudinal Increase in Photosynthetic Capacity: gas Exchange measurements at ambient and constant CO<sub>2</sub> partial pressures. Annu. For. Sci., 66, 505.
- Brown, S.B., Houghton, J. D. and Hendry, G.A.F., 1991. Chlorophyll breakdown. In: Scheer H (ed), Chlorophylls, Boca Raton. CRC Press., 465-489.
- Caemmerer, S., Lawson, T., Oxborough, K., Baker, N.R., Andrews, T.J. and Raines, C.A., 2004. Stomatal conductance does not correlate with photosynthetic capacity in transgenic tobacco with reduced amounts of Rubisco. J. Exp. Bot., 55, 1157-1166.
- Carnegie Institution For Science, 2011. Spectranomics Protocol: Specific Leaf Area and Water Content. Global Ecology
- Chabot, B.F. and Hicks, D.J., 1982. The ecology of leaf life spans. Annu. Rev. Ecol. Syst., 13, 229-259.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. 4. Baskı. İ.Ü. Orman Fakültesi yayın No: 433. İstanbul



- Denk, T., Grimm, G., Stögerer, K., Langer, M. and Hemleben, V., 2002. The evolutionary history of *Fagus* in Western Eurasia: Evidence from genes, morphology and the fossil record. Plant. Syst. Evol., 232, 213-236.
- Dubey, P., Raghubanshi, A.S., and Sing J.S., 2011. Intra-seasonal variation and relationship among leaf traits of different forest herbs in a dry tropical environment. Current Science., 100, 69-76.
- Epstein, E., 1972. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. Wiley, New York.
- Epstein, E., 1999. Silicon. Annu. Rev. Plant Phys., 50, 641-664.
- Fila, G. and Sartorato, I., 2011. Using leaf mass per area as predictor of light interception and absorption in crop/weed monoculture or mixed stands. Agric. For. Meteor., 151, 575-584.
- Filipovic, A., Poljak, M. and Skobic, D., 2013. Response of Chlorophyll a, SPAD Values and Chlorophyll Fluorescence Parameters in Leaves of Apricot Affected Some Abiotic Factors. J. Food Sci. and Eng., 3, 19-24.
- Friend, A.D. and Woodward, F.I., 1990. Evolutionary and ecophysiological responses of mountain plants to the growing season environment. Adv. Ecol. Res., 20, 59-124.
- Gale, J., 1972a. The availability of carbon dioxide for photosynthesis at high altitudes: theoretical considerations. Ecology., 53, 494-497.
- Gale, J., 1972b. Elevation and transpiration. Some theoretical considerations, with special reference to Mediterranean type climates. J. Applied Ecol., 9, 691-702.
- Genç, M., 2009. Silvikültürün Temel Esasları Ders Notları Klasör-8. Isparta.
- Hiesey, W.M., Nobs, M.A. and Björkman, O., 1971. Experimental studies on the nature of species. V Biosystematics, genetics, and physiological ecology of the *Eryanthe* section of *Mimulus*. Cranegie Institue Washington Publishes, 628.
- Hovenden, J.M. and Brodribb, T., 2000. Altitude of origin influences stomatal conductance and therefore maximum assimilation rate in southern Beech *Nothofagus cunninghamii*. Aust. J. Plant Physiology., 27, 451-456.
- Jarvis, A.J. and Davies, W.J., 1997. The coupled response of stomatal conductance to photosynthesis and transpiration. J. Exp. Bot., 49, 399-406.
- Jie, Z., Yuncong, Y., Streeter, J.G. and Ferree, D.C., 2010. Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbonhydrates and the nitrogen and phophorus absorb in different section of leaves and stem of Fugi/M.9EML, a young apple seedling. African J. Biotech., 33, 5320-5325.

- Jones, H.D., 1992. 'Plants and microclimate.' 2nd Ed. Cambridge University Press. Cambridge
- Kantarıcı, M. D., 1995. Doğu Karadeniz Bölümünde Bölgesel Ekolojik Birimler, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt 3, 23-25 Ekim, Trabzon, 111-138.
- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y., 2005. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri ve Dayanıklılık Mekanizmaları. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi., 18, 723 – 740.
- Karavin, N. ve Kılinc, M., 2011. Yaprak Döken *Quercus cerris var. cerris* ve Herdem Yeşil *Phillyrea latifolia*'da SLA ve LMA'nın Yöne, Mevsime ve İklimsel Parametrelere Bağlı Olarak Değişimi. Ekoloji., 20, 21-29.
- Kariya, K., Matsuzaki, A. and Machida, H., 1982. Distribution of chlorophyll content in leaf blade of rice plant. Japanese J. Crop Sci., 51, 134-135 .
- Kikuzawa, K., 1989. Ecology and evolution of phenological pattern, leaf longevity and leaf habit. Evol. Trends Plants, 3, 105–110.
- Koh, S.C., Demmig –Adams, B. and Adams, W.W.W., 2009. Novel patterns of seasonal photosynthetic acclimation, including interspecific differences, in conifers over an altitudinal gradient. Arct. Antarct. Alp. Res., 41, 317-322.
- Koike, T., 1988. Leaf structure and photosynthetic performance as related to the forest succession of deciduous broad-leaved trees. Plant Species Biology, 3, 78-87.
- Kozlowski, T.T. and Pallardy, S.G., 1997. Growth Control in Woody Plants. Academic Press San Diego, 112-127s.
- Körner, C., and Diemer, M., 1987. In situ photosynthetic responses to light, temperature and carbon dioxide in herbaceous plants from low, mid and high altitude. Functional Ecol., 1, 179-194.
- Körner, C., 1989. The nutritional status of plants from high altitudes. Oecologia, 81, 379-391.
- Körner, C., 2007. The Use of "Altitude" in Ecological Research. Institute of Botany, University of Basel. Ecology and Evolution, 22, 569-575.
- Kramer, P.J., and Kozlowski, T.T., 1960. Physiology of Trees. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York Toronto London. 642s.
- Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız "Faydaları, İstatistik Gerçekler, Anayasa, Kalkınma Planları, Hükümet Programları ve Yıllık Programlarda Ormancılık". Ankara.
- Kumar, N., Kumar, S., Surender, K. V. and Paramvir, S.A., 2005. Effect of altitude on the primary products of photosynthesis and the associated enzymes in barley and wheat. Photosynthesis Research., 88, 63-71.

- Lawrence, R.J., 2008. The maximum photosynthetic efficiency of a *Nothofagus* forest over an altitudinal gradient, at the forest margin and forest interior. AKO. Case Study: Stage 3 Ecology Field Course. Examples of Student Work. New Zealand.
- Macher, F. and Nösberger, J., 1997. Effect of light intensity and temperature on apparent photosynthesis of altitudinal ecotypes of *Trifolium repens* L. Oecologia, 31, 73-78.
- Marini, R.P., 1986. Do net gas Exchange rates of green and red peach leaves differ? Hortscie., 21, 118-120.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A., 1987. Principles of Plant Nutrition 5th Edition. International Potash Institute, Worblaufen- Bern, Switzerland.
- Nippert, J.B., Duursma, R.A. and Marshall, J.D., 2004. Seasonal variation in photosynthetic capacity of montane conifers. Functional Ecol., 18, 876-86.
- MGM, 2014. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2009. Ormanlarımızda Yayılış Gösteren Asli Ağaç Türleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2012. Türkiye 2012 Orman Varlığı, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No:85 Envanter Serisi No:12 Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özer, E. A., 2003. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, Yayın No: 2, 1s.
- Özer, H., Karadoğan, T. ve Oral, E., 1997. Bitkilerde Su Stresi ve Dayanıklılık Mekanizması. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi., 28, 488-495.
- Peters, R., 1997. Beech Forests. Kluwer Ac. Pub. Dordrecht, 170s.
- Radin, J.W., Hartung, W., Kimball, B.A. and Mauney, J.R., 1988. Correlation of Stomatal Conductance with Photosynthetic Capacity of Cotton Only in a CO<sub>2</sub>-Enriched Atmosphere: Mediation by Abscisc Acid? Arizona, Plant Physiol., 88, 1058-1062.
- Raghavendra, A.S., 1991. Physiology of Trees. A Wiley- Interscience Publication. 1-20.
- Saatçioğlu, F., 1969. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No: 1429, O.F Yayın No: 138, İstanbul, 228 s.
- Sakata, T. and Yokoi Y., 2002. Analysis of the O<sub>2</sub> dependency in leaf-level photosynthesis of two *Reynoutria japonica* populations growing at different altitudes. Plant Cell Environ., 25, 65-74.

- Silla, F. and Escudero, A., 2004. Nitrogen use efficiency: trade-offs between N productivity and mean residence time at organ, plant and population levels. Funct Ecol., 18, 511-521.
- Silva, M.A., Jifon, J.L., Da Silva, J.A.G. and Sharma, V., 2007. Uses of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. Braz J.Plant Phys., 19, 193-201.
- Sircelj, H., Tausz, M., Grill, D. and Batic, F., 2007. Detecting different levels of drought stress in apple trees (*Malus domestica* Borkh.) with selected biochemical and physiological parameters. Scientia Horticulturae., 113, 362-369.
- Taiz, L., and Zieger, E., 2008. Chapter 3- Topic 3.6- Water and Plant Cells. Plant Physiology- Fifth Edition Online.
- Teskey, R.O. and Hinckley, T. M., 1986. Effects of Water Stress on Trees. Preceedings of the Physiology Group Technical Session. Society of American Foresters National Convention, Ford Collins, Colorado, USA.
- Tranquillini, W., 1964. The physiology of plants at high altitudes. Annu. Rev. Plant Physiol., 15, 245-362.
- URL-1.<http://agaclandirmalar.blogspot.com.tr/2014/09/kayin-fagus-l.html> (10 Ekim 2014, 09:30).
- URL-2.<http://www.ayesgroup.com/urun/3/vario-macro-cube> (07 Kasım 2014, 14:00).
- URL-3.<http://www.ayesgroup.com/haber/7/artvin-coruh-universitesi-vario-macro-cube-ile-chns-analizlerine-basladi> (07 Kasım 2014, 14:05).
- Wittmann, C., Aschan, G. and Pfan, H., 2000. Leaf and twig photosynthesis of young beech (*Fagus sylvatica*) and aspen (*Populus tremula*) trees grown under different light regime. Institut für Angewandte Botanik Universität Essen, Germany, Basic Appl. Ecol., 2, 145-154.
- Woodward, F.I., 1986. Ecophysiological studies on the shrub *Vaccinium myrtillus* L. Taken from a wide altitudinal range. Oecologia., 70, 580-586.
- Yılmaz, M., 2004. Doğu Karadeniz Bölümü Saf Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Kimi Ortam Etmenlerin Kayının Gelişimine (Verimliliğine) Etkileri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 3 s. Trabzon, 2004.
- Yin, C.Y., Pang, X. and Lei, Y., 2009. Populus from high altitude has more efficient protective mechanisms under water stress than from low-altitude habitats: a study in greenhouse for cuttings. Physiol. Plant., 137, 613-619.

Zhang, S.B., Zhou, Z.Z., Hu, H., Xu, K., Yan, N. and Li, S.Y., 2005 Photosynthetic performances of *Quercus pannosa* vary with altitude in the Hengduan Mountains, southwest China, Forest Ecol. Manag., 212, 291-301.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : BAYRAKTAR , Fatih  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve Yeri : 20/07/1986 – TRABZON  
Medeni Hali : Evli  
Telefon : 0 (507) 452 80 61  
e-mail : fatihbayraktar@msn.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Başlangıç-Bitiş
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Ünv./Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2012 – ...
Lisans	Karadeniz Teknik Ünv. /Orman Mühendisliği Bölümü	2005 – 2010
Lise	Fatih Lisesi YDA / TRABZON	2001 – 2004

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012 – ...	Artvin Çoruh Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2011-2012	Gençlik ve Spor Bakanlığı	Gençlik Lideri

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

1. Tilki F., Bayraktar F., (2013). Effects of light, temperature and pretreatment on germination of *Rhus coriaria* L. seeds. International Caucasian Symposium
2. Tilki F., Göktürk A., Bayraktar F., Sadıklar M. S., (2013)The use of tree shelters with *Picea orientalis* and *Fagus orientalis*. International Caucasian Symposium