



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YANGIN SONRASI GENÇ MEŞE MEŞCERELERİNDE MEYDANA
GELEN BAZI FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER**

ALİ KABAOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞEMSETTİN KULAÇ**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YANGIN SONRASI GENÇ MEŞE MEŞCERELERİNDE MEYDANA
GELEN BAZI FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER**

Ali KABAOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Hülya TORUN

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan ŞEVİK

Kastamonu Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 31/07/2019

BEYAN

Bu yüksek lisans tez çalışmanın bana ait bir çalışma olduğunu, bu çalışmanın tasarlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında etik kuralların dışına çıkmadığımı, bu çalışmadaki bütün bilgilerin akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, bu çalışmadan elde edilmeyen bütün bilgilerin ve yorumların kaynaklarla tarafımdan desteklendiğini ve bu kaynakların da kaynaklar listesinde yer aldığını, ayrıca bu tezin yazımı sırasında patent ve telif haklarını sekteye uğratacak bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

31 Temmuz 2019

Ali KABAOĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ'a ve Dr. Öğr. Üyesi İsmail BAYSAL'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Laboratuvar ve arazi çalışmalarında emekleri geçen, Turgut Kabaoğlu, Büşra Candan, Songül Öztürk, Nuray Açikköz, Yeşim Çelik, Buket Karabulut'a ve Orman genel Müdürlüğü personeline ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Düzce Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 2014.02.02.413 numaralı BAP projesi olarak desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı kurum ve personeline ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

31 Temmuz 2019

Ali KABAODLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
1.2.1. Türkiye'de ve Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'nde Orman Yangınları	6
1.2.1.1. Konu İle ilgili Çalışmalar	6
2. MATERYAL VE YÖNTEM	14
2.1. MATERYAL	14
2.1.1. Çalışma Alanı	14
2.1.2. Çalışmada Kullanılan Cihazlar	19
2.1.3. Deneme Alanlarının Belirlenmesi.....	19
2.1.4. Analizler İçin Yaprak Materyalinin Temini.....	19
2.2. YÖNTEM	23
2.2.1. Kullanılan Yöntemler	23
2.2.1.1. Bitki Su Potansiyeli Ölçümleri.....	23
2.2.1.2. Prolin Konsantrasyonunun Belirlenmesi	24
2.2.1.3. Toplam Çözünabilir Karbonhidrat Konsantrasyonunun Belirlenmesi.....	26
2.2.1.4. Ağaç yapraklarının Stomatal iletkenliğinin Belirlenmesi	28
2.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi.....	28
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
3.1. BULGULAR.....	29
3.1.1. Bitki Su Potansiyellerine İlişkin Bulgular.....	29
3.1.2. Prolin Miktarlarına İlişkin Bulgular.....	32
3.1.3. Toplam Çözünabilir Karbonhidrat Miktarlarına İlişkin Bulgular	34
3.1.4. Stomatal İletkenliklere İlişkin Bulgular.....	38
3.2. TARTIŞMA.....	42
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45
5. KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	53

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Asli ağaç türlerinin genel ormanlık alana oranı (OGM, 2015).....	2
Şekil 1.2. Yangına hassas orman işletme müdürlükleri haritası (Baysal İ. 2012; OGM, 2014).	4
Şekil 1.3. Türkiye’de 1937-2014 yılları arası yangın adedi ve yanan alan miktarı ve Bolu OBM'de 2006-2015 yılları arası yangın adedi ve yanan alan miktarı (OGM, 2015).	6
Şekil 2.1. Araştırma konusu alanının Bolu OBM'deki konumunu gösterir haritası.	14
Şekil 2.2. Yangın alanı sınırlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen arazi çalışmaları kapsamında yangının etkili olduğu noktalardan alınan koordinat değerlerinin, Konuralp OİŞ meşcere tipleri haritasındaki konumları.	15
Şekil 2.3. Yangının etkili olduğu alan (a) içinde farklı yangın şiddeti değerlerinde etkilenmiş ormanlık alanlar (b), diri örtü bitki örtüsü (c) ve orman içi açıklık alanlardan (d) görünüm (Foto: İ. Baysal).	16
Şekil 2.4. Çok şiddetli yangından etkilenen diri örtü alanları (a, b, c, d) (Foto: İ. Baysal.).....	17
Şekil 2.5. Yangının düşük şiddetli etkili olduğu ormanlık alanlar (a, b, c, d) (Foto: İ. Baysal.).....	17
Şekil 2.6. Araştırma konusu alanda örtü yangınından etkilenen alanlar (a, b, c, d) (Foto: İ. Baysal).....	18
Şekil 2.7. Yangından etkilenmemiş ormanlık alanlar (a, b) ile yangından kısmen etkilenmiş orman içi açıklık ve bozuk yapıdaki ormanlık alanlardan görünümler (c, d) (Foto: İ. Baysal).	18
Şekil 2.8. <i>Quercus cerris</i> ve <i>Quercus pubescens</i> türlerinde yangından yaklaşık 1,5 ay sonraki tepe durumu.	21
Şekil 2.9. <i>Quercus cerris</i> ve <i>Quercus pubescens</i> türlerinde farklı gövde alazlanma durumları.	22
Şekil 2.10. Yaprak materyalinin temini.	22
Şekil 2.11. Basınç odası cihazı ile ksilem su potansiyel ölçümleri.	23
Şekil 2.12. Numunelerin hazırlanarak parçalanması ve santrifüj edilmesi.....	24
Şekil 2.13. Numunelerin önce etüv, sonra buz banyosuna alınışı.	25
Şekil 2.14. Numunelere tolüen ilavesi, prolin standart’ı hazırlanışı, spektrofotometrede.....	25
Şekil 2.15. Örneklerin hazırlanması, santrifüj edilerek süpernatantların alınışı.....	26
Şekil 2.16. Süpernatantların tüplere aktarılarak kimyasallarla işlemi ve ölçümü.	27
Şekil 2.17. Yapraklarda ki stomatal iletkenliğin belirlenmesi.	28
Şekil 3.1. Türlerde su potansiyelinin aylara ve yangın şiddetine göre değişimi.	30
Şekil 3.2. Türlerde su potansiyelinin aylara, yangın şiddetine göre değişimi Duncan testi sonuçları.....	31
Şekil 3.3. Ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı prolin miktarlarında mevsimsel olarak meydana gelen değişimler.	33
Şekil 3.4. Ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı Prolin miktarı değişimi.	33

Şekil 3.5. Yangın şiddetine bağlı toplam çözünebilir karbonhidrat değişimi.....	35
Şekil 3.6. Toplam karbonhidrat miktarının aylara göre değişimi.....	36
Şekil 3.7. Yangın şiddetine bağlı toplam karbonhidrat değişimi.....	36
Şekil 3.8. Yangın şiddetine bağlı karbonhidrat değişiminin ay bazında değerlendirilmesi.....	37
Şekil 3.9. Toplam çözünebilir karbonhidrat miktarının ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı değişimi.....	38
Şekil 3.10. Stomal iletkenliğin mevsimsel değişimi.....	40
Şekil 3.11 Türlerde stomatal iletkenliğinin mevsimsel değişimine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	41



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Stres çalışmalarında örnek ağaç olarak alınan <i>Quercus cerris</i> türü için düşük ve yüksek şiddetli yangın görmüş örnek ağaçlar ile kontrol grubu olarak alınan örnek ağaçlarının arazideki allometrik ölçüm değerleri.....	20
Çizelge 2.2. Stres çalışmalarında örnek ağaç olarak alınan <i>Quercus pubescens</i> türü için düşük ve yüksek şiddetli yangın görmüş örnek ağaçlar ile kontrol grubu olarak alınan örnek ağaçlarının arazideki allometrik ölçüm değerleri.....	21
Çizelge 3.1. Varyans analizi sonuçları.....	29
Çizelge 3.2. Varyans analizi sonuçları.....	32
Çizelge 3.3. Varyans analizi sonuçları.....	34
Çizelge 3.4. Varyans analiz sonuçları.....	38

KISALTMALAR

BM	Bozuk meşe
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cm	Santimetre
KDK	Katyon değişim kapasitesi
m	Metre
Mb3	B çağında 3 kapalılıkta meşe meşçeresi
mL	Mililitre
N	Azot
Na	Sodyum
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
P	Fosfor
pH	Power of hydrogen
Q	<i>Quercus</i>
S	Kükürt
UV	Ultraviyole
Z	Ziraat

ÖZET

YANGIN SONRASI GENÇ MEŞE MEŞCERELERİNDE MEYDANA GELEN BAZI FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER

Ali KABAOĞLU

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şemsettin KULAÇ

Temmuz 2019, 52 sayfa

Dünyadaki bazı ormanların veya bitki topluluklarının çoğu yangına bağımlıdır. Oysa orman yangınları, dünyanın yangına hassas bölgelerinde endişe yaratan bir kaynaktır. Bu çalışmada; farklı yangın şiddetine maruz kalmış iki farklı meşe türünün yapraklarında meydana gelen prolin miktarı, toplam çözülebilir karbonhidrat miktarları, stomatal iletkenlikleri ve su potansiyelleri üzerindeki değişimler mevsimsel olarak araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı yangın şiddeti belirlenmiştir; Düşük, yüksek ve kontrol. Yangından sonraki ilk vejetasyon döneminde her ay düzenli olarak iki farklı meşe türünün yapraklarındaki prolin, toplam çözülebilir karbonhidrat, stomatal iletkenliği ve su potansiyeli ölçülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre, hem ağaç türleri hem de yangın şiddeti arasında mevsimsel olarak prolin ve toplam çözülebilir karbonhidrat miktarlarında önemli farklılıklar bulunmuştur. Her iki türdeki prolin ve toplam çözülebilir karbonhidrat miktarları kontrol gruplarında en yüksek iken yüksek şiddetli yangınlarda en düşük çıkmıştır. *Quercus pupescens*'te genellikle *Quercus cerris*'den daha yüksek miktarda prolin ve toplam çözülebilir karbonhidrat tespit edilmiştir. Prolin, toplam çözülebilir karbonhidrat ve su potansiyeli en düşük Ağustos-Eylül döneminde ölçülmüştür. Yaz öncesi ve yaz sonrasındaki aylarda bu değerler yüksek çıkmıştır. Yangın şiddetine bağlı su potansiyelleri incelendiğinde ise en düşük su potansiyeli tüm aylarda kontrol parsellerinde ölçülmüştür. En yüksek su potansiyeli ise yüksek şiddetli yangın görmüş alanlardaki meşe bireylerinde ölçülmüştür. Bununla birlikte, hiç yangına maruz kalmamış kontrol gruplarındaki meşe bitkilerinde stomatal iletkenliği en düşük seviyede çıkmıştır. Yüksek şiddetli yangın görmüş meşe bitkilerinde stomatal iletkenliği en yüksek çıkmıştır.

Anahtar sözcükler: Orman yangınları, Meşe, Stres, Prolin, Toplam çözülebilir karbonhidrat, Su potansiyeli, Stoma iletkenliği.

ABSTRACT

SOME PHYSIOLOICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES IN YOUNG OAK STANDS AFTER FOREST FIRE

Ali KABAOGLU

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Semsettin KULAC

July 2019, 52 pages

Most of forests and plant communities are fire dependent in the worldwide. Wildfires are an increasing concern in fire sensitive regions of the world. In this study; seasonal changes in the amount of proline, total soluble sugar, stomatal conductivities, and water potentials were investigated on leaves of two different oak species (*Quercus cerris* and *Quercus pupescens*) exposed to different fire intensities. Three different fire intensities were identified; low, high and control. Proline, total soluble sugar, stomatal conductivity, and water potentials from leaves of two different oak species were measured every month during the first vegetation period after the fire. Proline and total soluble sugar significant difference between oak species, and fire intensity. *Quercus pupescens* had a higher amount of proline and total soluble sugar than *Quercus cerris*. The proline and total soluble sugar amounts were the highest in control groups and the lowest in high intensity fires area. Proline, total soluble sugar and water potential were measured during August and September period. These values were higher in pre-summer and autumn months. According to water potentials related to fire intensity were examined, the lowest water potential was measured in the control plots in all study period. Contrary, we determined the highest water potential in trees exposed by high intensity fire. Stomatal conductivity was found the lowest in control groups, but, it was highest in oak trees exposed to fire intensities.

Keywords: Forest fire, Oak., Stress, Proline, Total soluble sugar, Stem water, Stoma conductivity.

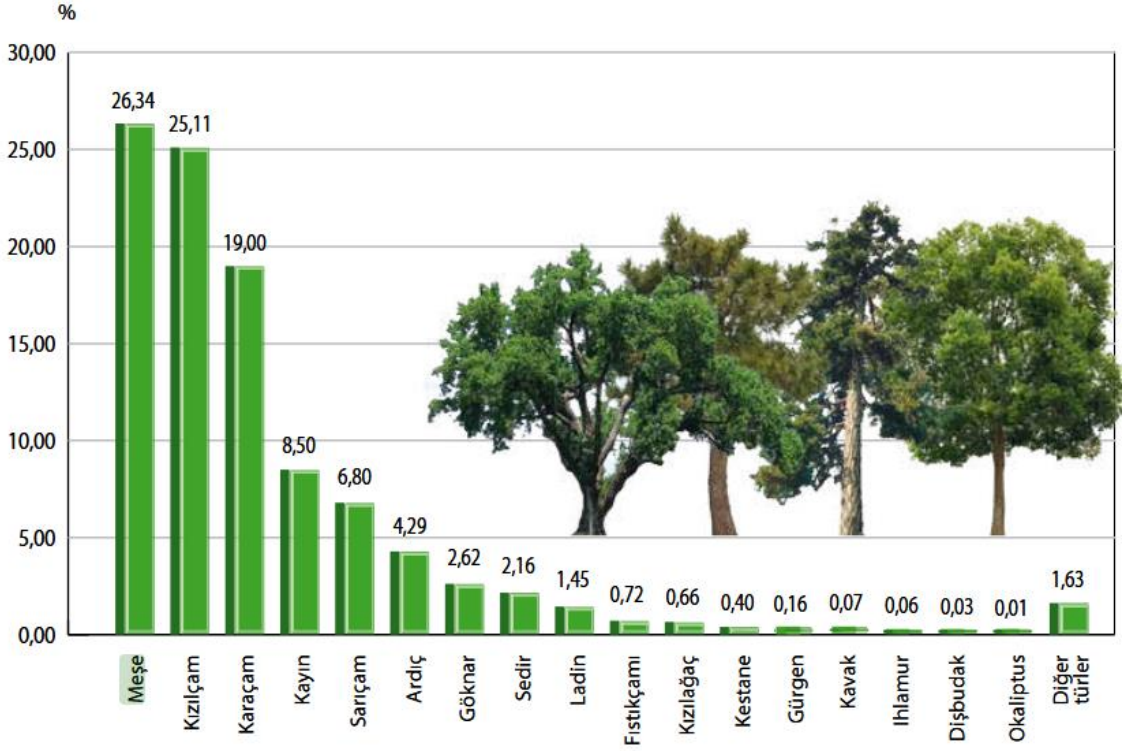
1. GİRİŞ

1.1. GENEL BİLGİLER

Orman varlığı konusunda yapılan çalışmalarda 2015 yılı verilerine göre Türkiye yüzey alanının %28,6'sı ormanlarla kaplıdır. Orman Genel Müdürlüğü'nün 2013-2015 yılları arasında yapılan envanter verilerine göre hesaplanan miktar ise genel ormanlık alanlar için 22,3 milyon hektar kadardır. Bu ormanların %50,1 verimli orman olup %49,9 ise verimsiz orman sınıfındadır (OGM, 2015). Orman mülkiyeti uluslararası düzeyde devlet ormanları ve özel ormanlar olarak sınıflandırılrsa da ulusal düzeyde incelendiğinde tamamına yakını Orman Genel Müdürlüğü tarafınca amenajman planları çerçevesinde yönetilmektedir. Türkiye ormanlarının tamamına yakını devletin tasarrufundadır.

Ormancılık envanter çalışmaları ışığında tespit edilen orman varlığının alansal olarak toplam yüzdesinin, ülkenin toplam yüz ölçümüne oranı %30'a tekabül ediyorsa o ülke için yeterli orman varlığına sahiptir ibaresi kullanılabilir. Ancak ülkemiz ormanları bunu henüz sağlayabilecek kriterlerde değildir. Dolayısıyla Türkiye'de orman varlığı yeterli olabilmesi için 23,34 milyon ha olması gerekmektedir. Bu değere ulaşabilmesi için ise orman hacminin 1,04 milyon ha daha artırılması gerekmektedir (Kulaç, 2010). Bu alanda yapılan çalışmalarda son 42 yılda orman varlığı 2,1 milyon ha artış göstermiştir. 1973-2015 yılları arasında yaklaşık 700 milyon m³'lük bir artış tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu da göstermektedir ki ülkemiz ormancılık teşkilatının teknoloji ile her geçen yıl yenilenen revize edilmiş yapısı ve bu alandaki özverili çalışmaları sonucunda bozuk sahaların rehabilitasyonu ve orman yapısı kurulabilecek alanlarda gerçekleştirilen ağaçlandırma çalışmaları orman varlığımızın artımında büyük rol oynamaktadır (OGM, 2015).

Ağaç türleri yönünden orman varlığının yüzdesel dağılımı; %33'ünü yapraklı, %48'ini iğne yapraklı, %19'unu ise ibrelili yapraklı karışık şeklindedir. Türkiye'de yayılışı en fazla olan ağaç türü ise meşelerdir (~5,9 milyon hektar). Ağaç türlerinin yüzdesel dağılımı ise aşağıdaki grafikte belirtilmiştir. (Şekil 1.1) (OGM, 2015).



Şekil 1.1. Asli ağaç türlerinin genel ormanlık alana oranı (OGM, 2015).

Türkiye ormancılığı için büyük önem arz eden meşeler; Kayıngiller (*Fagaceae ssp.*) familyasına ait bir türdür. Türler arasında herdem yeşil ve kışın yapraklarını dökenler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Meşeler morfolojik özellikleri bakımından incelendiğinde ise 30 m civarında boylanıp ve 2 m çapa ulaştıkları görülmüştür. Ancak bazı meşe türleri geniş tepeliyken bazıları da 5 m'ye kadar boylanabilen çalı formundadır. Meşeler monoik bitkiler olup rüzgârla tozlaşır. Dünya üzerinde 400'den fazla tür ve alttür sahiptirler. Meşeler genellikle esmer veya kirli sarı renge olmasına rağmen dış odunu sarımsı kirli beyaz, göbek odunu koyu sarı rengindedir ancak bazı türlerinde açık pembe ve açık kahverengi renkli olduğu da görülmüştür. Meşeler içleri kalın ve yırtılmış düz bir kabuk yapısına sahiptir. Derin kök sistemine sahip meşeler aynı zamanda geniş bir kök yapısı da oluşturabilirler. Yaprak morfolojisi bakımından incelendiklerinde ise meşe yaprakları değişik boy ve görünüme sahip oldukları görülmüştür. Kenarları loplu, dişli, ender olarak da tamdır. Odunlarının kabuk ve yapısal özellikleri, meyvelerin gelişim süresi ve yaprak özelliklerine göre ak meşeler, kırmızı meşeler, her dem yeşil meşeler olmak üzere Türkiye'de 18 farklı türü bulunmaktadır (Eskier, 2019) (OGM, 2009).

Orman ekosistemleri sürekli değişim ve gelişim gösteren dinamik bir yapıdadır. Doğal afetler bu değişim ve gelişim süreçlerinde önemli roller oynamaktadır. Yangın bu doğal

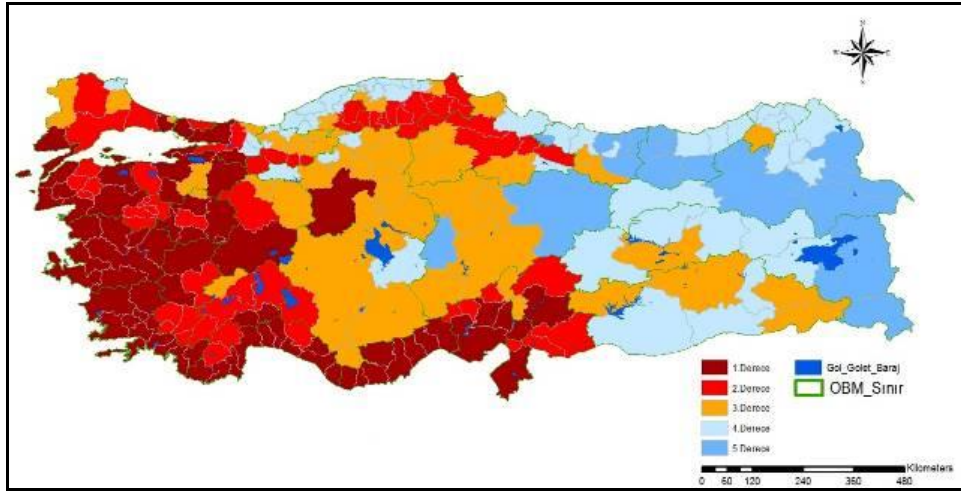
afetlerden biridir. Yangınlar, vejetasyonun yangınla olan ilişki durumuna bağlı olarak ormanın yapı ve kuruluşu ile birlikte sürekliliği üzerinde son derece belirleyici bir güç konumundadır (Attiwill, 1994).

Ekosistemler her yıl 200-500 milyon hektar arasında farklı büyüklük ve şiddetteki yangınlardan etkilenmektedir (Goldammer ve Mutch, 2001). Sürekli yangınların baskısına maruz kalan ekosistemlerde, doğal nedenlerle meydana gelen orman yangınları ekosistemlerin sağlıklı bir şekilde devam etmesinde büyük öneme sahiptirler (Bilgili, 2004). Ormanlık alanların yapısında (Trabaud, 1994), dağılımında (Furyaev ve Goldammer, 2003) ve planlanmasında (Klenner ve diğ., 2000) yangınlar etkili olmaktadır. Yangınlar, zamansal, mekânsal ve belirsizlik öğeleri kapsamında çok yönlü olarak ele alınmalı ve yapılacak araştırmalar buna göre yapılmalıdır (Moritz, 2003). Orman ve başkaca ekosistemlerin şekillenmesinde ve sürekliliklerinde önemli bir yere sahip orman yangınlarının, zamansal ve konumsal ölçekteki özelliklerinin belirlenmesinde, etki ve sonuçlarının anlaşılmasında yangın rejimi çalışmaları önem arz etmektedir (Morgan ve diğ., 2001; Bilgili ve Baysal, 2012). Yangın rejimi; ekosistemdeki meydana gelen yangının şiddeti, yanıcı madde tüketimi (yangın zararının derecesi), büyüklüğü, sıklığı, dönemi, konumsal olarak dağılımı ve tarihsel süreçteki rollerinin bütünü olarak ifade edilmektedir (Agee, 1993; Whelan, 1995). Yangın şiddeti; sıklığı, büyüklüğü, mevsimi, döngüsü ve yanıcı madde tüketimi önemli yangın rejimi bileşenlerindedir (Bilgili ve Baysal, 2012).

Yangın rejimi bileşenleri ile çok sıkı ilişki ve etkileşim içerisinde olan parametreler; tür çeşitliliği, süksesyon, parçalılık ve yaş sınıflarıdır. (Baysal ve diğ., 2016). Sürdürülebilir orman ekosistemi için bu ilişki ve etkileşimlerin araştırılması gereklidir (Bilgili ve Küçük, 2002; Hirsch ve diğ., 2001; Bilgili ve diğ., 2010).

Türkiye'nin orman alanının yarısından fazlası yangına birinci ve ikinci derecede hassas ormanlardan oluşmaktadır (Bilgili ve Baysal, 2002). Türkiye'de Akdeniz ile Ege sahili ağırlıklı olarak kızılçam ve makilik alanlardan oluşan başlıca yanıcı madde tiplerine sahiptir. Bunun yanı sıra yangın hassasiyeti bakımından ise birinci derece 7,84 milyon ha, ikinci derece 4,61 milyon ha ormanlık alan genel ormanlık alanın yaklaşık %57'sini oluşturmaktadır (Şekil 1.2.). Son 20 yıllık zaman diliminde Karadeniz ormanlarında gerçekleşen yangınlar adet ve alan olarak etkisini arttırmaktadır (Küçük ve diğ., 2008). Özellikle yapraklı ormanlarda gerçekleşen yangınlar, etkili olduğu ormanlık alanlardaki bitki örtüsü gelişimini olumsuz şekilde etkilemektedir. Türkiye'de yapraklı ormanlık

alanlarda en fazla miktarda ve oranda yangına maruz kalan meşeler, yapraklı orman ağacı türleri arasında gerek kapladığı alan gerekse tür çeşitliliği bakımından çalışılması önem arz eden orman ağacı türlerindedir.



Şekil 1.2. Yangına hassas orman işletme müdürlükleri haritası (Baysal İ. 2012; OGM, 2014).

Yangınlar normal seyrinde devam eden ekosistemlerin işleyişi üzerinde etkili olarak strese neden olan çevresel faktörlerdendir. Stres; ekosistemin bütün fonksiyonlarının çevresel faktörler etkisiyle sekteye uğratarak kısıtlanması olarak tanımlanabilir. Bitki türleri stres koşulları altında farklı hassasiyetlere sahip olmakta dolayısıyla da farklı tepkiler göstermektedir. Stres koşulları altında olan bitkiler; su ve besin maddesi emiliminin, fotosentezin, solunumun, büyümenin, gelişmenin, üremenin vb. fizyolojik değerlerin değişmesi ile tespit edilmektedir (Salisbury ve Ross, 1994; Çepel, 1995; Lambers ve diğ., 1998). Yangınlar oluşum ve sonrasında meydana getirdikleri yapılardan dolayı bitkiler üzerinde stres oluşumunda oldukça etkilidir. Yangın sırasındaki sıcaklık, sonrasında meydana gelen kül ve bunun ekosistem üzerindeki etkisi örnek olarak verilebilir (Boydak ve Özhan, 2014).

Yangınlar; ekosistem üzerindeki bazı yapılara önemli etkiler meydana getirmektedir. Ekosistemin yapı taşlarından biri olan suyun meydana getirdiği hidrolojik döngü de yanan alan yüzeyinin çıplak kalması bitkilerin üst kısımlarında tutulan suların da sahaya ulaşmasına neden olacaktır. (Boydak ve Özhan, 2014).

Gerek yanma sırasında gerekse sonrasındaki kalıntılarıyla toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı üzerinde oldukça etkili olan yangınlar, sadece toprak yapısını değil aynı zamanda toprak içerisindeki özellikle üst toprak kısmında yaşayan makro ve mikro eklem

bacaklıların zarar görmesine ve bunun gibi farklı ekosistemlerin bozulmasına da neden olacaktır. Yangında üst toprağın zarar görmesi yangının şiddeti ile doğru orantılıdır. Şiddetli geçen yangınlarda yer yer 10 cm derinliğe inen bu durum üst katmandaki toprağın yanmasına dolayısıyla da toprak yapısının strüktürünün bozulmasına neden olmaktadır. Bozulan bu yapı toprağın boşluk hacmini ve infiltrasyon kapasitesini olumsuz yönde etkileyecek, suyun toprak yüzeyinden girişi ve toprak içerisindeki hareketi azalacak dolayısıyla da alanda bulunan bitki türleri stres koşullarına maruz kalacaktır. Bütün bu değişimlerde yanmış alanlarda toprağın su tutma kapasitesinin azalmasına neden olacaktır. Toprak içerisine giremeyen su alanda yüzeysel akışa neden olacak ve verimli olan üst toprak yapısı taşınarak erozyona neden olacak bu da bitkilerde stres koşullarını tetikleyecektir. Yapılan araştırmalar, yangının toprak pH'ını bir miktar yükselttiğini göstermektedir (Uslu, 1969; Çepel, 1975; Şengönül, 1985; Boydak ve Özhan, 2014). Bunun nedenleri organik maddelerdeki mineral besin maddelerinin (özellikle; Ca, Mg, K, Na vb.) toprağa geçmesi, dehidratasyon sonucunda su kaybı ve değişebilir H⁺ kanyonlarının azalması gibi olaylardır. Dolayısıyla, üst toprağın daha alkali yapıya dönmesi, kök yapısı üst toprakta gelişim gösteren fideliklerin beslenme sorunlarına neden olabilir. Ancak en şiddetli yangında bile toprak tepkimesi en çok 15 cm derinliğe kadar değişim göstermektedir (Çepel 1975; Boydak ve Özhan, 2014).

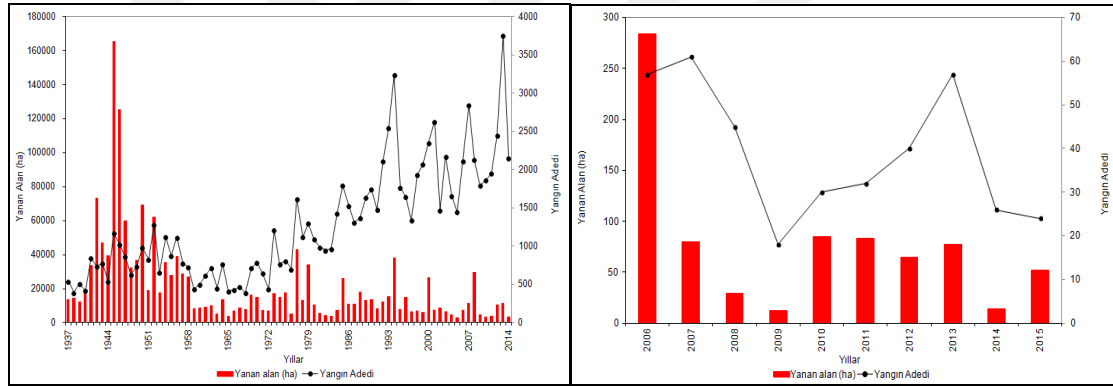
Sonuç olarak yangınların meydana getirdikleri değişimlerle bitkilerdeki stres faktörünün artmasına neden olduğu açıkça ortadadır. Bu stres yapısının bitkiler üzerindeki durumunun incelenmesi alanda mevcut kalan bitkilerin sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Yapraklı ormanlık alanlarda gerçekleşen yangınlar, bitki örtüsü gelişimini olumsuz şekilde etkilemektedir. Ülkemizde yapraklı ormanlık alanlardaki orman yangınlarının vejetasyon ve toprak özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesine yönelik son derece sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yangın sonrası fizyolojik parametrelerde meydana gelen değişimleri inceleyen çalışma uluslararası düzeyde de çok az bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Farklı derecelerde yangından etkilenmiş *Quercus cerris* ve *Quercus pubescens* meşe türlerinin yangın sonrası ilk vejetasyon dönemi süresince yapraklarındaki prolin ve toplam çözünebilir karbonhidrat miktarları ile stomatal iletkenliği ve su potansiyellerinde meydana gelen değişimleri mevsimsel olarak incelemektir.

1.2. LİTERATÜR ÖZETİ

1.2.1. Türkiye'de ve Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'nde Orman Yangınları

Türkiye'de yangın istatistiklerinin incelenmesi sonucunda 1937 yılından 2014 yılı sonuna kadar 98653 adet, yıllık ortalama 21.140,7 hektar toplamda ise 1.648.974,8 hektar alan orman yangınlarından etkilenmiştir. Aynı zamanda sonuçlar yıllık ortalama yangın sayısının 1264 adet olduğunu, bir yangın başına düşen yanan alan miktarının ise 16,7 hektar dolaylarında olduğunu göstermektedir (OGM, 2015). Bolu Orman bölge müdürlüğünde 2006 tarihinden 2015 yılı sonuna kadar olan 10 yıllık zaman diliminde çıkmış 366 adet orman yangını ile toplam 729 hektar, yıllık ortalama olarak da yaklaşık 73 hektar ormanlık alanı etkilenmiştir. Bu dönem içerisindeki yıllık ortalama yangın sayısı yaklaşık 37 adet olup, bir yangın başına düşen yanan alan miktarı ise 2 hektar dolaylarındadır (Şekil 1.3), (OGM, 2015).



Şekil 1.3. Türkiye'de 1937-2014 yılları arası yangın adedi ve yanan alan miktarı ve Bolu OBM'de 2006-2015 yılları arası yangın adedi ve yanan alan miktarı (OGM, 2015).

1.2.1.1. Konu İle ilgili Çalışmalar

Orman yangınları etki mekanizması geniş ölçekli olan doğal afetlerdendir (Anderson ve diğ., 1998). Yangın şiddeti, ekosistem genelinde vejetasyon, toprak ve fauna üzerindeki farklı etkilerinden kaynaklanan değişken yapının ortaya çıkmasında yangın rejiminin ilk basamağında yer alan en önemli bileşeni olup, yangın davranışının ve toprak üstü bitki kısımlarına olan doğrudan etkisinin en önemli göstergeleri arasında sayılabilir (Alexander, 1982). Yangın hattı şiddeti; yanmanın gerçekleşmesi için gerekli olan yanıcı madde yoğunluğu (kg/m^2), yanıcı maddenin yanma ısısı (kJ/kg) ve yayılma oranı (m/s) değerleri yardımıyla hesaplanmaktadır (Byram, 1959).

$$I = H \times W \times R \quad (1.1)$$

I : Yangın hattı şiddeti (kW/m)

H : Yanma ısısı (cal/gr) = 18000 kJ/kg

W : Yanıcı madde miktarı, (kg/m²)

R : Yangın yayılma oranı (m/s)

Yanıcı madde sarfiyatı, yanma sonrasında açığa çıkan bu enerjinin, vejetasyon, toprak ve mikroorganizmalar üzerinde neden olduğu ekolojik değişim(ler)'in genel göstergesidir (Keeley, 2009). Aynı zamanda yangın zararının bir göstergesi olarak da ifade edilmektedir (Simard, 1991). Yangının alan üzerindeki kalma süresine bağlı olarak meydana gelen ısının toprağa geçişi (Lea ve Morgan, 1993), toprak ile küldeki renk değişimleri (Ryan ve Noste, 1985) ve toprak üstü vejetasyondaki ölüm oranları (Agee, 1993) gibi meydana gelen değişimlere bağlı olarak derecelendirilmektedir. Yanıcı madde tüketimi, yangın sonrası ortaya çıkan yapının anlaşılmasında ve alan üzerinde oluşturulacak yeni eylemlerin planlanmasında oldukça önemli bir göstergedir.

Yanıcı maddeler, hava halleri ve arazi koşullarındaki farklılıklar, yangın şiddeti ve yanıcı madde tüketiminde görülen değişkenliklerle birlikte yangın davranışı ve yangın tiplerini karakterize ederler. Yangın rejiminin ilk basamağı olan yanma tepkimesinin başlaması ile kısa vadede veya aylarca devam eden uzun periyotlarda çok hızlı gelişen bir değişim süreci başlar. Özellikle yangın davranışa bağlı olarak ortaya çıkan değişiklikler ise; ağaçların yangından etkilenme durumları (Peterson, 1985; Regelbrugge, ve diğ., 1993; Moreira ve diğ., 2007; Catry ve diğ., 2009), yangın sonrası topraktaki değişimleri (DeBano, 1990; Pierson ve diğ., 2002; Yıldız ve diğ., 2010a; Tufekcioglu ve diğ., 2010), yangın alanındaki böcek faaliyetlerini (Amman ve Ryan, 1991; Ryan ve Amman 1994, 1996; Santoro ve diğ., 2001; Jenkins ve diğ., 2008; Jenkins ve diğ., 2012), tek yıllık otsu bitkilerin gelişimi (Naveh, 1975; Keeley ve diğ., 1981; Arianoutsou ve Thanos, 1996; Hutchinson ve diğ., 2005; Kavgacı ve Tavşanoğlu, 2010) ve yaban hayatı için önem taşıyan dikili kuru ve ölü ağaçların alan genelindeki durumları (Hutto, 1995) gibi yapı ve süreçleri etkilemekte ve belirlemektedir.

Yangınların, ekosistemler üzerinde, vejetasyon, iklim (Bessie ve Johnson, 1995) ve topoğrafya arasındaki kompleks ilişkileri, yangın davranışı ve bu davranışın şekillendiği zaman periyodu (yangın mevsimi), konumsallığı (yangın büyüklüğü ve sıklığı), uzun periyotlarda ortaya koydukları yapı (yaş sınıfları ve yangın döngüsü) ekosistemde bazı belirgin izler bırakır. Ekosistemlerde meydana gelen bu izlerin tespiti, etkisi ve sonuçlarının idraki ve orman kaynaklarının gelecekteki yönetiminde büyük önem arz

etmektedir. (Bilgili ve Baysal, 2013). Yangın(lar)ın çıkışı ve sonrasında ise özellikle yangın davranışındaki farklılıklara da bağlı olarak ortaya çıkan yapı yangın rejimlerini şekillendirir (Turner ve Romme, 1994). Yangınların sistem ve sistemin bileşenleri üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri ve bu etkilerin neden olduğu değişimleri dikkate alındığında, yangın rejim tipleri genel olarak dört sınıfa ayrılır;

- Yangınların vejetasyon için öldürücü olmadığı, hakim vejetasyonun yapısında önemli bir değişime neden olmadığı ve hakim bitki örtüsünün yaklaşık %80'i ya da daha fazlasının yangın sonrası hayatta kalabildiği düşük şiddetli yangın rejimi.
- Yangınların yaklaşık %80 veya daha fazla bir oranda baskın özellikteki bitki örtüsünde ölümlere sebep olduğu meşcere yenileyici özellikteki yangın rejimi.
- Düşük şiddetli veya meşcere yenileyici özellikteki değişken yangın şiddeti değerlerinde, türlerin yangınlara karşı olan farklı hassasiyetlerine bağlı olarak hakim vejetasyonda seçici ölümlere sebebiyet verdiği değişken özellikteki yangın rejimi.
- Yangınların çok az sayıda gerçekleştiği ya da hiç yangın görülmediği yangından bağımsız alanlar (Brown ve Smith, 2000).

Günümüzde dünya karasal alanları, yangın rejim tipleri arasındaki farklılaşma açısından üç sınıfa ayrılmıştır (Hardesty ve diğ., 2005). Bu sınıflandırmaya göre, Türkiye'deki orman alanları bütün sınıfları kapsayan bir coğrafyada yayılış göstermektedir. Türkiye'de, Akdeniz ve Ege sahilleri yangına bağımlı alanlar statüsünde olurken, Orta ve Doğu Karadeniz ormanları yangına duyarlı ormanlar statüsündedir (Bilgili ve diğ., 2010).

Geçmişten günümüze, özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde, insan faaliyetleriyle birebir ilişkili olarak çıkan yangınlar varlığını sürdürmektedir ve bu sürekliliğin en temel nedeni insandır. Bu durum özellikle Türkiye'nin batı ve güney kıyı şeridi boyunca yayılış gösteren ormanlarımızda, kızılçam, karaçam ve maki vejetasyonunun hâkim olduğu alanlarda gözlemlenmektedir. Buna karşın ülkemizin doğu ve kuzey bölgelerindeki ormanlarda yayılış gösteren birçok tür için yangın, sistemi tehdit eden bir unsur olarak görülmez. Bunun en temel sebebi, bu bölgelerdeki hâkim iklim şartlarına bağlı olarak bugüne kadar bu alanlarda büyük orman yangınlarının yaşanmamış olmasıdır. Ancak, değişen mevsim koşulları ve artan insan nüfusuyla birlikte yangın rejimi dinamikleri de değişime uğramakta ve bu değişimin sonuçları henüz tam olarak bilinmemektedir. Orman yangınlarının ekosistemler üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak, yangınların ekolojik etkilerini yorumlayabilmek ve

yangınlarla etkin bir şekilde mücadele edebilmek öncelikle bölgesel yangın rejimi dinamiklerinin anlaşılması ile mümkün olabilir (Malanson, 1987, Whelan, 1995).

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz kuşağında, her yıl meydana gelen yaklaşık 50.000 adet yangında ortalama 500.000 hektarlık orman alan yangınlardan zarar görmektedir (San-Miguel ve Camia, 2009). Orman ekosistemlerinde meydana gelen ve her geçen gün sayısı ve etkisini artıran yangınlar, vejetasyonların gelişiminde, ekosistemlerde bulunan tür çeşitliliği ve yaş sınıfları dağılımlarının belirlenmesinde belirleyici bir konumundadır (Trabaud, 1994).

Meşe türleri, sık yangınlar sonrasında hayatiyetlerine devam edebilmelerine imkan veren yangınlarla yakından ilişkili bazı özelliklere sahiptir (Pausas ve diğ., 2004; Oliveira ve Fernandes, 2009; Catry ve diğ., 2012) Olgun ve yaşlı meşe bireyleri, birçok yapraklı türe göre daha kalın gövde kabuğuna sahip olup (Nicolai, 1986), yangın meşe türlerinin kök ve gövde sürgünü ile gelişimlerini teşvik etmektedir (Hutchinson, 2008). Bununla birlikte yangınlar, meşe palamudu zararlısı türlerinin ölümüne de yardımcı olmaktadır (Johnson ve diğ., 2002). Düşük tutuşma özelliğindeki orman ölü örtüsüne sahip Kuzeybatı Amerika meşe ormanlık alanlarının (Kane ve diğ., 2008) yönetiminde doğal meşe gençliğinin gelişiminin teşvik edilmesi, istilacı türlerin önlenmesi, biyolojik çeşitliliğin düzenlenmesi ve yanıcı madde yükünün azaltılması gibi farklı işletme amaçlarını gerçekleştirmek için denetimli yangınlardan geniş ölçüde faydalanılmaktadır (Peterson ve Reich, 2001; Burton ve diğ., 2011; DeSantis ve Hallgren, 2011; Cavender-Bares ve Reich, 2012).

Avrupa da geniş bir yayılış alanı ve tür çeşitliliğine sahip meşe ormanlık alanlarının yönetimi için denetimli yangınların kullanımı ve yangın kullanımının ekolojik etkileri üzerine yapılan çalışmalar oldukça yeni olup, az sayıdadır (Moreira ve diğ., 2009; Catry ve diğ., 2010; Catry ve diğ., 2012; Fernandes ve diğ., 2013). Türkiye ormanlık alanlarında kapladığı alan ve tür çeşitliliği bakımından son derece önemli bir konumda bulunan meşe türleri için ise benzer konulara yönelik çalışma bulunmamaktadır.

Orman yangınları birçok ekosistemde en yaygın karşılaşılan, sistem dinamiklerini ve verimliliğini etkileyen ve aynı zamanda sistemin sürekliliği için gerekli olabilen doğal bir bileşendir (Agee, 1993). Orman yangınlarının ekolojik etkilerinden birisi de yangının toprakta meydana getirdiği fiziksel ve kimyasal değişikliklerdir. Toprak, orman yangınlarından sonraki süreçte yeni ekosistemin kurulmasında büyük öneme

sahiptir (Çepel, 1975). Birçok fiziksel, kimyasal, minerolojik ve biyolojik toprak özellikleri orman yangınlarından etkilenmektedir (Certini, 2005).

Çok şiddetli bir örtü yangını ya da tepe yangınına dayanabilecek bitki türü veya bitki örtüsü yoktur. Ancak, tüm yangınlar ölümcül olmayıp, bitkilerin birey ve popülasyon düzeyinde yangına dayanıklılık ve hayatta kalabilmek için geliştirdikleri çeşitli uyum ve stratejileri bulunmaktadır (Lukac ve diğ., 2011). Meşeler yangın sonrası yüksek sürgün verebilme yetenekleri (Silva & Catry, 2006) ve yangın sonrası oluşan kuraklık koşullarına dayanıklılık bakımından ibreli türlere kıyasla daha avantajlı durumdadırlar (Pausas ve diğ., 2004). Meşe türlerinin sahip oldukları kabukları, düşük ve orta şiddetli bir örtü yangınından korunmalarında son derece belirleyici bir role sahiptir (Hare, 1965). Ancak, yukarıda belirtilen özelliklerinin yanı sıra meşelerin yangın sonrasında hayatta kalabilme yetenekleri önemli ölçüde yangınların neden olduğu ikincil etkileri tarafından da (Michaletz & Johnson, 2007) büyük ölçüde belirlenmektedir (Bär ve diğ., 2019). Orman yangınlarının sonucunda toprağın kimyasal özellikleri de değişime uğramaktadır. Bu değişim topraktaki besin maddeleri ve toprak reaksiyonun belirlenmesiyle anlaşılmaktadır. Orman yangınlarının toprak kimyası üzerindeki başlıca etkileri; organik madde, pH, KDK, N, S, iki değerlikli katyonlar ve K olarak sıralanabilir. Toprak kimyası için en önemli kabul edilen etkisi ise topraktaki organik maddede bulunan mineral besin elementlerinin yangınların etkisiyle açığa çıkartılmasıdır. Birçok araştırmalar yangından sonra bitkiler tarafından alınabilir besin maddelerinin arttığını göstermiştir (Çepel 1975, Altun ve diğ., 2003). Değiştirilebilir Ca, K, P ve diğer besin maddeleri, yangını izleyen belirli zaman zarfında toprakta fazlaca bulunur ve hemen topraktan yıkanıp gitmedikleri için bitkilerin gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptirler (Eron ve Gürbüzer, 1988, Neyişçi, 1989, Thanos ve diğ., 1989, Thanos ve Marcou, 1991). Ülkemizde özellikle iğne yapraklı orman alanlarında yangının toprak üzerindeki etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınmıştır (Eron ve Gürbüzer, 1985; Neyişçi, 1989, Boydak ve Özhan, 1996, Tavşanoğlu ve Gürkan, 2002, Yıldız ve diğ., 2010a). Ancak yapraklı türlerde yangının toprak özelliklerine etkisini araştırmaya yönelik çalışmalar (Gürlevik ve diğ., 2009) yok denecek kadar azdır. Stres, normal döngüsündeki bir sistemin fonksiyonlarında çevrenin etkisiyle kısıtlamaya yönelmesi olarak tanımlanabilir. Bitki türleri ya da varyeteleri optimum çevre koşullarına ve stresli koşullara karşı hassasiyetlerine göre farklılık gösterirler. Bazı araştırmacılar yalnızca bitkilere zarar veren ve nitelikli değişmelere

sebepler olan stresli çevreleri araştırmayı tercih ederken, bazıları ise, stres altındaki sistemler ile ilgilenmektedirler ki, çoğunlukla bunlar deneylerinde şiddetli kıtlık ve potansiyel zehirli ya da zararlı maddelerin etkisinden oluşan stres altındaki bitkileri dikkate alırlar (Alam, 1999).

Su eksikliği, bitki büyümesini, hayatta kalma, verimi ve dağıtımını kısıtlayan önemli bir faktördür. Kuraklık ve yüksek tuzluluk gibi osmotik stres koşulları altında, strese cevap ve toleransta işlev gören çok sayıda gen tetiklenir ve temel bir bitki stres sinyalleme hormonu aktif hale geçirir. İtkiler, kuraklık ve yüksek tuzluluk gibi osmotik streslere uyarlanabilir sağlamlığa sahiptir. Stres tepkisi ve toleransta işlev gören çok sayıda gen, çeşitli bitkilerde osmotik koşullar altında uyarılır. Transkripsiyon faktörleri, protein kinazlar ve fosfatazlar gibi çeşitli sinyal proteinleri, bitkilerin adaptasyon sırasında osmotik strese uyarlanması sırasında, stres sinyali algısından strese cevap veren gen ekspresyonuna kadar değişen rol oynarlar (Yoshida ve diğ., 2014).

Bir bitkide stres, su ve besin maddesi emiliminin, fotosentezin, solunumun, büyümenin, gelişmenin, üremenin vb. fizyolojik değerlerin değişmesi ile oluşur. Örneğin yaprak, sürgün, çiçek ve tohumların vaktinden önce dökülebilir, solabilir ve sararıp kuruyabilirler (Salisbury ve Ross, 1994; Çepel, 1995; Lamberts ve diğ., 1998). Büyümeyi ve gelişmeyi bu şekilde sınırlayan biyotik ve abiyotik birçok faktör vardır. Bu abiyotik faktörlerden birisi de yangın etkisiyle oluşan aşırı su kaybı ve buna bağlı kuraklık stresidir.

Kuraklığın başlıca tanımından alandaki yağış ve su yetersizliği anlaşılmaktadır. Bir bölgenin “kurak bölge” denilebilmesi için de o bölgede yağış azlığı ve su yetersizliğinin bulunması ve bu olgunun sürekli olması gerekmektedir (Uluocak, 1974). Kuraklık, tanımca alandaki kaybedilen suyu miktarının, yağışlarla sağlanan su miktarından daha fazla olmasıdır. Kuraklık olgusu su açılışının tekrarlama şekline göre ikiye ayrılmaktadır. Buharlaşma yoluyla kaybedilen suyun yağış miktarını geçmesi durumu, yıl içerisinde belirli devrelerde oluşuyorsa, düzenli kuraklık olarak ifade edilmektedir. Bu kuraklık şeklinde bitkiler iklim koşullarına adapte olabilirler. Bir diğer kuraklık şekli ise, belirsiz zamanlarda meydana gelen, bitkilerin gelişmesine ve yetişmesine olumsuz etkiler yapacak derecede şiddetli olan su kıtlığıdır. Bu nitelikteki bir kuraklık durumu, “geçici kuraklık” olarak ifade edilmektedir. Bitkilerin geçici kuraklıktan büyük çapta etkilenmeleri söz konusu olabilir (Çepel, 1995). Yangın sonucu oluşan kuraklık bu kapsamda düşünülebilir. Çünkü yangın sonucu kısa sürede bitki bünyesindeki suyu kaybetmekte ve ihtiyacı olan suyu toprakta var olmasına rağmen geri

kazanamamaktadır. Dolayısı ile yangının şiddetine göre ya tamamen ölmekte ya da bazı kısımlarını kaybetmektedir.

Levitt (1972), kuraklık stresi olgusunu çeşitli bileşenlerine ayırarak tanımlamıştır; bitkilerin yeterli su almama durumunu “su stresi”, bitki dokularının ozmotik yönden kendilerinininkinden daha yoğun bir ortamda su kaybetmeleri durumunu da “ozmotik stres” olarak adlandırmıştır. Bitkiler kuraklık stresinin belirli derecelerine kadar dayanabilirler. Stres faktörü ortadan kalktığında, azalan veya aksayan metabolik faaliyetlerini tekrar normal düzeye getirebilirler. Bu duruma bitkilerin “elastik büyüme zorlanması” denir.

Fakat kuraklık stresinin derecesi veya süresi arttıkça bitkilerde, geriye dönülemez zararlar ortaya çıkmaktadır. Bu sınırın genişliğine de “bitkinin plastik büyüme zorlanması” denir. Yangın sonrası bitkilerde her iki durumda görülebilir. Eğer elastik büyüme zorlanması söz konusu olursa bitki belirli kısımlarını kaybetse bile tekrar sürgün vererek yaşamına devam edebilir. Fakat şiddetli yangın sonrası bitkiler plastik büyüme zorlaması sonucu geriye dönemeyecek kadar stres derecesine maruz kaldıkları için ölmektedirler.

Kuraklık stresi altındaki bitkilerde fotosentetik pigmentlerde meydana gelen değişimleri, sadece günlük değil aynı zamanda mevsimsel olarak ta araştırılması gerektiğinin altını çizmektedir (Schwab ve diğ., 1989; Tuba ve diğ., 1994). Kuraklık stresine karşı bitkilerin vermiş olduğu bir diğer tepki ise nişasta ve sukroz gibi karbohidrat sentezlerinin stres altındaki bitkilerde değişime uğramasıdır (Vassy ve Sharkey, 1989). Kuraklık stresine bağlı olarak fotosentetik ürünlerin tüketimi, üretimlerini aşar ve fotosentezde bozulmalar meydana gelir. Bu da karbon ve enerji metabolizmasını, yapısal olmayan karbohidrat rezervlerine bağlı kılar (Guehl ve diğ., 1993). Bazı türlerde kuraklığa bağlı oluşan stres, karbohidrat birikmesini artırır (Munns ve Weir, 1981; Thomas, 1990; Guehl ve diğ., 1993). Su stresine cevap olarak çözünebilir karbonhidratların artması, yapraklardaki karbonhidrat translokasyonlarının, büyümenin yavaşlamasından kaynaklanan karbonhidrat tüketimindeki azalış ve nişasta hidrolizi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Kameli ve Lösel, 1996).

Yapılan çalışmalarda kuraklık stresinin bitkilerdeki prolin miktarlarını artırdığı rapor edilmektedir. Örneğin Sircelj ve diğ., (2005)’te kuraklık, çözünebilir karbonhidrat ve prolin miktarlarını etkilediğini açıklamıştır. Bitkiler, hücrelerindeki metabolik

hasarlarını onarmak için prolin ve karbonhidrat miktarları artırmaktadırlar. Kandemir (2002), bitki su gerilimi ile prolin içeriği arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmektedir.

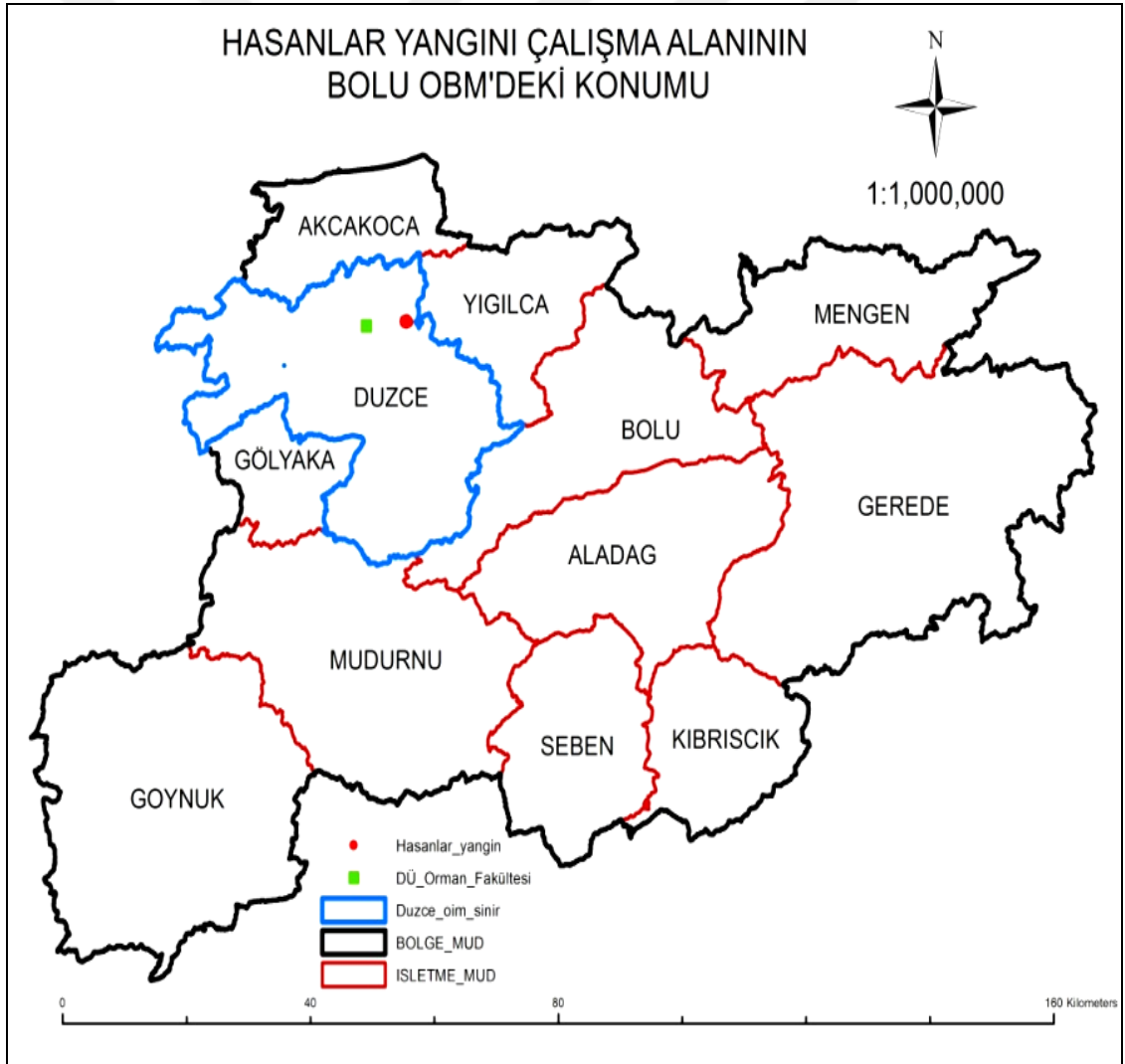


2. MATERYAL VE YÖNTEM

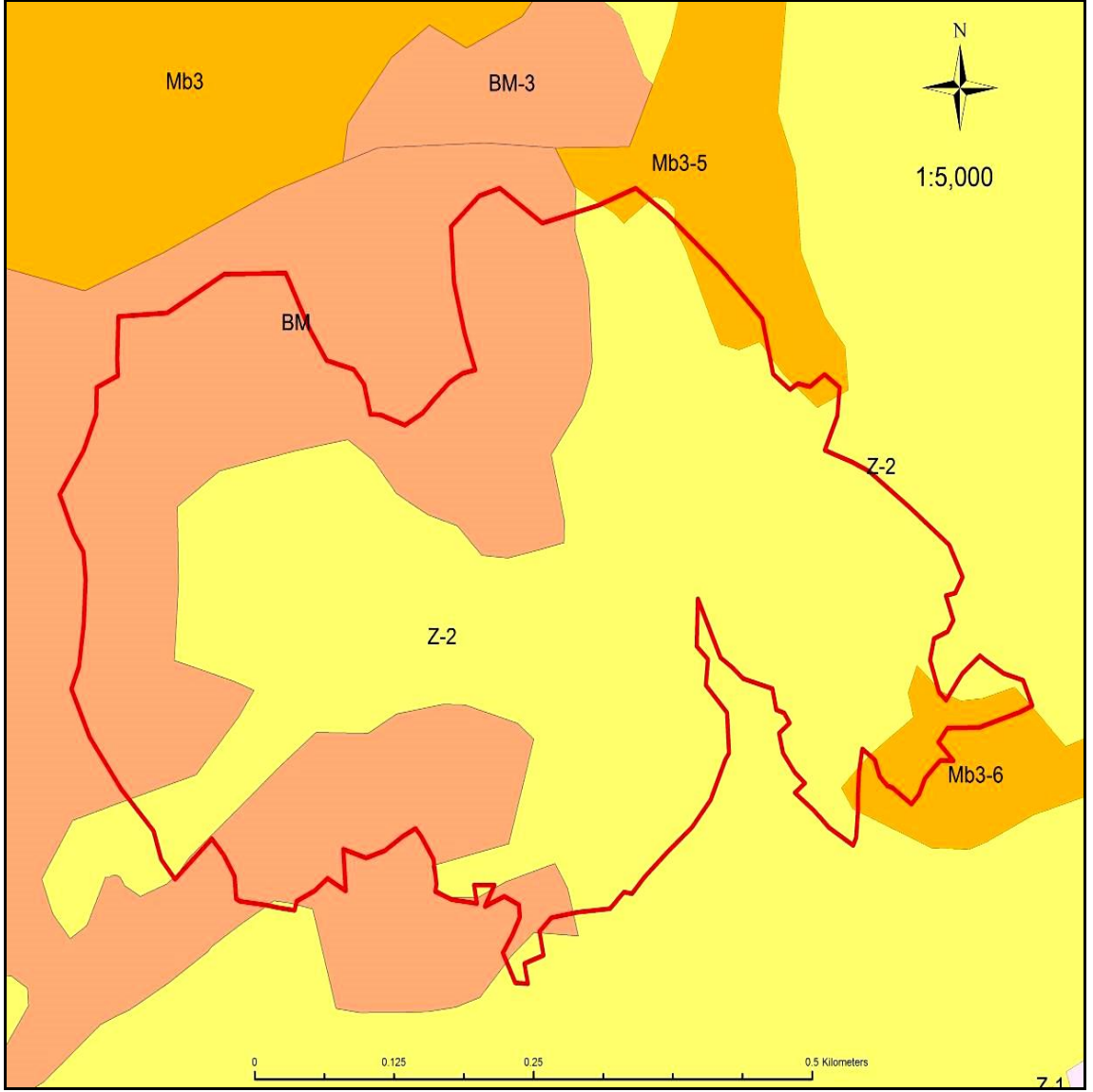
2.1. MATERYAL

2.1.1. Çalışma Alanı

Araştırma alanı, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü, Konuralp Orman İşletme Şefliği, 110 ve 111 nolu bölme sınırları içinde kalan, yangının etkili olduğu alanları kapsamaktadır (Şekil 1.2). Yangının etkili olduğu bölmelerdeki meşcere rumuzları BM, Mb3 ve Z'dir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Araştırma konusu alanının Bolu OBM'deki konumunu gösterir haritası.

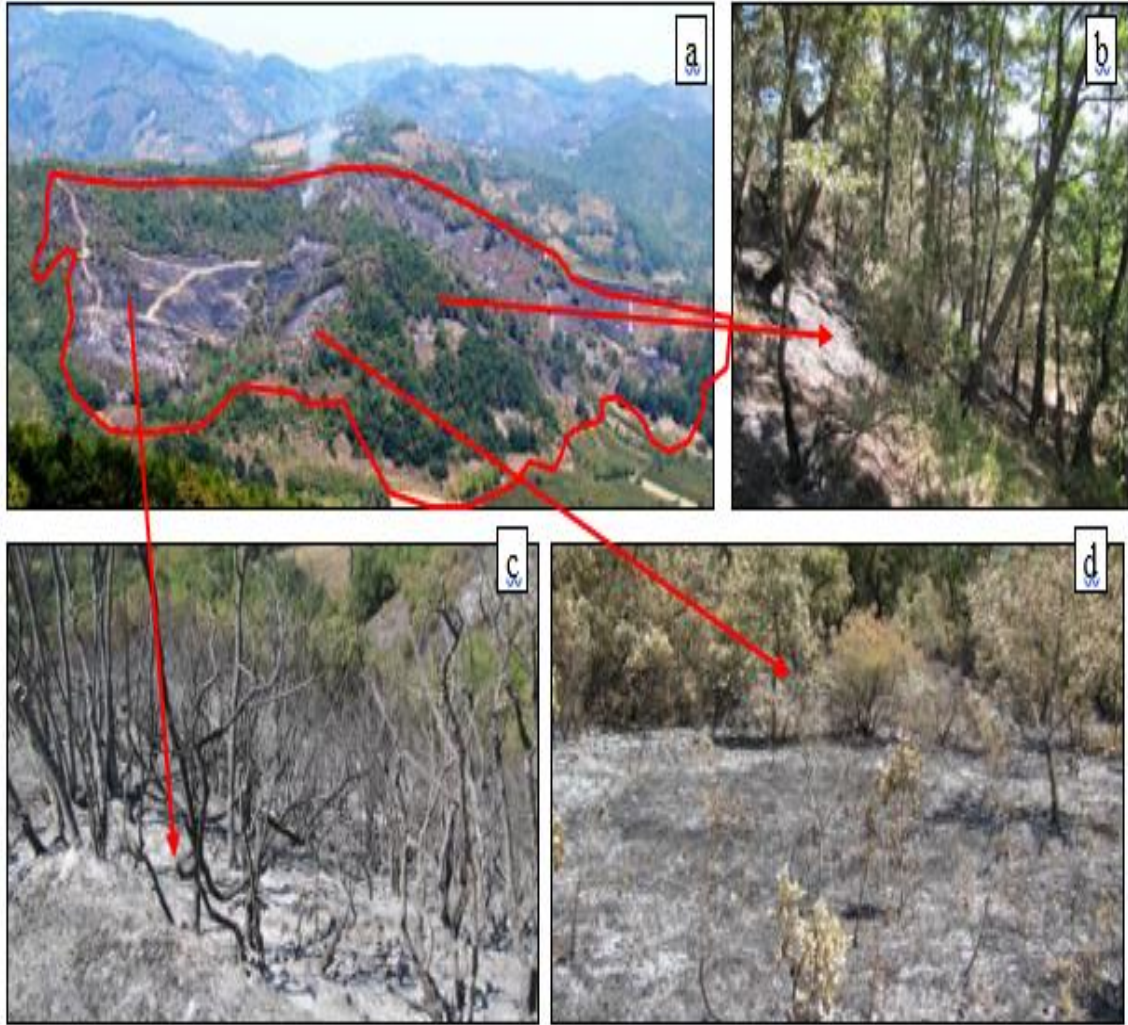


Şekil 2.2. Yangın alanı sınırlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen arazi çalışmaları kapsamında yangının etkili olduğu noktalardan alınan koordinat değerlerinin, Konuralp OİŞ meşcere tipleri haritasındaki konumları.

Yangının etkili olduğu alan yangının büyüklüğünü verir (Bilgili ve Baysal, 2013). Yangının etkili olduğu alanın belirlenmesinde, kapalı bir poligon olacak şekilde yangının ulaşabildiği sınırlar arazide gezilerek GPS aleti koordinat değerleri tespit edilmiştir. Belirlenen koordinat değerleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımına aktarılmış ve yangının arazide etkili olduğu alan büyüklüğü belirlenmiştir.

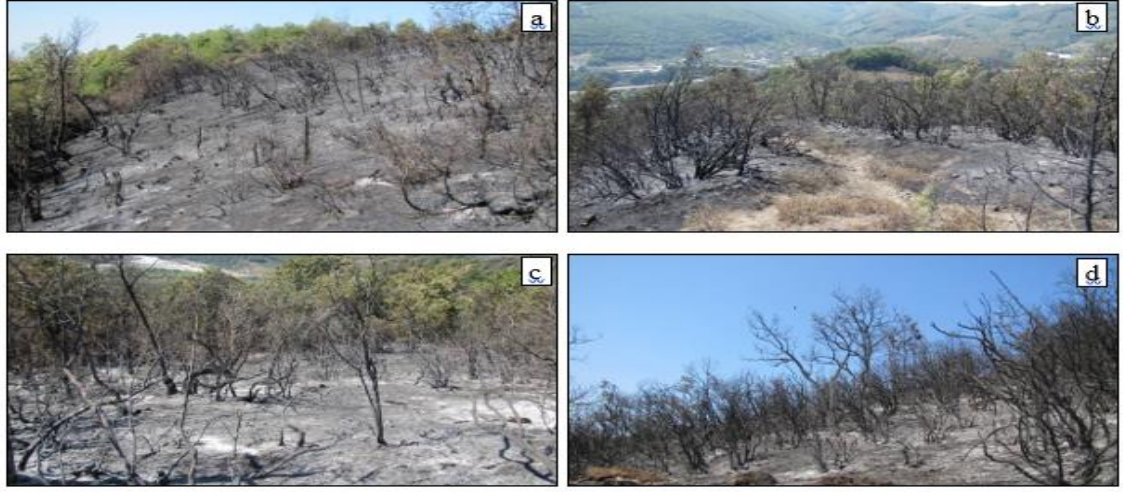
Yangın sicil fişinde yangın büyüklüğü, 16,0 hektar ormanlık alan ve 14,0 hektar ziraat ve açıklık alanlar olmak üzere toplamda 30 hektar olarak tespit edilmiştir. Yangının

etkili olduğu alan içinde (Şekil 2.3a) farklı yangın şiddeti değerlerinde etkilenmiş ve etkilenmemiş ormanlık alan (Şekil 2.3b), orman içi açıklık alan (Şekil 2.3c) ve orman altı diri örtüsü (Şekil 2.3d) alanları bulunmaktadır.



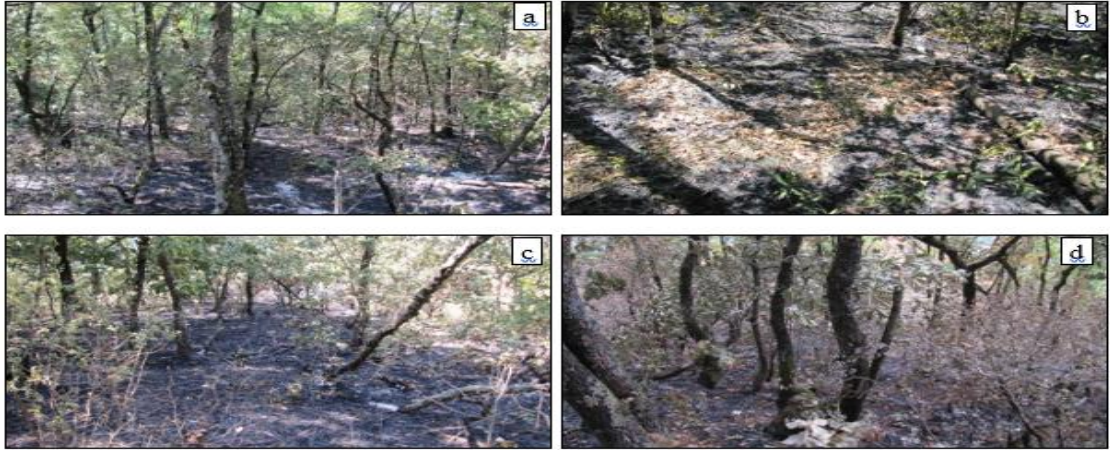
Şekil 2.3. Yangının etkili olduğu alan (a) içinde farklı yangın şiddeti değerlerinde etkilenmiş ormanlık alanlar (b), diri örtü bitki örtüsü (c) ve orman içi açıklık alanlardan (d) görünüm (Foto: İ. Baysal).

Araştırma konusu alan sınırları içinde çok şiddetli örtü yangınının gerçekleştiği bozuk ormanlık alan ve meşe ormanlık alanlarına ilişkin yangından hemen sonraki görüntüleri aşağıda verilmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Çok şiddetli yangından etkilenen diri örtü alanları (a, b, c, d) (Foto: İ Baysal.).

Yangın hattı sınırları içinde kalan ve düşük şiddetli örtü yangınının gerçekleştiği bozuk ormanlık alan ve meşe ormanlık alanlarına ilişkin yangından hemen sonraki görüntüler aşağıda verilmiştir (Şekil 2.5).



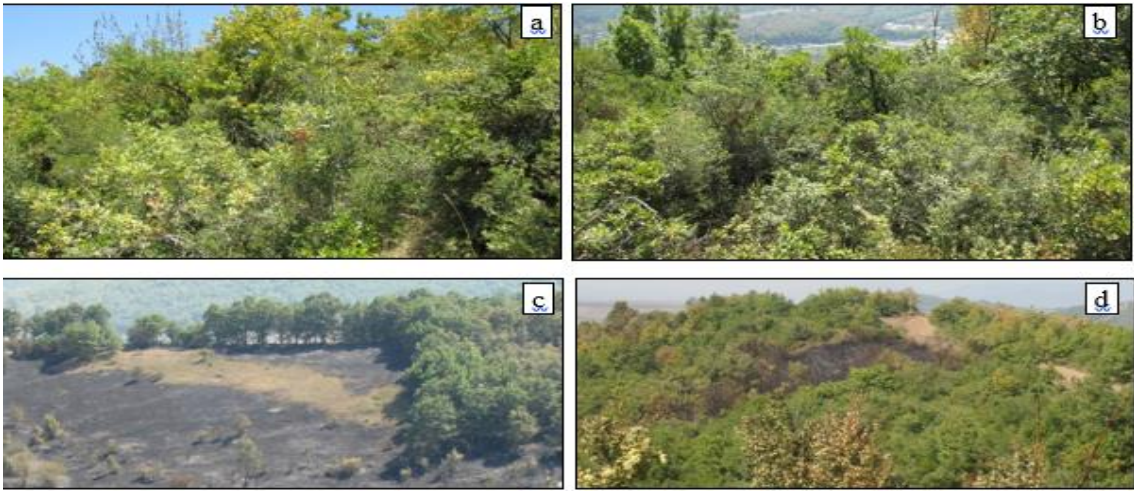
Şekil 2.5. Yangının düşük şiddetli etkili olduğu ormanlık alanlar (a, b, c, d) (Foto: İ Baysal.).

Yangının etkili olduğu alan içinde, örtü yangınının gerçekleştiği ziraat ve orman içi açıklık alanlara ilişkin yangından hemen sonraki görüntüler aşağıda verilmiştir (Şekil 2.6). Yangın alanı içinde bu vasıftaki alanların toplamı yaklaşık 14,0 ha. büyüklüğündedir.



Şekil 2.6. Araştırma konusu alanda örtü yangınından etkilenen alanlar (a, b, c, d) (Foto: İ. Baysal).

Yangın alanı içinde yangından etkilenmeyen alanlarda bulunmaktadır. Arazi özellikleri, bitki örtüsü, özellikle yer ekipleri ve hava ekiplerinin yangınlarla olan mücadele çalışmaları, yangın alanı sınırlarının içinde yangından etkilenmeyen bu alanların ortaya çıkışında belirleyici olabilmektedir (Baysal ve diğ., 2011). Yangın alanı içinde yangından etkilenmeyen bozuk yapıdaki ormanlık alanlar ile ziraat ve orman içi açıklık alanlara ilişkin görüntüler aşağıda verilmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Yangından etkilenmemiş ormanlık alanlar (a, b) ile yangından kısmen etkilenmiş orman içi açıklık ve bozuk yapıdaki ormanlık alanlardan görüntüler (c, d) (Foto: İ. Baysal).

Yangın ekosistem içerisinde birçok yapıyı etkilemektedir. Ancak yapılan bu çalışmada yangının ekosistemin bir parçası olan *Quercus cerris* ve *Quercus pubescens* türleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2.1.2. Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Klorofil Fluorometre	: Chlorophyll Fluorescence System, Hansatech, Handypea.
UV Spektrometre	: UV-1800 UV-VIS Shimadzu
Basınç odası cihazı	: Pressure chamber- PMS Instrument Company Model 1000
Doku parçalayıcı	: Qiagen-TissueLyser2
Santrifüj	: Hitachi CT15RE
Derin dondurucu (-30°C)	: Sanyo Biomedical Freezer MDF-236
Derin dondurucu (-86°C)	: Thermo Scientific 88000 Series
Buzdolabı	: Conviron CMP3244 (inkübatör)
Saf su cihazı	: ThermoScientific Smart2Pure
Etüv	: Kerman
Çeker ocak	: Markasız (Kendi imalatımız)
Vortex	: Daihan WM-10
Hassas terazi	: Precisa 205ASCS
Hot plate	: Heidolph-MR3001

2.1.3. Deneme Alanlarının Belirlenmesi

Çalışma 2 farklı meşe türünde (*Quercus cerris* ve *Quercus pubescens*) ve 3 farklı yangın şiddetine (düşük, yüksek ve kontrol) maruz kalan bireylerde yürütülmüştür. Her deneme parselinden 5 adet ağaç seçilmiş ve toplamda 30 ağaçtan mevsimsel olarak her ay yaprak örnekleri alınmış ve diğer fizyolojik ve morfolojik ölçümler yapılmıştır.

2.1.4. Analizler İçin Yaprak Materyalinin Temini

Yangının *Quercus cerris* ve *Quercus pubescens* türleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesinde, bazı fizyolojik ve biyokimyasal analizler yapılmıştır.

Fizyolojik analizler; Haziran- Kasım (2016) ayları arasında her ay belirlenen parsellerdeki ağaçlardan alınan bitki örnekleri ile gerçekleşmiştir. Her bir tür için, tam tepe kavrulması gerçekleşmiş ve kambiyum dokusu canlı ağaçlardan 5 adet (5x2 farklı tür=10 adet), tepe kavrulması gerçekleşmemiş ancak gövde üzerinde alev yanığı bulunan ağaçlardan 5 adet (5x2 farklı tür =10 adet) ve kontrol ağacı olarak her bir ağaç türü için 5 adet (5x2=10 adet) ve her iki ağaç türü için 5 adet (5x2=10 adet) yangından etkilenmemiş ağaçlar olmak üzere toplamda 30 ağaç üzerinde gözlem ve ölçümler yapılmıştır. *Quercus cerris* (Çizelge 2.1) ve *Quercus pubescens* (Çizelge 2.2.) türleri

için düşük ve yüksek şiddetli yangın görmüş bireyler ile kontrol grubu olarak alınan ağaçlara ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerleri gösterir ölçüm değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Çalışmaların yürütüldüğü ağaçlar arazide belirlenmiş, spreyl boya ile numaralandırılarak GPS aleti ile konumları belirlenmiştir (Şekil 2.8-9). Ağaçların dallarından, aynı yönden ve aynı tepe çatı konumundan olmasına dikkat edilecek şekilde yaklaşık 10 gr yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri alüminyum folyolara sarılarak ve üzerine ilgili örnek numarası yazılarak örnek taşıma kapları ile laboratuvar ortamına taşınmıştır (Şekil 2.10). Örnekler, üzerlerinde gerekli işlemler yapılana kadar -86 °C lik derin dondurucuda bekletilmiştir.

Çizelge 2.1. Stres çalışmalarında örnek ağaç olarak alınan *Quercus cerris* türü için düşük ve yüksek şiddetli yangın görmüş örnek ağaçlar ile kontrol grubu olarak alınan örnek ağaçlarının arazideki allometrik ölçüm değerleri

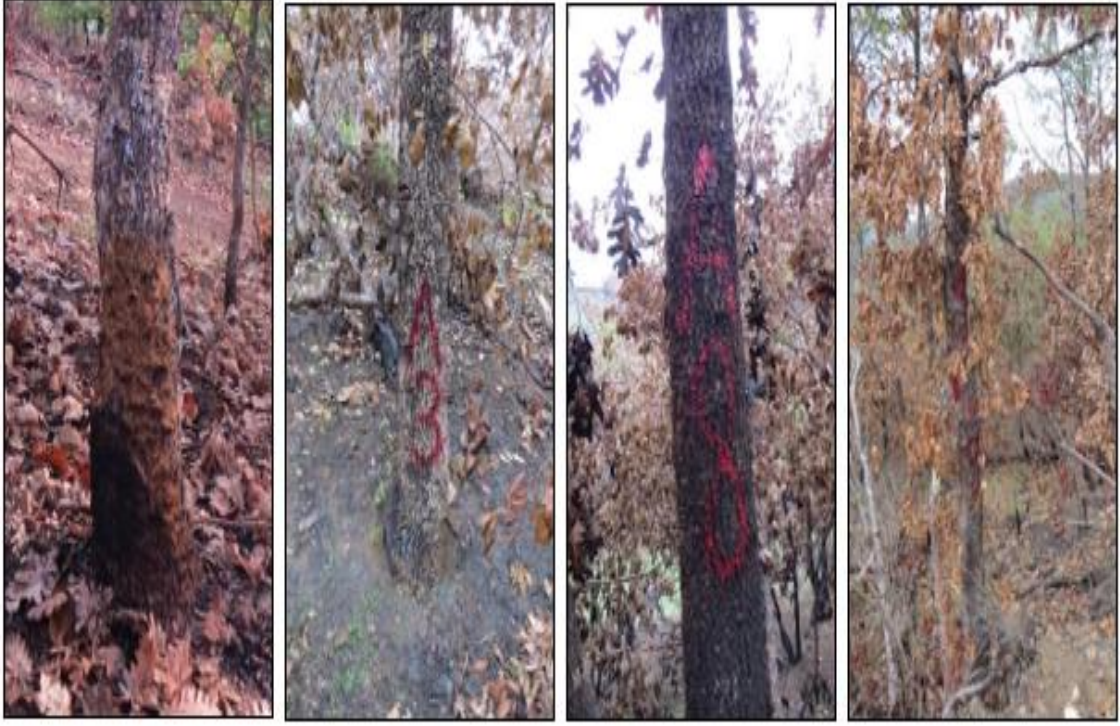
<i>Quercus cerris</i> türü için	Kontrol grubu	Düşük şiddetli	Yüksek şiddetli
Ölçüm yapılan örnek adedi	5	5	5
Min d1.30 (cm)	12,3	13,4	13,0
Max d1.30 (cm)	18,5	17,6	19,3
Ort. d1.30 (cm)	15,0	14,9	17,4
Min yaş (yıl)	34	38	32,0
Max yaş (yıl)	59	54	56,0
Ort. yaş (yıl)	43	45	45,6
Min boy (m)	8,8	8,0	10,3
Max boy (m)	12,8	12,0	13,0
Ort. boy (m)	10,8	10,2	11,2
Min tepe çapı (m)	3,1	3,4	2,5
Max tepe çapı (m)	6,1	5,1	5,1
Ort. tepe çapı (m)	4,0	4,1	4,1
Min tepe altı yüksekliği (m)	1,9	3,0	1,3
Max tepe altı yüksekliği (m)	4,1	5,4	5,1
Ort. tepe altı yüksekliği (m)	2,9	3,9	3,2
Min kabuk kalınlığı (mm)	0,6	0,8	1,3
Max kabuk kalınlığı (mm)	2,4	1,6	2,5
Ort. kabuk kalınlığı (mm)	1,6	1,4	2,0

Çizelge 2.2. Stres çalışmalarında örnek ağaç olarak alınan *Quercus pubescens* türü için düşük ve yüksek şiddetli yangın görmüş örnek ağaçlar ile kontrol grubu olarak alınan örnek ağaçlarının arazideki allometrik ölçüm değerleri

<i>Quercus pubescens</i> türü için	Kontrol grubu	Düşük şiddetli	Yüksek şiddetli
Ölçüm yapılan örnek adedi	5	5	5
Min d1.30 (cm)	14,8	13,6	12,5
Max d1.30 (cm)	17,8	18,1	18,5
Ort. d1.30 (cm)	15,9	16,2	16,0
Min yaş (yıl)	32	39	27
Max yaş (yıl)	45	51	43
Ort. yaş (yıl)	37	44	33
Min boy (m)	13,75	12,0	10,0
Max boy (m)	15	13,0	13,0
Ort. boy (m)	14,45	12,6	11,3
Min tepe çapı (m)	3	3,0	2,7
Max tepe çapı (m)	4,6	4,3	3,2
Ort. tepe çapı (m)	3,84	3,7	2,9
Min tepe altı yüksekliği (m)	2,5	1,9	1,8
Max tepe altı yüksekliği (m)	3,8	4,5	2,7
Ort. tepe altı yüksekliği (m)	2,94	2,5	2,1
Min kabuk kalınlığı (mm)	0,8	0,9	1,2
Max kabuk kalınlığı (mm)	2	2,1	2,0
Ort. kabuk kalınlığı (mm)	1,5	1,5	1,7



Şekil 2.8. *Quercus cerris* ve *Quercus pubescens* türlerinde yangından yaklaşık 1,5 ay sonraki tepe durumu.



Şekil 2.9. *Quercus cerris* ve *Quercus pubescens* türlerinde farklı gövde alazlanma durumları.



Şekil 2.10. Yaprak materyalinin temini.

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Kullanılan Yöntemler

2.2.1.1. Bitki Su Potansiyeli Ölçümleri

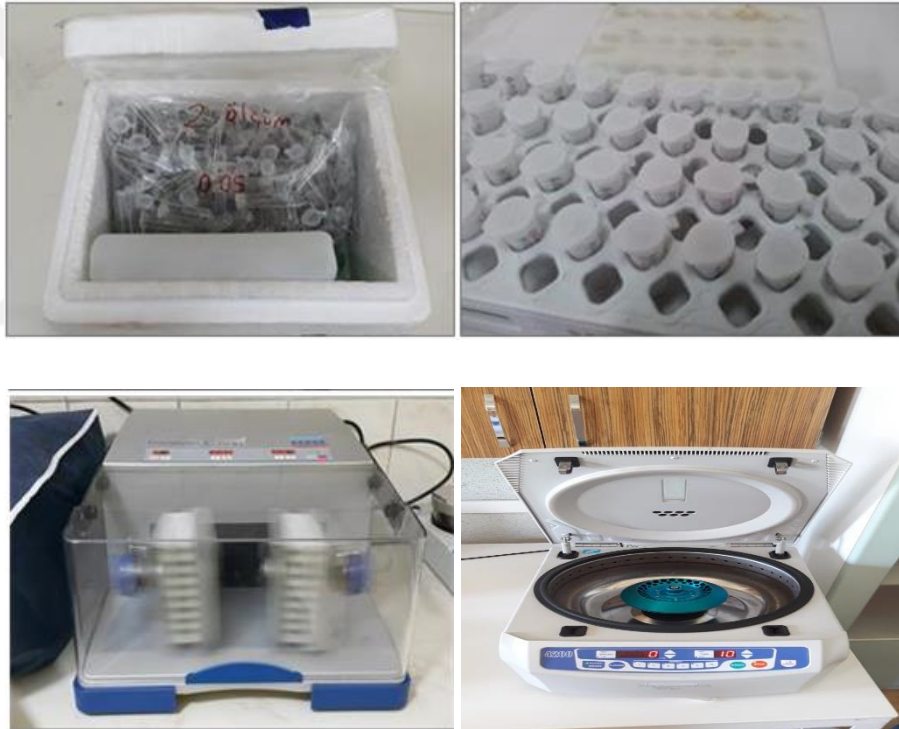
Deneme sahasında örneklenen ağaçlardan gün ortasında genelde güneye bakan taraftan, üç farklı noktadan örnekler alınmış ve kesilerek ksilem su potansiyeli değerleri belirlenmiştir. Çalışmadaki bütün örneklenen ağaçlar için gün ortasındaki ksilem su potansiyel değerleri tespit edilmiştir. Bunun için basınç odası cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Basınç odası cihazı ile ksilem su potansiyel ölçümleri.

2.2.1.2. Prolin Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Prolin analizleri Bates ve ark. (1973)'e göre yapılmıştır. Her örneklenen ağaçtan üç tekerrürlü olmak üzere 10 ar yapraktan ağacı temsil edecek şekilde parçalar alınarak hassas terazide tartılıp 0.05 g. örnekler hazırlanmıştır. Eppendorf tüplere aktarılarak -30°C'de derin dondurucuda saklamaya alınmıştır. Tüm yaprak örnekleri hazırlandıktan sonra -81 °C'de derin dondurucuya alınmış (parçalayıcı öncesi numunenin daha kırılabilir hale gelmesi için) sonrasında eppendorf tüplere 1 mL %3 sülfosalisilik asit eklenerek doku parçalayıcısında parçalanmıştır. Örnekler 8000g'de 10 dakika santrifüj edilerek süzüntüden 1 mL sıvı olan üst faz (süpernatant) alınmıştır (Şekil 2.12). Her bir süpernatant 10 mL'lik tüplere konularak üzerine 1 ml glasiyel asetik asit ilave edilerek vortexlenmiştir.



Şekil 2.12. Numunelerin hazırlanarak parçalanması ve santrifüj edilmesi.

Sonra, işlemlerden kısa bir süre önce hazırlanmış olan asit ninhidrin çözeltisinden 1 mL alınarak karışımın bulunduğu tüp (10 mL vidalı kapaklı) içerisine ilave edilir, tekrar vortexlenir. Sonra örnekler 100°C sıcaklığa gelmiş olan etüve alınarak 1 saat inkübe edilir. Süre sonunda buz banyosuna alınarak (yaklaşık 10 dakika bekletilerek) reaksiyonun durması sağlanır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Numunelerin önce etüv, sonra buz banyosuna alınışı.

Sonra her tüpe 3 mL toluen ilave edilerek, vortexlenir. Toluene sulu fazından aspire edilmiş numuneler 1 mL'lik quartz küvetlere konularak 520 nm dalga boyunda UV Spektrofotometresinde (Numunelerin absorptans değerleri okunmadan önce UV Spektrofotometresi 520 nm'de 0, 10, 20, 40, 60, 80 ve 100'lük prolin standartları ile cihaz kalibre edilmiştir) absorptans değerleri okunmuş, sonuçlar $\mu\text{g}/\text{gr}$ olarak verilmiştir (Kimyasallarla yapılan tüm işlemler çeker ocak altında yapılmıştır).



Şekil 2.14. Numunelere toluen ilavesi, prolin standart'ı hazırlanışı, spektrofotometrede kalibrasyon eğrisinin çizimi, ölçümler.

Çözeltilerin Hazırlanışı:

Asit-ninhidrin çözeltisi: 8.09 mL fosforik asit mezüre alınır, üzerine karışım 20 mL olasıya kadar saf su ile seyreltilir. 30 mL glasiyel asetik asit ilave edilir. Toplamda 50 mL olan çözelti karanlık ortam oluşturmak için aliminyum folyo ile sarılı bir şişeye boşaltılmıştır.

1.25 gr ninhidrin tartılarak 50 mL'lik karışıma ilave edilmiştir. Daha sonra hot plate'de yaklaşık 50-55 °C'de ninhidrin çözüleşiye kadar balıkla karıştırılmıştır (yaklaşık yarım saat).

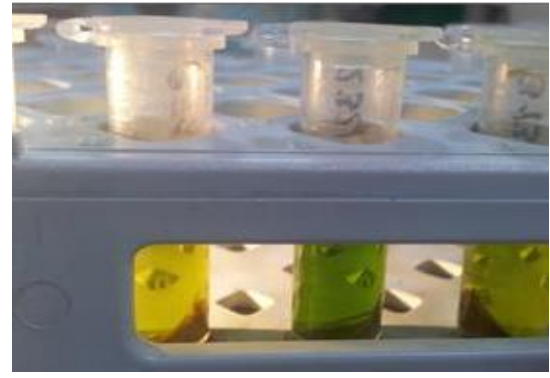
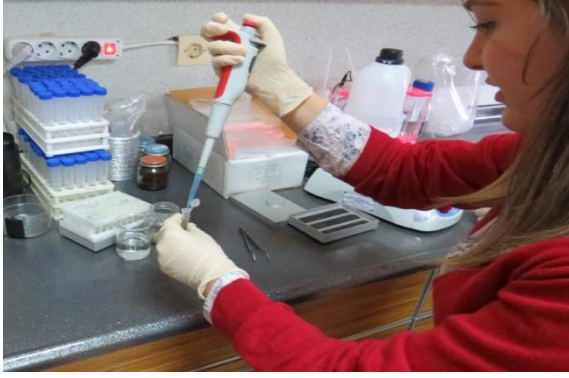
Prolin standardı: Standart hazırlamak için saf prolin kullanılmıştır. 1 mL'de 0.001 gr prolin içerecek şekilde çözeltiden 0, 10, 20, 40, 60, 80 ve 100 µl alınarak %3 sülfosalisik asit ile 1 mL ye tamamlanmıştır. 1 mL glasiyel asetik asit ve 1 mL asit-ninhidrin çözeltisi ilave edilerek 100 °C'de etüve aktarılmış, 1 saat sonra alınarak buz banyosunda soğutulmuştur. 3 mL toluen ilave edilerek vortexlenmiş, 520 nm dalga boyunda UV Spektrofotometresinde ölçülmek üzere hazır hale getirilmiştir. Cihazın sıfırlanmasında ve kör olarak toluen kullanılmıştır.

2.2.1.3. Toplam Çözünebilir Karbonhidrat Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Toplam çözünebilir karbonhidrat konsantrasyonunun belirlenmesi Dubois ve ark. (1956)'ya göre yapılmıştır. Ağaçlardan alınan yaprak örneklerinin tamamı etüvde 65°C'de 48 saat kurutulmuştur. Çıkarılan örneklerden kahve makinesinde öğütüldükten sonra 0.025 gr numuneler tartılarak eppendorf tüplere konulmuştur. Örneklenen her ağacı temsilen 3'er adet numune hazırlanmıştır. Numuneler parçalama işlemine kadar -81 °C'de saklanmıştır. Tüm numuneler hazır olduğunda -81 °C'de derin dondurucuya alınmış eppendorf tüpler içerisine 1 mL %80 etanol ilave edilerek doku parçalayıcıda parçalamaya alınmıştır. Sonrasında 8000 g'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süzüntüden 1 mL süpernatant alınarak eppendorft tüplere aktarılmış işlem zamanına kadar -30 °C'de saklanmıştır.

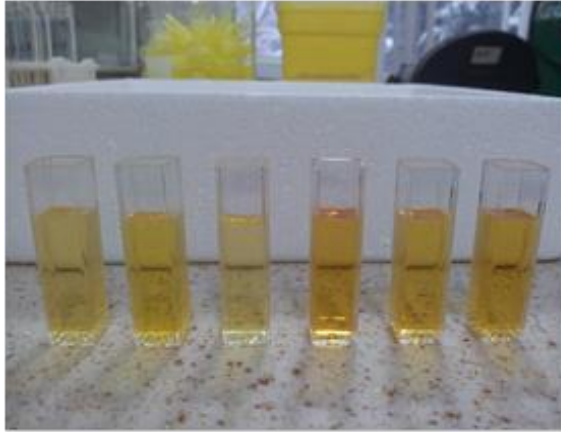
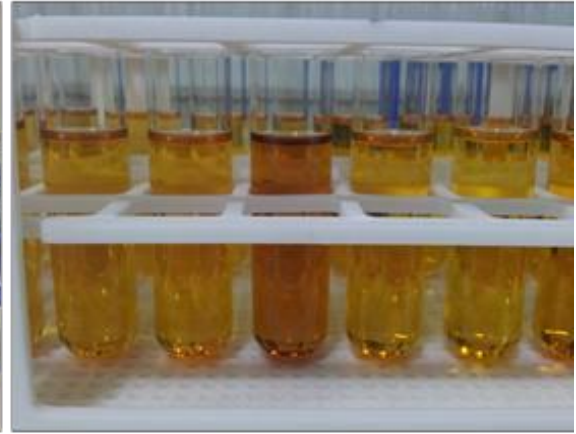


Şekil 2.15. Örneklerin hazırlanması, santrifüj edilerek süpernatantların alınışı.



Şekil 2.15 (Devamı). Örneklerin hazırlanması, santrifüj edilerek süpernatantların alınışı.

10 mL'lik kapaklı cam tüpler içerisine 950 µl saf su, sonrasında eppendorf tüplerden (-30 °C'de muhafaza edilen içerinde özüt bulunan) 50 µl alınarak cam tüpe ilave edilmiş, vortexlenmiştir. Tüp içerisine 1 ml %5 fenol ilave edildikten sonra tekrar vortexlenmiştir. Sonrasında karışıma 5 mL sülfürik asit eklenmiş, tekrar vortexlenmiştir. Sonra reaksiyona giren karışım 15 dakika süreyle soğumaya bırakılmıştır. Örnekler soğuduktan sonra 490 nm'de 3 mL'lik plastik küvetlerde önce standart ve kör ölçümleri yapılmış sonrasında örnekler ölçülmüş ve değerler mg/gr olarak verilmiştir.



Smp No.	Abs	KfAbs
3- 6	-0.062	-0.0618
4- 1	0.695	0.6954
4- 2	1.013	1.0126
4- 3	0.455	0.4551
4- 4	1.405	1.4053
4- 5	1.095	1.0948
4- 6	0.871	0.8708

Press START to measure. (CE:Delete data)

Smp No. DataDisp SaveData

Şekil 2.16. Süpernatantların tüplere aktarılarak kimyasallarla işleme ve ölçümü.

Çözeltilerin Hazırlanışı:

Standart: 10 mL'lik tüp içerisine 1 ml glikoz üzerine % 5 fenol ilave edilerek vortexlenir. Sonra 5 mL sülfürik asit ilave edilir, tekrar vortexlenir. Reaksiyona giren karışım 15 dakika soğumaya bırakılır.

Kör: 10 mL'lik tüp içerisine 1 mL saf su ve 1 mL % 5 lik fenol eklenerek vortexlenir, sonrasında 5 mL sülfürik asit ilave edilip vortexlenir. Reaksiyona giren karışım 15 dakika soğumaya bırakılır.

2.2.1.4. Ağaç yapraklarının Stomatal iletkenliğinin Belirlenmesi

Her ağaç türünde ve her yangın şiddetinde seçilen ağaçlardan kesilen dal parçası üzerindeki yapraklarda ölçüm yapılmıştır. Delta T porometre ile ölçümler gün ortasında yapılmıştır.



Şekil 2.17. Yapraklarda ki stomatal iletkenliğin belirlenmesi.

2.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında belirlenen ağaçlar örneklenerek morfolojik ölçümleri ve biyokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin doğru yorumlanabilmesi için IBM SPSS Statistica 24.0 paket programı ile istatistiki analizleri gerçekleştirilmiştir. Bunun için varyans analizleri (ANOVA) ve Duncan testi uygulanmıştır ($p < 0.05$). Varyans analizleri öncesinde değişkenlere ait verilerin normal dağılım yapıp yapmadıkları kontrol edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. BULGULAR

3.1.1. Bitki Su Potansiyellerine İlişkin Bulgular

Yapılan varyans analizleri sonucunda ağaç türlerine ve yangın şiddetine bağlı olarak bitki su potansiyeli arasında anlamlı ilişkiler çıkmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Varyans analizi sonuçları.

Bağımlı Değişkenler		Haz				
Veri Kaynakları	SS	df	MS	F	Sig.	
Düzeltilmiş Model	218,000 ^a	5	43,60	23,54	0,00	
Sabit	8880,400	1	8880,40	4794,05	0,00	
Agac	48,400	1	48,40	26,13	0,00	
Yan_Sid	154,400	2	77,20	41,68	0,00	
Agac*Yan_Sid	15,200	2	7,60	4,10	0,02	
Hata	155,600	84	1,85			
Toplam	9254,000	90				
Düzeltilmiş Toplam	373,600	89				
a. R Squared = ,584 (Adjusted R Squared = ,559)						
Bağımlı Değişkenler		Em				
Veri Kaynakları	SS	df	MS	F	Sig.	
Düzeltilmiş Model	1023,300 ^a	5	204,66	25,86	0,00	
Sabit	23328,900	1	23328,90	2947,69	0,00	
Agac	280,900	1	280,90	36,49	0,00	
Yan_Sid	151,200	2	75,60	9,66	0,00	
Agac*Yan_Sid	591,200	2	295,60	37,35	0,00	
Hata	664,800	84	7,91			
Toplam	25017,000	90				
Düzeltilmiş Toplam	1668,100	89				
a. R Squared = ,806 (Adjusted R Squared = ,803)						
Bağımlı Değişkenler		Ağus				
Veri Kaynakları	SS	df	MS	F	Sig.	
Düzeltilmiş Model	2599,125 ^a	5	519,83	76,13	0,00	
Sabit	53363,025	1	53363,03	7814,67	0,00	
Agac	1703,025	1	1703,03	249,40	0,00	
Yan_Sid	795,150	2	397,58	58,22	0,00	
Agac*Yan_Sid	100,950	2	50,48	7,39	0,00	
Hata	573,600	84	6,83			
Toplam	56535,750	90				
Düzeltilmiş Toplam	3172,725	89				
a. R Squared = ,819 (Adjusted R Squared = ,808)						
Bağımlı Değişkenler		Eylul				
Veri Kaynakları	SS	df	MS	F	Sig.	
Düzeltilmiş Model	1508,400 ^a	5	301,68	58,18	0,00	
Sabit	75690,000	1	75690,00	14595,87	0,00	
Agac	846,400	1	846,40	163,22	0,00	
Yan_Sid	544,200	2	272,10	52,47	0,00	
Agac*Yan_Sid	117,800	2	58,90	11,36	0,00	
Hata	436,600	84	5,19			
Toplam	77634,000	90				
Düzeltilmiş Toplam	1944,000	89				
a. R Squared = ,776 (Adjusted R Squared = ,763)						

Çizelge 3.1 (Devamı). Varyans analizi sonuçları.

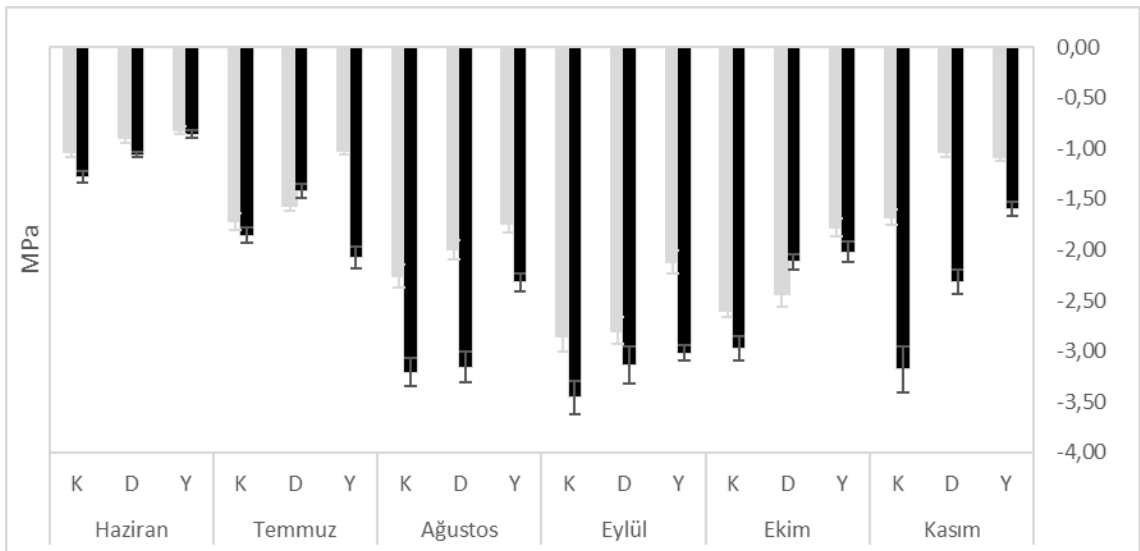
Bağımlı Değişkenler		Ekim				
Veri Kaynakları	SS	df	MS	F	Sig.	
Düzeltilmiş Model	1363,666 ^a	5	272,733	47,32	0,00	
Sabit	51027,211	1	51027,211	8853,52	0,00	
Agac	104,544	1	104,544	18,14	0,00	
Yan_Sid	1211,822	2	605,911	106,11	0,00	
Agac*Yan_Sid	47,488	2	23,744	4,12	0,02	
Hata	4841,33	84	57,634			
Toplam	52875,000	90				
Düzeltilmiş Toplam	1847,788	89				

a. R Squared = ,733 (Adjusted R Squared = ,722)

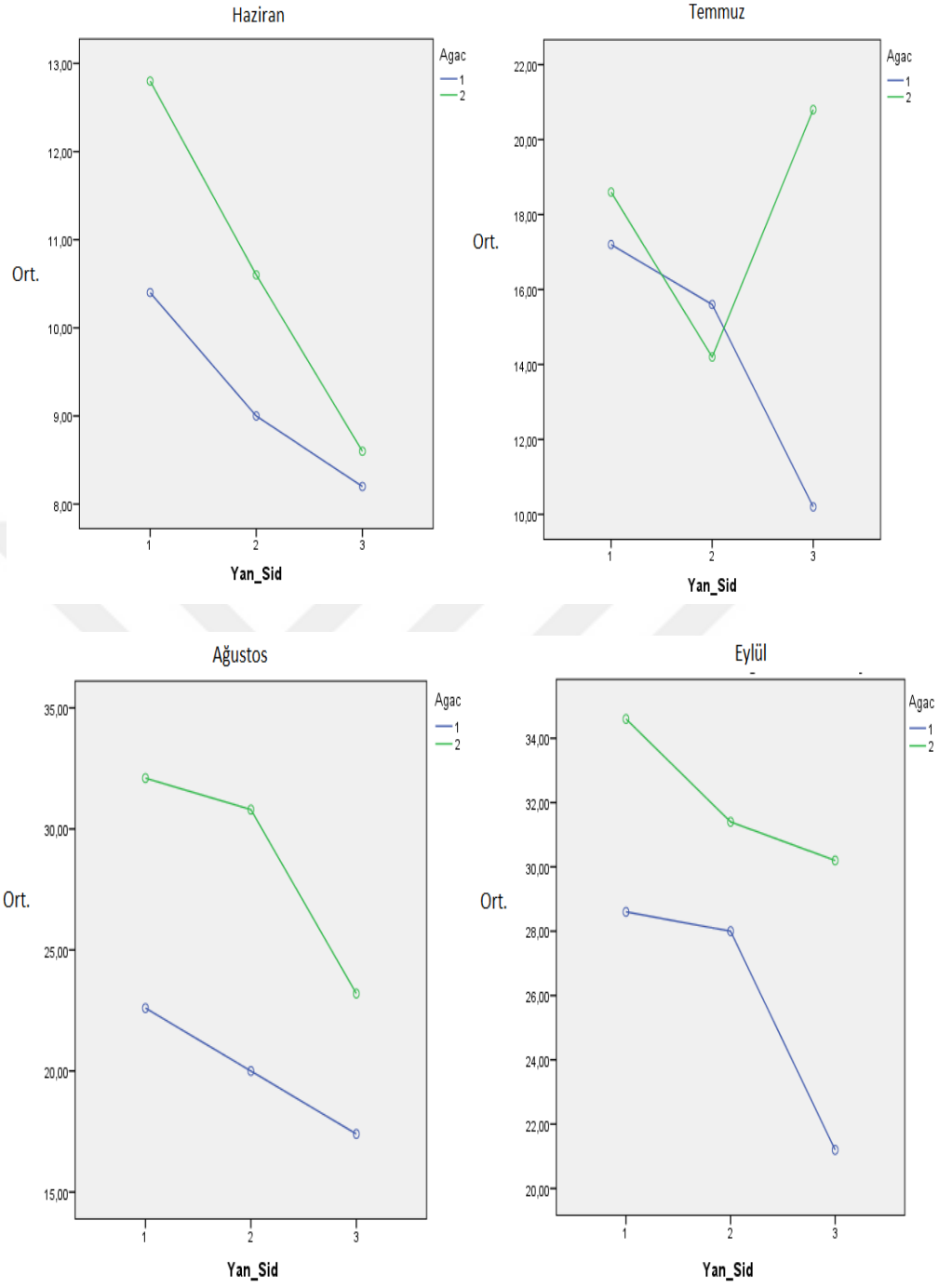
Bağımlı Değişkenler		Kasım				
Veri Kaynakları	SS	df	MS	F	Sig.	
Düzeltilmiş Model	2126,900 ^a	5	425,380	51,25	0,00	
Sabit	24304,900	1	24304,900	2928,30	0,00	
Agac	1276,900	1	1276,900	153,84	0,00	
Yan_Sid	745,400	2	372,700	44,90	0,00	
Agac*Yan_Sid	104,600	2	52,300	6,30	0,00	
Hata	697,200	84	8,300			
Toplam	27129,000	90				
Düzeltilmiş Toplam	28241,00	89				

a. R Squared = ,753 (Adjusted R Squared = ,738)

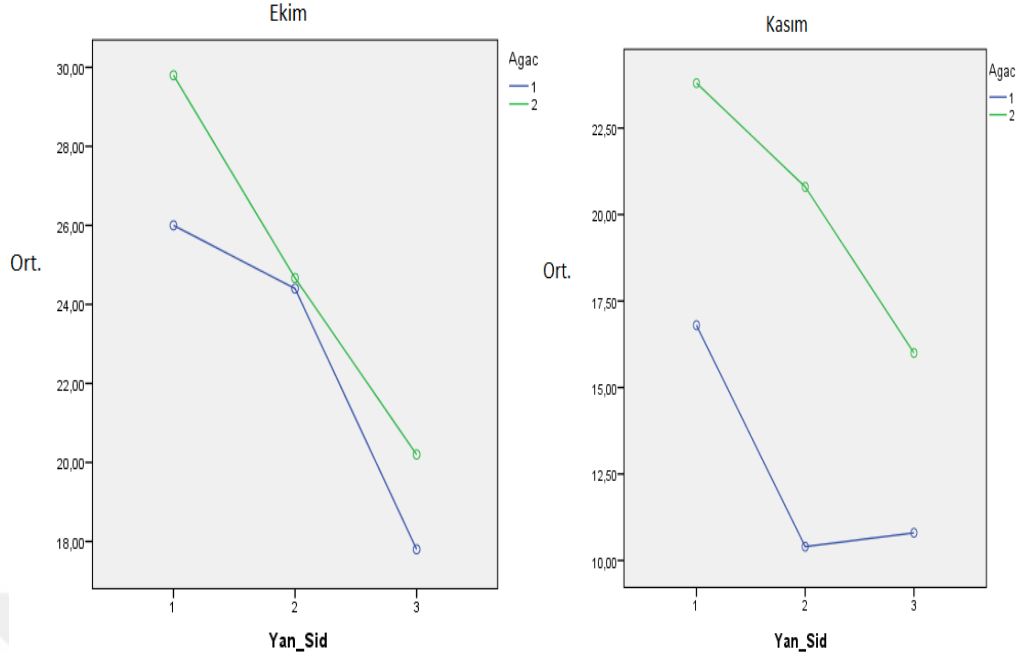
Sahalardan elde edilen bilgilere göre; bitki su potansiyeli işlemler arasında farklılık göstermiştir. İşlemler arasında *Quercus pubescens* Temmuz ayındaki yüksek şiddetli yangın görmüş alan haricinde tüm aylarda kontrol ünitelerinde en fazla su kaybına sahiptir. En fazla kaybını ise Eylül ayında kontrol sahasında gerçekleştirmiştir. *Quercus cerris* en az su kaybını Haziran ayında yüksek şiddetli yangının görüldüğü alanda en fazla su kaybını ise Eylül ayında kontrol sahasında gerçekleştirmiştir (Şekil 3.1-2). *Quercus pubescens* en az su kaybını Haziran ayında gerçekleştirirken en fazla su kaybını Eylül ayında yangın görmemiş alanda gerçekleştirmiştir. *Quercus pubescens* türü *Quercus cerris* türüne göre daha fazla su kaybına uğramıştır.



Şekil 3.1. Türlerde su potansiyelinin aylara ve yangın şiddetine göre değişimi.



Şekil 3.2. Türlerde su potansiyelinin aylara, yangın şiddetine göre değişimi Duncan testi sonuçları.



Şekil 3.2 (Devamı). Su potansiyelinin mevsimsel değişimi Duncan testi sonuçları.

3.1.2. Prolin Miktarlarına İlişkin Bulgular

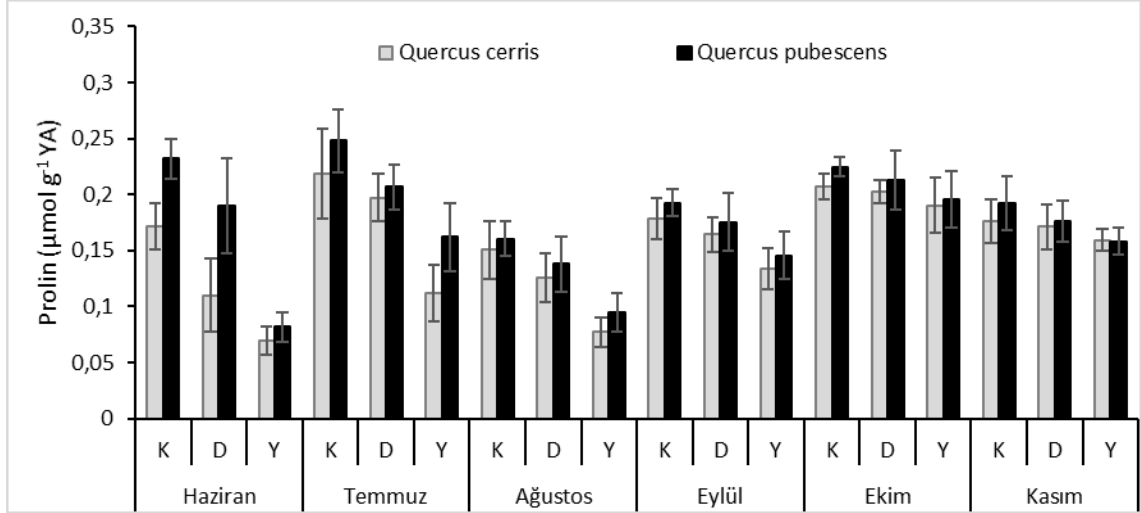
Yapılan varyans analizleri sonucunda ağaç türlerine ve yangın şiddetine bağlı olarak Prolin miktarları arasında anlamlı ilişkiler çıkmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Varyans analizi sonuçları.

Prolin		ANOVA				
Aylar		SS	df	MS	F	Sig.
1	Guruplar arası	0,319	5	0,064	92,756	0,000
	Grup içi	0,058	84	0,001		
	Toplam	0,377	89			
2	Guruplar arası	0,171	5	0,034	42,48	0,000
	Grup içi	0,067	84	0,001		
	Toplam	0,238	89			
3	Guruplar arası	0,079	5	0,016	38,425	0,000
	Grup içi	0,034	84	0		
	Toplam	0,113	89			
4	Guruplar arası	0,082	5	0,016	273,937	0,000
	Grup içi	0,005	84	0		
	Toplam	0,087	89			
5	Guruplar arası	0,012	5	0,002	6,202	0,000
	Grup içi	0,031	84	0		
	Toplam	0,043	89			
6	Guruplar arası	0,012	5	0,002	7,157	0,000
	Grup içi	0,027	84	0		
	Toplam	0,039	89			

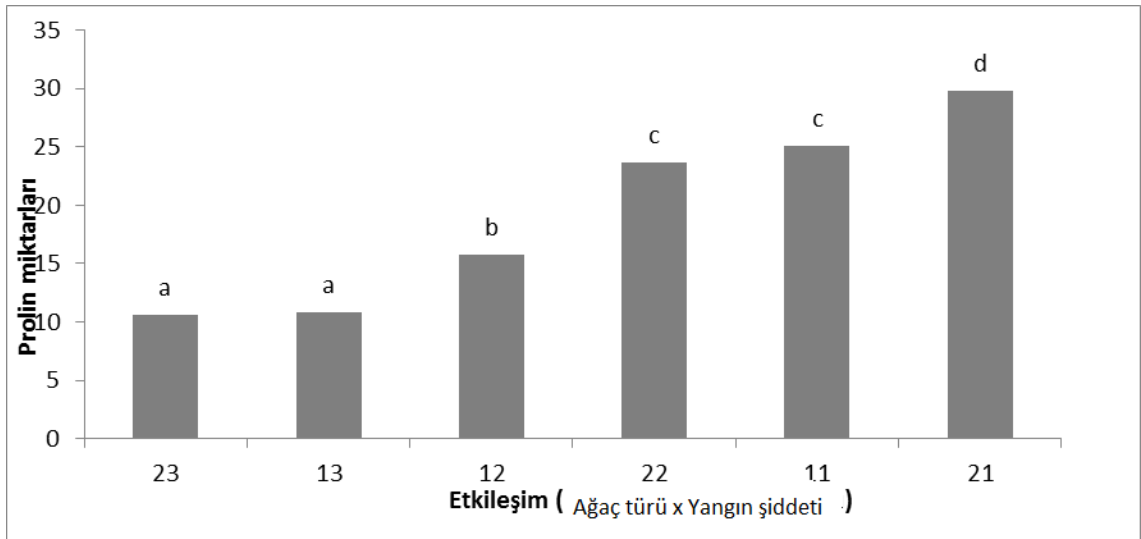
Yangın şiddetine bağlı olarak Prolin miktarlarına bakıldığında en yüksek miktarı kontrollerde, en düşük Prolin miktarı ise şiddetli yangın görmüş bireylerde ölçülmüştür.

Mevsimsel olarak bakıldığında ağaç türleri ve yangın şiddetlerine bağlı prolin değerleri her iki türde de en yüksek kontrolde, en düşük yüksek şiddetlide ölçülmüştür. *Quercus pupescens*, *Q. cerris*'ten genel olarak daha yüksek prolin miktarına sahiptir. Vejetasyon dönemi başlarında özellikle Temmuz ayında yüksek olan prolin miktarı Ağustos ayında en düşük seviyesine inmiş sonra tekrar yükselmeye başlamıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı prolin miktarlarında mevsimsel olarak meydana gelen değişimler.

Ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı olarak ikili etkileşimler dikkate alındığında her iki türün de kontrol bireylerindeki Prolin miktarı aynı grupta yer almış ve en yüksek çıkmıştır. En düşük prolin miktarları da yine yüksek şiddetli yangın gören ağaçlarda görülmüştür. Her iki türde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı Prolin miktarı değişimi.

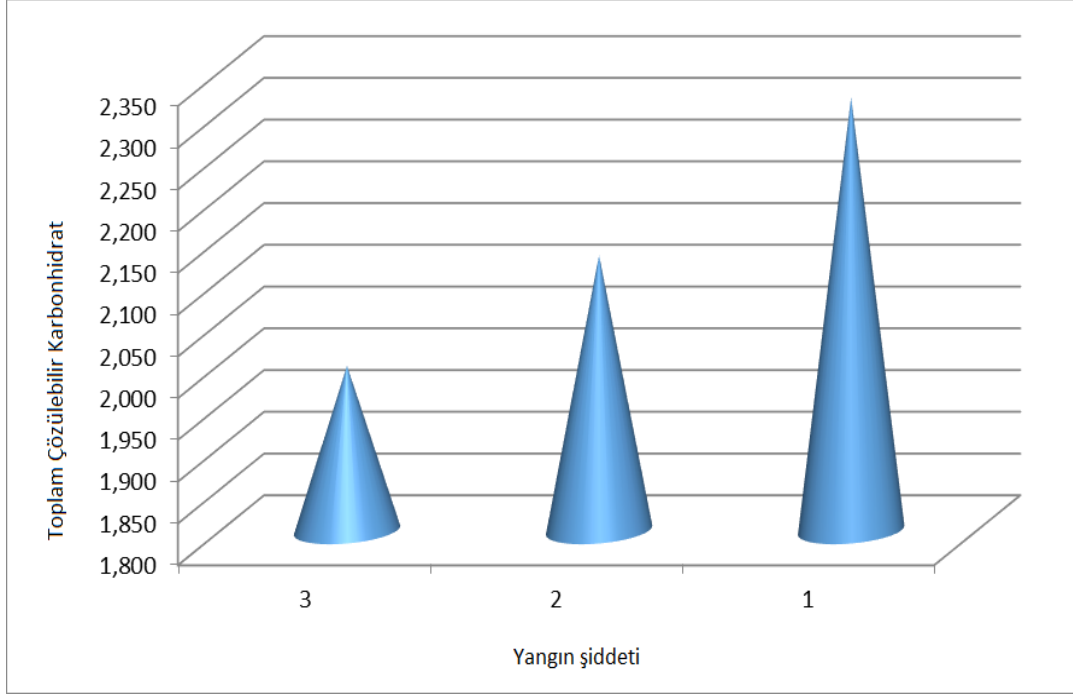
3.1.3. Toplam Çözülebilir Karbonhidrat Miktarlarına İlişkin Bulgular

Yapılan varyans analizleri sonucunda ağaç türlerine ve yangın şiddetine bağlı olarak Toplam çözülebilir karbonhidrat miktarları arasında anlamlı ilişkiler çıkmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Varyans analizi sonuçları.

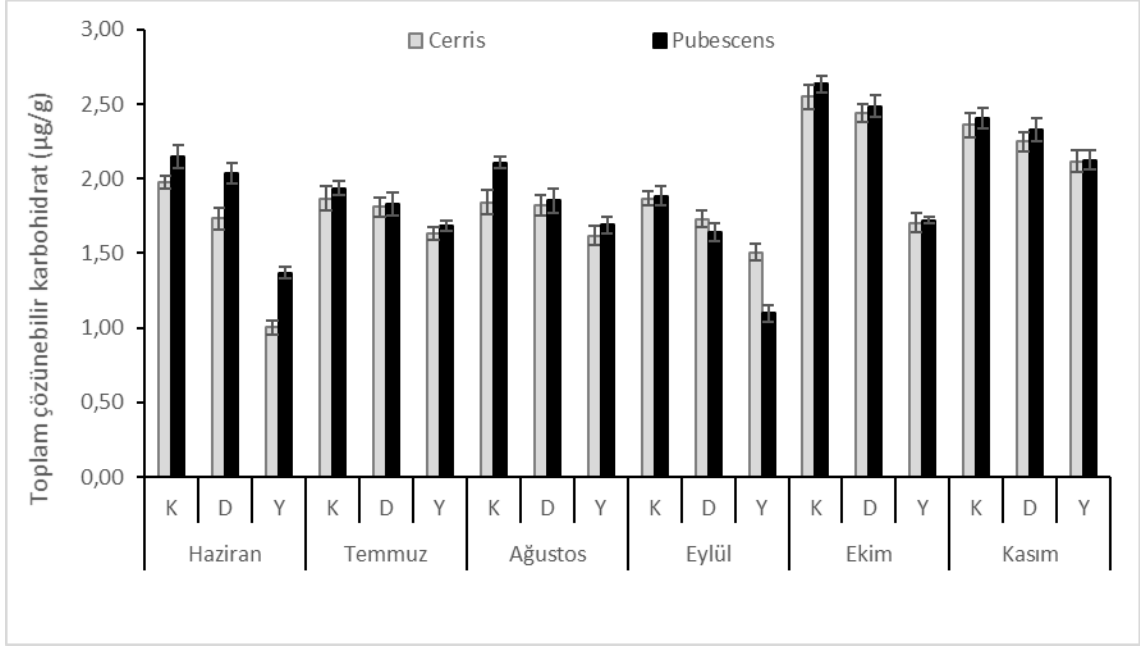
Toplam Şeker		SS	df	MS	F	Sig.
Haziran	Gruplar arası	19,080	5	3,816	18,532	,000
	Grup içi	54,362	264	,206		
	Toplam	73,442	269			
Temmuz	Gruplar arası	1,700	5	,340	5,568	,000
	Grup içi	16,120	264	,061		
	Toplam	17,820	269			
Ağustos	Gruplar arası	64,766	5	12,953	76,235	,000
	Grup içi	44,856	264	,170		
	Toplam	109,622	269			
Eylül	Gruplar arası	35,950	5	7,190	81,196	,000
	Grup içi	23,378	264	,089		
	Toplam	59,327	269			
Ekim	Gruplar arası	24,825	5	4,965	28,051	,000
	Grup içi	46,728	264	,177		
	Toplam	71,553	269			
Kasım	Gruplar arası	9,902	5	1,980	10,481	,000
	Grup içi	49,882	264	,189		
	Toplam	59,783	269			

Yapılan varyans analizleri sonucunda ağaç türlerine ve yangın şiddetine bağlı olarak toplam çözülebilir karbonhidrat miktarları arasında anlamlı ilişkiler çıkmıştır. Yangın şiddetine bağlı olarak toplam çözülebilir karbonhidrat miktarlarına bakıldığında en yüksek toplam çözülebilir karbonhidrat miktarı kontrollerde, en düşük toplam çözülebilir karbonhidrat miktarı ise şiddetli yangın görmüş bireylerde ölçülmüştür (Şekil 3.5).



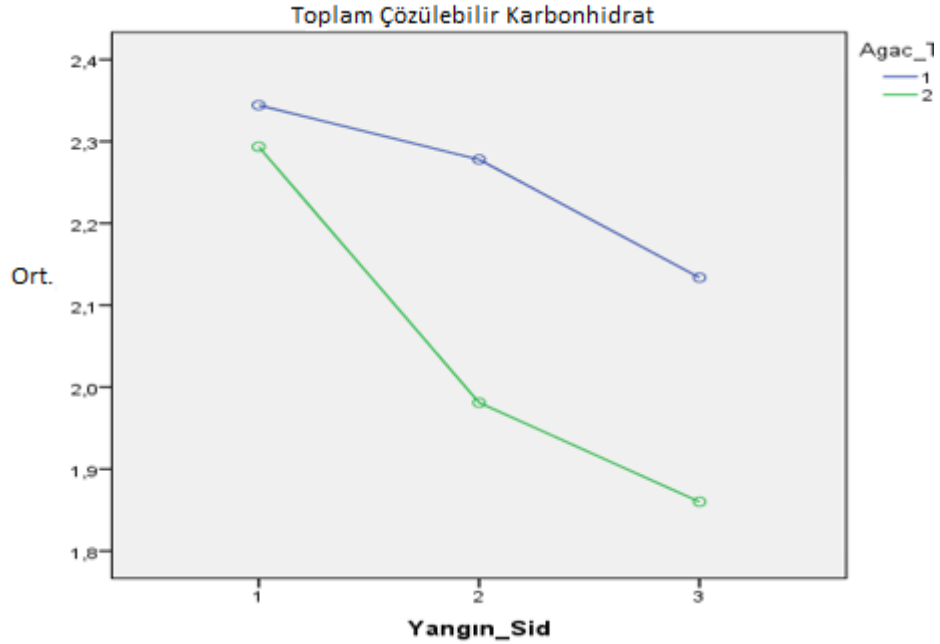
Şekil 3.5. Yangın şiddetine bağlı toplam çözünebilir karbonhidrat değişimi.(1: Kontrol, 2: Düşük Şiddetli Yangın görmüş, 3: Yüksek Şiddetli yangın görmüş)

Türlerde toplam karbonhidrat miktarı en fazla Ekim ve Kasım aylarında kontrol sahasında ölçülmüştür. Her iki türde mevsimler arasında incelendiğinde kontrol sahasında sonbahardaki toplam karbonhidrat miktarının düşük ve yüksek şiddetli yangın görmüş sahadakilerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. *Quercus cerris* türünde yüksek şiddetli yangın alanları arasında en az değer haziran ayında ölçülmüştür ayrıca bu değerler bütün alanlarda ölçülen en düşük değerlerdir. Kontrol sahaslarında sonbaharda en fazla ölçümler türler arasında eşit başlarken mevsim sonunda bu değer *Quercus pubescens* türünde görülüşü ve aylar arasında kademeli değişimin olduğu tespit edilmiştir.

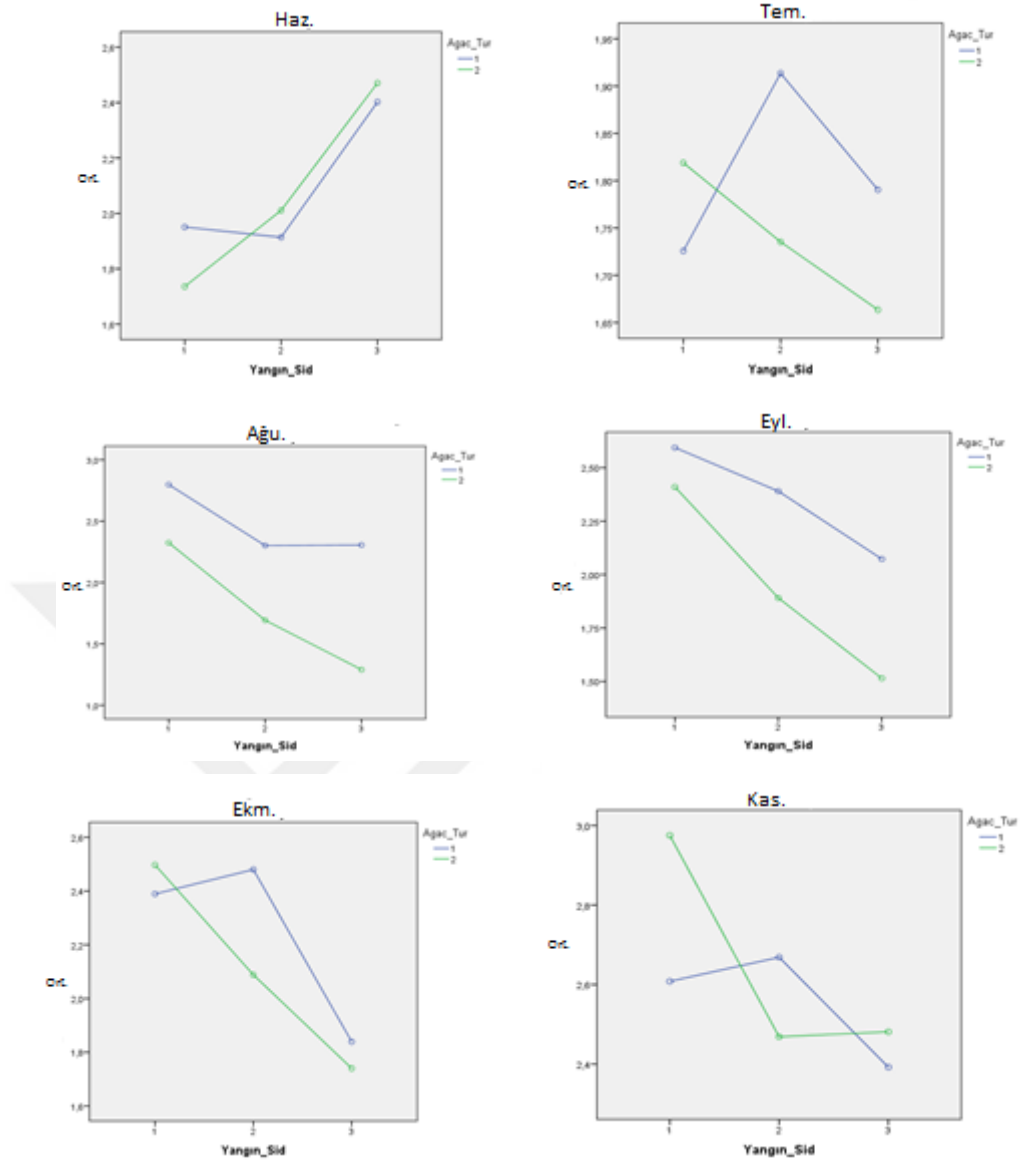


Şekil 3.6. Toplam karbonhidrat miktarının aylara göre değişimi.

Mevsimsel olarak bakıldığında ağaç türleri ve yangın şiddetlerine bağlı toplam çözülebilir karbonhidrat değerleri her iki türde de en yüksek kontrolde iken, yüksek şiddetli de ise en düşük ölçülmüştür. *Quercus pubescens* genel olarak *Quercus cerris*'ten daha yüksek toplam çözülebilir karbonhidrat miktarına sahiptir (Şekil 3.6).

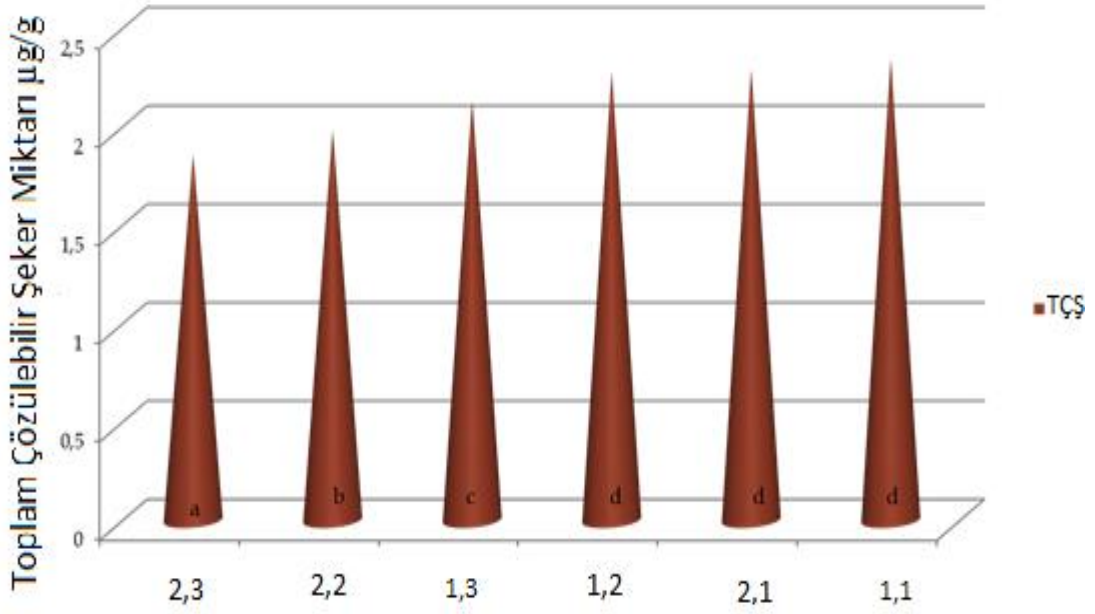


Şekil 3.7. Yangın şiddetine bağlı toplam karbonhidrat değişimi.



Şekil 3.8. Yangın şiddetine bağlı karbonhidrat değişiminin ay bazında değerlendirilmesi.

Ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı olarak ikili etkileşimler dikkate alındığında her iki türünde şiddetli yangın gören bireylerindeki toplam çözülebilir karbonhidrat miktarı aynı grupta yer almış ve en düşük çıkmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Toplam çözülebilir karbonhidrat miktarının ağaç türü ve yangın şiddetine bağlı değişimi (1. değişkenler: Ağaç türü (1: *Q. cerris*, 2: *Q. pubescens*), 2. değişkenler: Yangın Şiddeti (1: Kontrol, 2: Düşük Şiddetli Yangın, 3: Yüksek Şiddetli Yangın)).

3.1.4. Stomatal İletkenliklere İlişkin Bulgular

Yapılan varyans analizleri sonucunda ağaç türlerine ve yangın şiddetine bağlı olarak stomatal iletkenlikleri arasında anlamlı ilişkiler çıkmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Varyans analiz sonuçları.

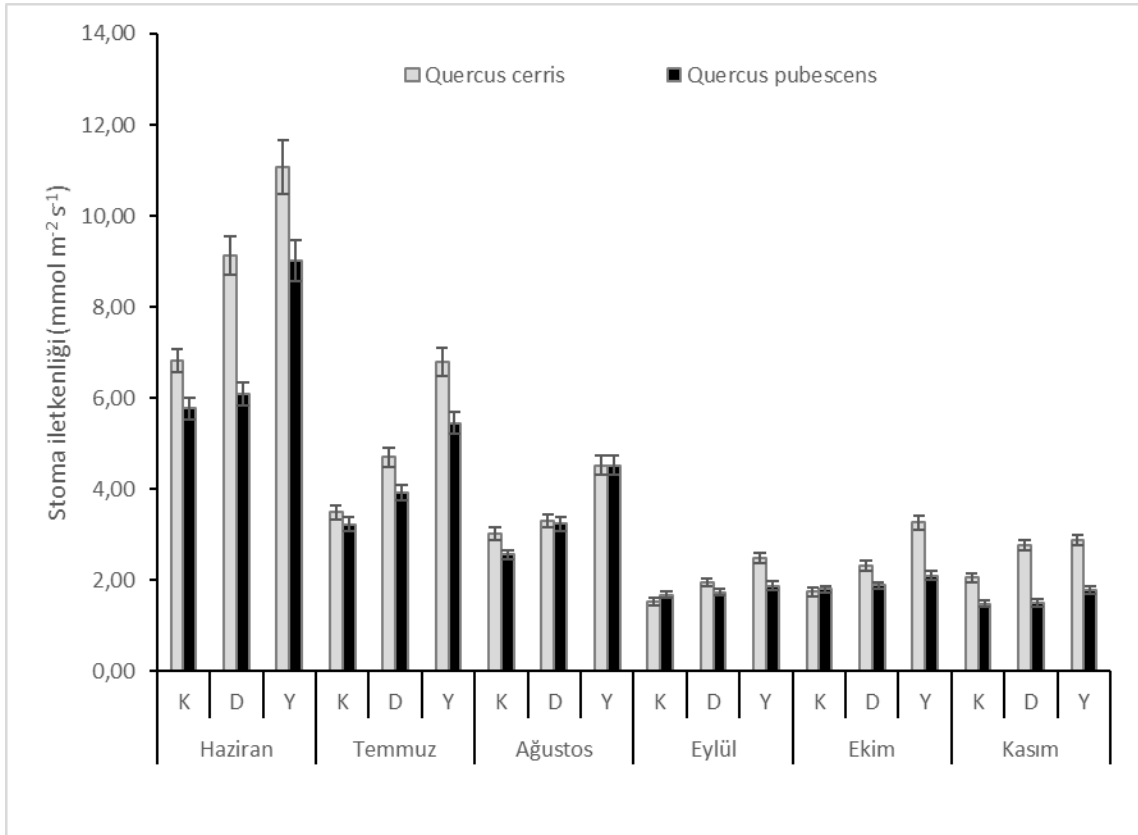
Bağımlı Değişkenler	Hız				
Veri Kaynakları	SS	df	MS	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	1416,705 ^a	5	283,341	111,897	0,000
Sabit	12104,682	1	12104,682	4730,361	0,000
Ağac Türü	274,781	1	274,781	108,516	0,000
Yan_Sid	941,086	2	470,543	185,826	0,000
Ağac Türü * Yan_Sid	200,839	2	100,420	39,658	0,000
Hata	3646,32	144	25,32		
Toplam	13886,020	150			
Düzeltilmiş Toplam	1781,338	149			

a. R Squared = ,795 (Adjusted R Squared = ,788)

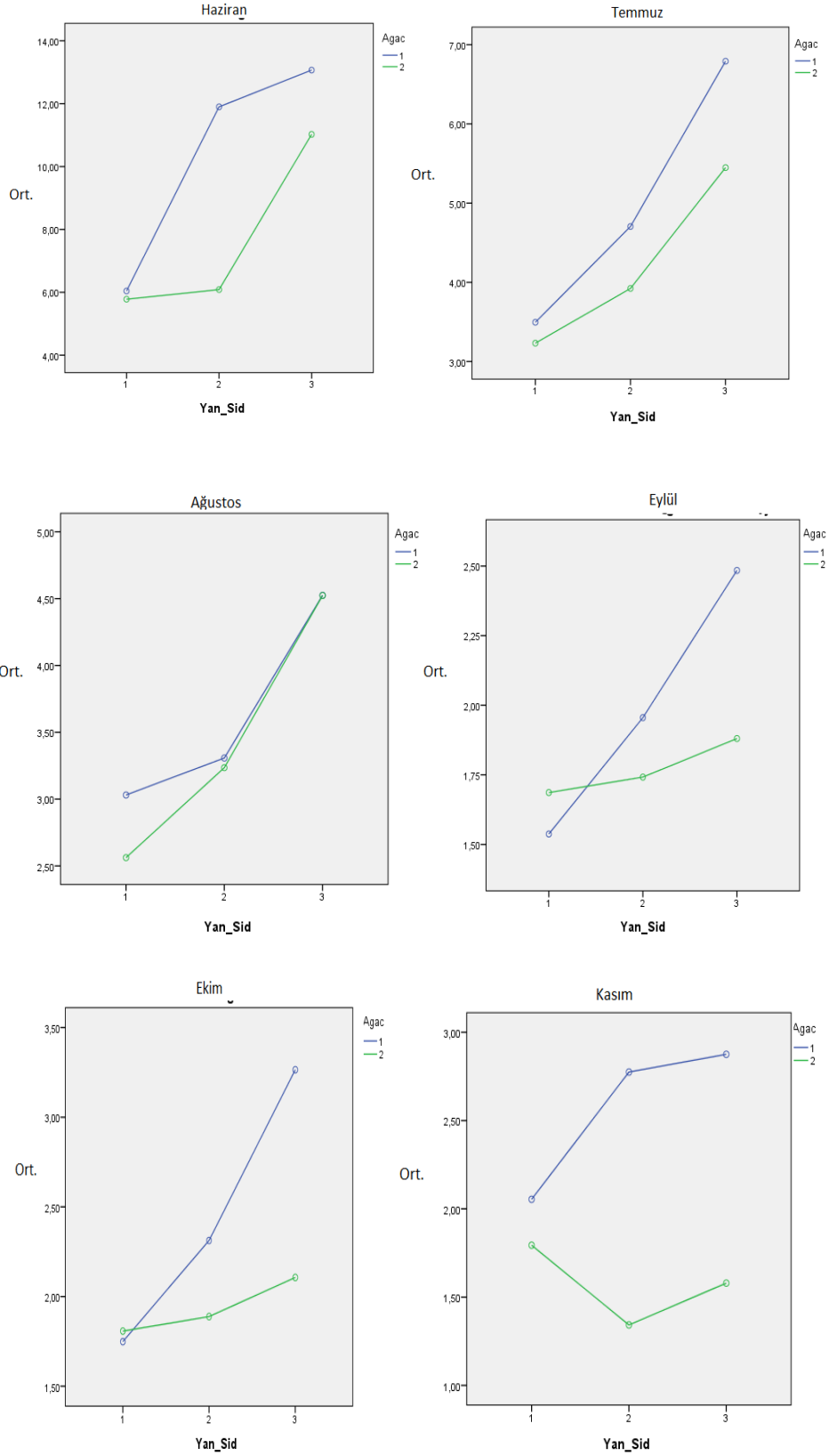
Çizelge 3.4 (Devamı). Varyans analiz sonuçları.

Bağımlı Değişkenler		Tem					
Veri Kavnakları	SS	df	MS	F	Sig.		
Düzeltilmiş Model	226,980 ^a	5	45,396	24,372	0,000		
Sabit	3172,252	1	3172,252	1703,087	0,000		
Agac Türü	23,769	1	23,769	12,761	0,000		
Yen_Sid	195,939	2	97,970	52,697	0,000		
Agac Türü * Yen_Sid	7,272	2	3,636	1,962	0,148		
Hata	268,221	144	1,863				
Toplam	3667,454	150					
Düzeltilmiş Toplam	495,201	149					
a. R Squared = ,458 (Adjusted R Squared = ,440)							
Bağımlı Değişkenler		Ağus					
Veri Kavnakları	SS	df	MS	F	Sig.		
Düzeltilmiş Model	82,508 ^a	5	16,50	12,14	0,00		
Sabit	1869,912	1	1869,91	1375,40	0,00		
Agac Türü	1,228	1	1,23	0,90	0,34		
Yen_Sid	79,694	2	39,85	29,31	0,00		
Agac Türü * Yen_Sid	1,585	2	0,79	0,58	0,56		
Hata	195,773	144	1,36				
Toplam	2148,191	150					
Düzeltilmiş Toplam	278,230	149					
a. R Squared = ,296 (Adjusted R Squared = ,272)							
Bağımlı Değişkenler		Eyl					
Veri Kavnakları	SS	df	MS	F	Sig.		
Düzeltilmiş Model	13,619 ^a	5	2,72	7,81	0,00		
Sabit	530,762	1	530,76	1522,05	0,00		
Agac Türü	1,864	1	1,86	5,34	0,02		
Yen_Sid	8,212	2	4,11	11,77	0,00		
Agac Türü * Yen_Sid	3,544	2	1,77	5,08	0,01		
Hata	50,215	144	0,35				
Toplam	594,598	150					
Düzeltilmiş Toplam	63,834	149					
a. R Squared = ,213 (Adjusted R Squared = ,186)							
Bağımlı Değişkenler		Elm					
Veri Kavnakları	SS	df	MS	F	Sig.		
Düzeltilmiş Model	40,227 ^a	5	8,05	11,57	0,00		
Sabit	718,080	1	718,08	1032,26	0,00		
Agac Türü	9,675	1	9,67	13,91	0,00		
Yen_Sid	21,164	2	10,58	15,21	0,00		
Agac Türü * Yen_Sid	9,388	2	4,69	6,75	0,00		
Hata	100,172	144	0,70				
Toplam	858,478	150					
Düzeltilmiş Toplam	140,398	149					
a. R Squared = ,287 (Adjusted R Squared = ,262)							
Bağımlı Değişkenler		Kasım					
Veri Kavnakları	SS	df	MS	F	Sig.		
Düzeltilmiş Model	49,795 ^a	5	9,96	19,24	0,00		
Sabit	642,694	1	642,69	1241,85	0,00		
Agac Türü	37,211	1	37,21	71,90	0,00		
Yen_Sid	2,308	2	1,15	2,23	0,11		
Agac Türü * Yen_Sid	10,277	2	5,14	9,93	0,00		
Hata	74,624	144	0,52				
Toplam	767,013	150					
Düzeltilmiş Toplam	124,319	149					
a. R Squared = ,401 (Adjusted R Squared = ,380)							

Elde grafiklerde yangın sonrası 2 farklı türde mevsimsel su stresi sonucu stomatal iletkenliği üzerindeki etkileri görülmektedir. *Quercus cerris* haziran ayında kontrol sahası ile yüksek şiddetli yangın görmüş alanlar arasında 1,5 kattan fazla farklılık görülmektedir. *Quercus cerris* bütün ölçümlerde en yüksek değerini yüksek şiddetli yangın görmüş alanda gerçekleştirirken en düşük değeri kontrol parsellerinde ölçülmüştür. İki türde de aylar arasında en fazla değer Haziran ayında ölçülürken en düşük değer ise Eylül ayında ölçülmüştür. Genel olarak *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*'e göre daha fazla stomatal iletkenlik göstermiştir. *Quercus pubescens*'e ait en fazla ölçülen değer, yüksek şiddetli yangın görmüş sahalarda ölçülmüştür. *Quercus pubescens*'in Temmuz ayında yapılan ölçümlerde Haziran ayına göre her yangın şiddetinde genel olarak yaklaşık 2 katlık azalma meydana gelmiştir. Mevsimsel ölçekte değerlendirildiğinde her iki bitki türü de tüm alanlarda yaz mevsiminde gerçekleştirilen ölçümlerde sonbahar mevsimine nazaran daha fazla stomatal iletkenlik göstermiştir.



Şekil 3.10. Stomal iletkenliğin mevsimsel değişimi.



Şekil 3.11. Türlerde stomatal iletkenliğinin mevsimsel değişimine ilişkin Duncan testi sonuçları.

3.2. TARTIŞMA

Bitkilerde yapılan birçok çalışmada kuraklık veya su stresinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal gibi birçok karakter üzerinde etkin rol oynadığı belirtilmektedir (Kulaç, 2010, Chavez ve diğ., 2002, Salisbury; Rose, 1994, Craft, 1968, Lewitt, 1968; Yuyan ve diğ., 2007; Wallin ve diğ., 2002). Rose ve diğ., (1991)'nin belirttiğine göre ağaç büyümesinde, mevsimsel değişimin %80 ile %90'ı doğrudan su stresi ile ilgilidir. Yine Chehab ve diğ., (2009)'nin yapmış oldukları araştırmada Kameli ve Loser, (1995)'e atfen son yıllarda yapılan çalışmalar, topraktaki kullanılabilir su miktarı ile bitkilerin büyümesi arasında doğrudan bir ilişkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla su stresinin dünya üzerindeki birçok bölgede bitki büyümesini sınırladığı belirtilmektedir.

Yapılan birçok çalışmada gün ortası bitki su potansiyelleri genel olarak yaz ortasına kadar sürekli düşmekte ve Temmuz-Ağustos ayında en yüksek seviyelerine çıkıp sonraki aylarda genel olarak düşüşe geçtiği rapor edilmektedir (Lansac ve diğ., 1994; Kulaç, 2010; Sircelj ve diğ., 2017). Bu çalışmada da benzer şekilde mevsimsel olarak gün ortası bitki su potansiyellerinde en düşük değerler Ağustos-Eylül aylarında ölçülmüştür. Daha sonraki aylarda tekrar yükselişe geçmiştir. Yangın şiddetine bağlı su potansiyelleri incelendiğinde ise en düşük su potansiyeli tüm aylarda kontrol parsellerinde ölçülmüştür. En yüksek su potansiyeli ise yüksek şiddetli yangın görmüş alanlardaki meşe bireylerinde ölçülmüştür. Bunun sebebi yangının şiddeti ile ters orantılı bitki toprak üstü kısımlarının azalması ve kök gövde oranlarının kök lehine bozulmuş olması olabilir. Çünkü topraktaki suyu kökler vasıtasıyla alan meşe ağaçları transpirasyonla su kaybedecek uzuvları az olması nedeniyle bünyelerindeki su potansiyeli yüksek çıkmış olabilir.

Bir aminoasit olan prolin, çeşitli stres koşullarına maruz kalan bitkilerde oldukça önemli rol oynamaktadır. Bitkiler su açığı, tuzluluk, ağır metal ve düşük sıcaklık gibi koşullarda prolin birikimi gerçekleştirerek strese karşı kendilerini kısmen korumaktadırlar (Hayat ve diğ., 2012). Prolin uzun yıllardan beri bir osmotik düzenleyici olarak bilinmektedir. Bitkilerde strese adaptasyon, iyileşme ve sinyal gibi çoklu fonksiyonları olduğunu abiyotik ve biyotik stres cevaplarını düzenlediğini, çeşitli genlerin ifade edilmesini kontrol ettiğini bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkileyen bir metabolik sinyal olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca prolin biyosentezde strese maruz kalan bitkide arttığı görülmektedir. (Abdul Jaleel ve diğ., 2007).

Birçok çalışmada kuraklık stresinin bitkilerdeki prolin miktarlarını artırdığı rapor edilmektedir.

Bitkiler, hücrelerindeki metabolik hasarlarını onarmak için prolin miktarlarını artırmaktadırlar (Sircelj ve diğ., 2005; Kulaç, 2010). Kandemir (2002), bitki su potansiyeli ile prolin içeriği arasında negatif bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Kulaç (2010), sarıçamda yapmış olduğu çalışmada bu çalışmaya benzer şekilde prolin miktarlarının vejetasyon dönemi başında yüksek iken yaz ortasında düştüğü, vejetasyon dönemi sonunda ise tekrar arttığını belirtmiştir. Aynı çalışmada ve birçok çalışmada stres miktarının artmasına bağlı olarak prolin miktarında da artış olduğu vurgulanmaktadır (Kulaç, 2010; Gao, 2009; Yang ve diğ., 2007; Shvaleva ve diğ., 2005; Rhizopoulou, 1992; Akça ve Yazıcı, 1999; Lansac ve diğ., 1994). Benzer sonuçlar bu çalışmada da ortaya çıkmıştır. Meşe bitkileri içerisindeki su potansiyelleri en düşük kontrol parsellerinde ölçülmüştür. Buna bağlı prolin miktarları ise en yüksek ölçülmüştür. Bunun nedeni su potansiyelinin azlığından dolayı oluşan su stresi nedeniyle bitki bünyesindeki prolin miktarını artırmış olabilir. Mevsimsel olarak bakıldığında ise yaz ortasındaki aylarda prolin miktarı en düşük seviyelerde vejetasyon başında ve sonunda en yüksek seviyelere çıktığı görülmektedir.

Bitkilerde mevsimsel olarak vejetasyon dönemi başından yaz ortasına kadar toplam karbonhidrat miktarı sürekli azalmakta daha sonra giderek yükselmekte kış döneminde en yüksek seviyesine ulaşmaktadır (Kulaç ve diğ., 2012; Wang ve Zwiazek, 1999). Strese bağlı olarak toplam karbonhidrat da prolin miktarı gibi artış gösterdiği birçok çalışmada vurgulanmaktadır (Bansal ve Germino, 2009; Guehl ve diğ., 1993; Thomas, 1990; Munns ve Weir, 1981). Genel olarak oluşan strese cevap olarak bitkiler çözülebilir karbonhidrat miktarlarını arttırmaktadırlar (Gaelle ve diğ., 2009; Kameli ve Lösel, 1996). Çevresel strese bağlı olarak bitkilerin farklı kısımlarındaki karbonhidrat birikimleri artmaktadır (Gill ve diğ., 2001; Praxedes, 2005; Piispanem ve Sarampaa, 2001). Benzer sonuçlar bu çalışmada da elde edilmiştir. Haziran ayında yüksek seviyelerde olan toplam çözülebilir karbonhidrat miktarı Eylül ayında en düşük seviyelerde görülüp Ekim ayında tekrar yüksek seviyelerde ölçülmüştür. Kontrol parsellerindeki meşelerdeki toplam çözülebilir karbonhidrat miktarları diğerlerine (düşük ve yüksek yangın görmüşler) göre en yüksek seviyelerde ölçülmüştür. Bunun nedeni kontrol parsellerindeki birey sayısının çok olması ve topraktaki mevcut suyun çabucak tüketiliyor olmasından ve oluşan su stresinden kaynaklanıyor olabilir.

Stoma iletkenliği ile ilgili Gaelle ve diğ., (2009) Mango (*Mangifera indica* L.) bitkisinde yaptıkları çalışmada stresin arttığı aylarda stomatal iletkenliğinde azalış meydana geldiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da strese bağlı olarak stomatal iletkenliğinin azaldığı en sıcak ay olan Eylul ayında en duişuk seviyeye duiştuiğu belirlenmiştir. Osakabe ve diğ., (2014) su stresine maruz kalan bitkilerde ilk olarak ortaya çıkan denge serei ise su kaybını engellemek için stomalarını daraltması veya kapatmasıdır. Yapılan bu çalışmada ise hiç yangına maruz kalmamış kontrol gruplarındaki meşe bitkilerinin yapraklarındaki stomatal iletkenlik en duişuk seviyeye inmiştir. Yani bu bitkiler strese bağlı stoma açıklıkları kapatmış olabilirler. Yuişsek şiddetli yangın gormuiş meşe bitkilerinde ise stomatal iletkenliği en yuişsek çıkmıştır. Toprakta mevcut olan su miktarından rahat bir şekilde yararlanması nedeniyle strese girmemiş ve stomaları kapama ihtiyacı duymamış olabilirler.Genel olarak çok şiddetli bir ortu yangını ya da tepe yangınına dayanabilecek bitki turu veya bitki ortusu yoktur. Ancak, tum yangınlar tum bitkiler için olumcul olmayıp, bazı bitkilerin birey ve populasyon duzeyinde yangına dayanıklılık ve hayatta kalabilmek için geliştirdikleri çeşitli uyum mekanizmaları bulunmaktadır (Lukac ve diğ., 2011). Orneğin meşeler yangın sonrası yuişsek sургun verebilme yetenekleri (Silva & Catry, 2006) ve yangın sonrası oluşan kuraklık koşullarına dayanıklılık bakımından ibreli turlere kıyasla daha avantajlı durumdadırlar (Pausas ve diğ., 2004). Meşe turlerinin sahip oldukları kabukları, duişuk ve orta şiddetli bir ortu yangınından korunmalarında son derece belirleyici bir rol oynamaktadır (Hare, 1965). Ancak, yukarıda belirtilen ozelliklerinin yanı sıra meşelerin yangın sonrasında hayatta kalabilme yetenekleri onemli olude yangınların neden olduğu ikincil etkileri tarafından da (Michaletz & Johnson, 2007) buyuk olude belirlenmektedir (Bar ve diğ., 2019). Bu alışma sonucunda duişuk ve yuişsek şiddetli yangın gormuiş meşeler tekrar sургun verebilmiş ve yeniden tepe taci oluşturmaya başladıkları gozlemlenmiştir. Yangın sonrası zarar gormuiş meşelerin hemen sahadan uzaklaştırılması yerine birkaç yıl gozlemlenip sağlıklı olanların alanda tutulması tamamen kuruyanların uzaklaştırılması ormanın geri kazanılması adına yarar sağlayacaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yangın şiddetinin fazla olması bir sonraki vejetasyonda her iki meşe türünde de sürgün gelişiminin yüksek olması nedeniyle toplam çözülebilir karbonhidrat ve prolin miktarları düşük çıkmıştır. Kontrol parsellerinde ise birey sayısının çok olması ve diri örtü yoğunluğunun olması nedeniyle hem toplam çözülebilir karbonhidrat miktarları hem de prolin miktarları yüksek çıkmıştır. Ayrıca birey sayısının çokluğu su potansiyelini düşürdüğü için stomatal iletkenlikleri de düşmüştür. Yüksek yangın görmüş alanlardaki bitkiler ise tam tersine su potansiyelleri yüksek stomatal iletkenlikleri yüksek ölçülmüştür. Ayrıca toplam çözülebilir karbonhidrat ve prolin miktarları da düşük ölçülmüştür. Bu durum yüksek derece yangın görmüş alanlardaki meşe bitkilerinin kök yapılarının gelişmiş ve zengin olması, ancak transpirasyon organlarının az olması nedeniyle bitkilerin strese girmemesinden kaynaklanmış olabilir.

Tamamen birey sayısına ve bitki rekabetine bağlı olarak ve de transpirasyon organlarının azlığı veya çokluğuna bağlı olarak toplam çözülebilir karbonhidrat ve prolin miktarlarının değiştiği söylenebilir.

Yangın görmüş sahalardaki meşe ağaçlarının yangın sonrasında alandan hemen uzaklaştırılmadan bir süre gözlenmesi ve devamında canlılık belirtisi olmayan bireylerin kesilip çıkarılması daha uygun olacaktır. Çünkü kök kısımları canlı olması nedeniyle yüksek derecede yangın görmüş meşeler bile tekrar sürgün verebilmekte ve çok kuvvetli bir şekilde gelişebilmektedirler.

Benzer çalışmalar diğer türlerde de yapılmalı özellikle yangın görmüş sahalarda yangın sonrasındaki vejetasyonlarda bu çalışmanın benzerleri diğer türlerde de yapılabilir. Bu çalışma bundan sonra yapılacak benzer çalışmalara referans olabilecektir.

5. KAYNAKLAR

- Agee, J.K. (1993). *Fire Ecology of Pacific Northwest Forests*. Washington, D.C: Island Press.
- Alam, M. S. (1999). Nutrient Uptake by Plants Under Stress Conditions, İçinde *Handbook of Plant and Crop Stress*, Second Edition, Revised and Expanded Edited by Mohammad Pessaakli Chapter 12 University of Arizona publishing., (ss: 285-314).
- Altun, L., Bilgili, E., Sağlam, B., Küçük, Ö., Yılmaz, M., Tüfekçioğlu, A. (2003). Soil organic matter, soil pH and soil nutrient dynamics in forest stands after fire. İçinde *International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development"*.
- Amman, G.D. & Ryan, K.C. (1991). Insect infestations of fire-injured trees in the Greater Yellowstone Area. *U.S. Dep. Agric. For. Serv. Research Note*, 398, 1-9.
- Arianoutsou, M. & Thanos C.A. (1996). Legumes in the fire-prone Mediterranean regions: an example from Greece. *International Journal of Wildland Fire*, 6, 77-82.
- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant. Physiol.*, 24, 1-15.
- Arp, P.A. (1999). *Soils for Plant Growth Field and Laboratory Manuals* Faculty of Forestry and Environmental Management. University of New Brunswick, Canada.
- Attiwill P. M. (1994). The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management*, 63, 247-300.
- Bates, L., Waldren, R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for waterstress studies. *Plant and Soil.*, 39, 205-207.
- Baysal, İ., Ouellette, M., Antoszek, J. (2011). Red Lake 084 of 2011: a reconnaissance survey of a large boreal wildfire. *Forest research information*. 177(54), 37.
- Baysal, İ. (2014). 'Orman yangınlarının orman amenajman planlarına entegrasyonu'. (yayımlanmamış)Doktora Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Baysal İ., Bilgili E. & Başkent E., (2016). Orman yangınları ve orman amenajman planları. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 169-180.
- Bessie, W.C. & Johnson, E.A. (1995). The relative importance of fuels and weather on fire behavior in subalpine forests. *Ecology.*, 76, 747-762.
- Bär, A. Michaletz S.T. and Mayr S. 2019. Fire effects on tree physiology. *New Phytologist*, 223, 1728–1741.
- Bettinger, P. (2010). 'An overview of methods for incorporating wildfires into forest planning models'. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences*. 2(1), 43-52.

- Bilgili E. & Küçük Ö. (2002). Kastamonu – Hanönü orman yangınının analizi” İçinde *II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, (ss: 614-621).
- Bilgili E., Dinç Durmaz B., Baysal İ., Sağlam B. & Küçük Ö. (2010). Doğu Karadeniz ormanlarında orman yangınları. İçinde *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, (ss: 1280-1290).
- Bilgili E. & Baysal İ., (2012). Yangın rejimi ve ormancılıktaki önemi. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 49, 20-25.
- Boydak, M., & Özhan, S. (1996). “Orman Yangını Geçiren Alanların Havza Amenajmanı ve Ağaçlandırma Açısından Değerlendirilmesi: Kıbrıs Örneği”. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A46(2), 37-57.
- Boydak, M., & Özhan, S. (2014). Orman yangını geçiren alanların havza amenajmanı ve ağaçlandırma açısından değerlendirmesi: Kıbrıs örneği. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 46(2), 37-58.
- Brown, A.A. & Davis, K.P. (1973). *Forest fire control and use*. New York: McGraw-Hill.
- Catry, F.X., Moreira, F., Duarte, I., Acácio, V. (2009). Factors affecting post-fire crown regeneration of cork oak (*Quercus suber*) trees. *European Journal of Forest Research.*, 128, 231–240.
- Catry, F.X., Rego, F., Moreira, F., Fernandes, P.M., Pausas, J.G. (2010). Post-fire tree mortality in mixed forests of central Portugal. *Forest Ecology and Management*. 206, 1184–1192.
- Catry, F.X., Moreira, F., Cardillo, E., Pausas, J.G. (2012). “Post-fire management of cork oak forests. *Forest Ecosystems*, 24, 195–222.
- Certini G. (2005). Effects of Fire on Properties of Forest Soils: a review. *Oecologia*, 143, 110.
- Çepel, N. (1975). Orman Yangınlarının Mikroklima ve Toprak Özellikleri Üzerine Yaptığı Etkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B, 25.
- Çepel, N., (1995). Orman Ekolojisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 3886, 536.
- Dickinson, M.B., Johnson, E.A. (2001). *Fire effects on trees*. New York: Academic Press.
- DeBano, L.F. (1990). The effect of forest fire on soil properties. *Symposium on Management and Productivity of Western-Montane Forest Soil*. 151-156.
- DeSantis, R.D.; Hallgren, S.W. (2011). Prescribed burning frequency affects post oak and blackjack oak regeneration. *Southern Journal of Applied Forestry*, 35, 193-198.
- Dubois, M., K.A., Gilles, J.K., Hamilton, P.A., Rebers, F. Smith. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350–356.
- Eron. Z., & E. Gürbüz. (1985). Marmaris 1979 Yılı Orman Yangını ile Toprak Özelliklerinin Değişimi ve Kızılcım Gençliğinin Gelişimi Arasındaki ilişkiler. *Doğa Bilim Dergisi*, 9, 1.

- Finney, M. 1999, *Fire-related mortality of ponderosa pine in eastern Montana*. Unpublished Report INT-93800-RJVA, USDA Forest Service, RMRS Fire Sciences Laboratory, Missoula.
- Fowler, J.F. & Sieg, C.H. 2004, *Postfire mortality of ponderosa pine and Douglas-fir: a review of methods to predict tree death*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-132, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO. 25 p.
- Franklin, J., Spears-Lebrun, L.A., Deutschman, D. H. & Marsden, K. (2006). Impact of a high-intensity fire on mixed evergreen and mixed conifer forests in the peninsular ranges of southern California, USA. *Forest Ecology and Management*. 235, 18–29.
- Fry, D. L. (2008). Prescribed fire effects on deciduous oak woodland stand structure, Northern Idaho Range, California. *Rangeland Ecology and Management*. 61, 294–301.
- Furyaev, V. V. & Goldammer, J. G. (2003). Wildfire-Related Changes of Forest Structure and Functions in Siberia. İçinde *Proc. 3rd International Wildfire Conference* (ss: 153).
- Guehl, J. M. Girard, S., Clement, A., Cochard, H., Boulet-Gercourt, B. (1993). Planting Stress, Water Status And Nonstructural Carbohydrate Concentrations İn Corsican PineSeedlings. *Tree Physiology*, 12 (2), 173-183.
- Güneş Özkan, N. (2011). Hasanlar Baraj Gölü (Düzce) ve Çevresinin Florası., Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye.
- Güneş Özkan, N. & Aksoy, N. (2011). Hasanlar Baraj Gölü (Düzce) ve Çevresinin Florası. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 7, 39-72.
- Gülçur, F. (1974) Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi dergisi*, 201.
- Gürlevik N., Özkan, K., Gülcü, S. (2009). Kontrollü Yakma ve Mekanik Arazi Hazırlığının Isparta Yöresinde Bir Kermes Meşesi Sahasında Toprak Özelliklerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. A, 24-37.
- Hardesty, J., Myers R. L., & Fulks W. (2005). Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum*, 22, 7887.
- Hare, R.C. (1965). The contribution of bark to fire resistance of southern trees. *Journal of Forestry*. 63, 248-251.
- Hirsch K. G., Kafka V., Tymstra C., McAlpine R. S., Hawkes B., Stegehuis H., Quintilio S., Gauthier S. & Peck K. (2001). Fire-smart forest management: A pragmatic approach to sustainable forest management in fire-dominated ecosystems. *Forestry Chronicle*, 77, 2, 357-363.
- Hood, S.M., Cluck, D.R., Smith, S.L. & Ryan, K.C. (2008). Using bark char codes to predict post-fire cambium mortality. *Fire Ecology*., 4(1), 57-73.
- Hutchinson, T.F., Boerner, R.E.J., Sutherland, S., Sutherland, E.K., Ortt, M., Iverson, L.R. (2005). Prescribed fire effects on the herbaceous layer of mixed-oak forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 35, 877-890.

- Jenkins, M.J., Hebertson, E., Page, W.G. & Jorgensen, C.A. (2008). Bark beetles, fuels, fires and implications for forest management in the Intermountain West. *Forest Ecology and Management*, 254, 16–34.
- Jenkins, M.J., Page, W.G., Hebertson, E.G. & Alexander, M.E. (2012). Fuels and fire behavior dynamics in bark beetle-attacked forests in Western North America and implications for fire management. *Forest Ecology and Management*, 275, 23–34.
- Kameli A. & Losel D.M. (1996). Growth and Sugar Accumulation in Durum Wheat Plants Under Water Stress. *New Phytol.*, 132, 57–62.
- Kandemir, G.E., (2002). Genetics and Physiology of Cold and Drought Resistance in Turkish Red pine (*Pinus brutia*, Ten.) Populations From Southern Turkey. Ph D. Thesis ODTU. Ankara.
- Kantarcı, M.D. (2000). *Toprak İlimi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Karaöz, Ö. (1989). Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analizi yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, B39 (3), 64-82.
- Kavgacı, A., Tavşanoğlu, Ç. (2010). Akdeniz tipi ekosistemlerde yangın sonrası vejetasyon dinamiği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 149-166.
- Keeley, S.C., Keeley, J.E., Hutchinson, S.M., & A.W. Johnson. (1981). Postfire succession of herbaceous flora in Southern California chaparral. *Ecology*, 62(6), 1608-1621.
- Kulaç, Ş. (2010). 'Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarında Bazı Morfolojik Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimlerinin Araştırılması'. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Küçük, Ö., Bilgili, E. (2004). Orman Yangınları ve Hava Halleri. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(2), 220-230.
- Küçük, Ö., Kalaycık, H.H., Kapukıran, İ. (2008). Batı Karadeniz ormanlarında orman yangını gerçeği. İçinde *IV. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi*.
- Küçük, Ö., Kalaycık, H. H. ve Kapukıran, İ. (2008). Batı Karadeniz ormanlarında orman yangını gerçeği. *IV. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi*, 8-9.
- Lambers, H., (1998). *Plant Physiological Ecology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Levitt, J., (1972). *Responses of Plants to Environmental Stress*. New York: Academic Press.
- Lukac, M., Pensa, M. and Schiller, G. (2011). Tree species' tolerance to water stress, salinity and fire. *Forest Management and the Water Cycle: An Ecosystem-Based Approach*. Springer: Ecological Studies.
- Michaletz S.T., Johnson E.A. 2007. How forest fires kill trees: a review of the fundamental biophysical processes. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22, 500–515.
- Moreira, F., Duarte, I., Catry, F., Acácio, V. (2007). Factors affecting post-fire cork oak survival in southern Portugal. *Forest Ecology and Management*, 253, 30–37.

- Moreira, F., Catry F., Duarte I., Acácio V., Silva J. (2009). A conceptual model of sprouting responses in relation to fire damage: an example with cork oak (*Quercus suber* L.) trees in Southern Portugal. *Plant Ecology*, 201, 77–85.
- Morgan, P., Hardy, C.C., Swetnam, T.W., Rollins, M.G., ve Long, D.G. (2001). Mapping fire regimes across time and space: understanding coarse and fine-scale fire patterns. *International Journal of Wildland Fire*, 10, 329-342.
- Moritz, M.A. (2003). Spatiotemporal analysis of controls on shrubland fire regimes: age dependency and fire hazard. *Ecology*, 84, 351-361.
- Munns, R. & Weir, R., (1981). Contribution Of Sugars To Osmotic Adjustment In Elongating And Expanded Zones Of Wheat Leaves During Moderate Water Deficits At 2 Light Levels. *Australian Journal of Plant Physiology*, 8 (1), 93-105.
- Nar, H.; Saglam, A.; Terzi, R.; Varkonyi, Z. & Kadioglu, A. (2009). Leaf rolling and photosystem II efficiency in *Ctenanthe Setosa* Exposed to Drought Stress. *Photosynthetica*, 47(3), 429-436.
- Naveh, Z. (1975). The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetation*, 21, 199–208.
- Neyişçi, T. (1989). Kızılcım orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten*, 205.
- OGM. 2009, *Ormanlarımızda Yayılış Gösteren Asli Ağaç Türleri* Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM. 2014, *Orman yangınlarıyla mücadele faaliyetleri 2014 yılı değerlendirme raporu*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.
- OGM. 2015, *Türkiye Orman Varlığı*. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Oliveira, S., Fernandes, P. (2009). Regeneration of *Pinus* and *Quercus* After Fire in Mediterranean-Type Ecosystems: Natural Mechanisms and Management Practices. *Silva Lusitana*, 17(2): 181-192.
- Özyuvacı, N. (1976). Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 221.
- Pausas, J. (1997). Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, 8, 703–706.
- Pausas, J.G., Bladé, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Allozal, J.A., Vilagrosal, A., Bautista, S., Cortina, J., Vallejo, R. (2004). Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice – a review. *Plant Ecology*, 171, 209-220.
- Peterson, D.L. (1985). Crown scorch volume and scorch height: estimates of post-fire tree condition. *Canadian Journal of Forest Research*. 15, 596–598.
- Pierson, F.B., Carlson, D.H., Spaeth, K.E. (2002). Impacts of wildfire on soil hydrological properties of steep sagebrush rangelands. *International Journal of Wildland Fire*, 11, 145–151.

- Plumb, T.R., Gomez, A.P. 1983, *Five southern California oaks: identification and postfire management*. General Tech. Report PSW-71. Berkeley, CA: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S.D.A.
- Regelbrugge, J.C., Conard, S.G. (1993). Modeling tree mortality following wildfire in *Pinus ponderosa* forests in the Central Sierra Nevada of California. *International Journal of Wildland Fire*, 3 (3), 139–148.
- Reinhardt, E.D. & Ryan, K.C. (1989). *Estimating tree mortality resulting from prescribed fire*. WA: Washington State University Cooperative Extension.
- Ryan, K. C., Frandsen, W.H. (1991). Basal injury from smoldering fires in mature *Pinus ponderosa* Laws. *Int. J. Wildland Fire*, 1, 107–118.
- Ryan, K.C. & Amman, G.D. 1994, *Interactions between fire-injured trees and insects in the Greater Yellowstone Area*. Proceedings of the First Biennial Scientific Conference on the Greater Yellowstone Ecosystem. USDI National Park Service Technical Report NPS/NRYELL/NRTR-93/xx.
- Ryan, K.C. & Amman, G.D. (1996). Bark beetle activity and delayed tree mortality in the Greater Yellowstone Area following the 1988 fires.. İçinde J. Greenlee [ed.], *Ecological Implications of Fire in Greater Yellowstone*. Proceedings, *2nd Biennial Conference on the Greater Yellowstone Ecosystem* (ss. 151-158).
- Salisbury, F.C. & Ross, C., (1994). *Fisiología Vegetal y Tecnología Agraria* Grupo Editorial Iberoamericana S. A. Méjico.
- Santoro, A., Lombardero, M., Ayres, M. & Ruel, J. (2001). Interactions between fire and bark beetles in an old growth pine forest. *Forest Ecology and Management*, 144, 245– 254.
- Schwab K.B., Schreiber, U. & Heber, U., (1989). Response of photosynthesis and respiration of resurrection plants to desiccation and rehydration. *Planta*, 177, 217-227.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D., Hemmingsen, E.A. (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148, 339- 346.
- Şengönül, K. (1985). Orman Yangınları ile Toprak Isınması Arasındaki İlişkiler ve Yangınların Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, B (35-2), 89-107.
- Silva J.S. and Catry F. (2006). Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. *International Journal of Environmental Studies*, 63(3), 235–257.
- Sircelj, H., Tausz, M., Grill, D. & Batic, F., (2005). Biochemical Responses in Leaves of Two Apple Tree Genotypes Subjected to Progressing Drought. *J. Plant Physiol*, 162, 1308-1318.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. (2002). Postfire Changes in Soil Properties of *Pinus brutia* Ten. Forests in Marmaris National Park, Turkey. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 31, 98-105.
- Thomas, H., (1990). Osmotic Adjustment in *Lolium-Perenne*-İts Heritability and The Nature of Solute Accumulation. *Annals of Botany*, 66 (5), 521-530.
- Thanos, C.A., Marcou, S., Christodioulakis, D. & Yannitsaros, A. (1989). Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos island (Greece). *Acta Oecologica/Oecologia Plantarum*, 10, 79–94

- Thanos, C.A. & Marcou, S. (1991). Post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos island (Greece): 6 years after. *Acta Oecologica*, 12, 633–642.
- Tuba Z., Lichtenthaler H. K., Csintalan Z. S., Nagy Z. & Szente K., (1996). Loss of Klorophylls, Cessation of Photosynthetic CO₂ Assimilation and Respiration in The Poikilo Klorophyllous Plant *Xerophyta Scabrida* During Desiccation Physiologia. *Plantarum*, 96, 3, 383-388.
- Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., Bilgili, E. (2010). Soil properties and root biomass responses to prescribed burning in young corsican pine (*Pinus nigra* Arn.) stands. *Journal of Environmental Biology*, 31, 369-373.
- Turner, M. & Romme, W. (1994). Landscape dynamics in crown fire ecosystems. *Landscape Ecology*, 9, 59–77.
- Uluocak, N., (1974). Kuraklık ve Kurak Bölgelerin Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, *B24*, 200-212.
- USLU, S. (1969). Toprak Koruması Bakımından Orman Yangınlarının Doğurduğu Problemler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B(2).
- Van Wagner, C.E. (1977). Conditions for the Start and Spread of Crown Fire. *Can. J. For. Res.*, 7, 23-34.
- Vassey, T. L. & Sharkey T. D., (1989). Mild Water-Stress Of Phaseolus-Vulgaris Plants Leads To Reduced Starch Synthesis And Extractable Sucrose Phosphate Synthase Activity. *Plant Physiology* 89, (4), 1066-1070.
- Whelan, R.J. 1995. “The Ecology of Fire”. Cambridge Univ. Press, New York. 346 pp.
- Yıldız, O., Eşen, D., Sargıncı M. & Toprak, B. (2010). Effects of fire on soil nutrient in Turkish pine (*Pinus brutia*, Ten) Ecosystems. *J. Environ. Biol.* 31, 11-13.
- Yıldız, O., Eşen, D., Karaöz, O.M., Sargıncı, M. & Toprak, B., Soysal, Y. (2010). “Effects of different site preparation methods on soil carbon and nutrient removal from eastern beech regeneration sites in Turkey's Black Sea Region”. *Applied Soil Ecology*, 45, 49-55.
- Yoshida, T., Mogami, J., & Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014). ABA-dependent and ABA-independent signaling in response to osmotic stress in plants. *Current opinion in plant biology*, 21, 133-139.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ali KABAOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 1979 / Çaykara
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : alikabaoglu@ogm.gov.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Orman Müh.	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2001
Lise		Trabzon Lisesi	1996

YAYINLAR

Ali Kabaoğlu, A., Kulaç, Ş., Baysal, İ., Öztürk, N., Akbulut, S., Yuksel, B. and Özbayram, A. K. 2019. Preliminary Results of Seasonal Variations in Prolin Amounts of *Quercus cerris* and *Quercus pubescens* Leaves Affected by Different Fire Intensities. 3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2019) Bildiriler Kitabı, 19-21 Nisan 2019, Ankara/Türkiye.

Ali Kabaoğlu, A., Öztürk, N., Kulaç, Ş., Baysal, İ., Akbulut, S., Özbayram, A. K. and Yuksel, B. 2017. Differences in Total Soluble Sugar Amount of *Quercus pupescens* and *Quercus cerris* Trees After the Low and High Intensity of Surface Fire. Ecology 2017 Symposium. Abstract Book, 11-13 Mayıs 2017, Kayseri/Türkiye. (cilt 1; ss. 116-116)