



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÖKSE OTU (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)'NUN
SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)' IN BÜYÜME VE ARTIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

Murat ÖZTÜRK

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
" ORMAN YÜKSEK MÜHENDİSİ "
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 / 05 / 2015

Tezin Savunma Tarihi : 08 / 06 / 2015

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bedri SERDAR

Trabzon 2015

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
Murat ÖZTÜRK Tarafından Hazırlanan**

**ÖKSE OTU (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)'NUN
SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)' IN BÜYÜME VE ARTIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

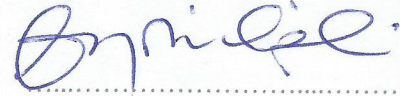
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 12 / 05 / 2015 gün ve 1602 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

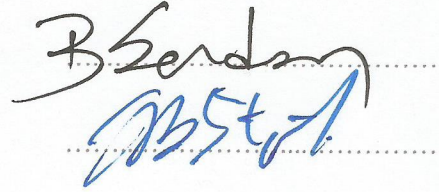
Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ

Üye : Prof. Dr. Bedri SERDAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Turgay BİRTÜRK





Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

"Ökse Otu (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)'nun Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' ın Büyüme ve Artımı Üzerine Etkisi" isimli bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın planlanmasından bitimine kadar her aşamasında, destek ve katkılarıyla çalışmamı yönlendiren, bilgilerinden sürekli istifade ettiğim danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bedri SERDAR' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli fikirlerinden her zaman yararlandığım ve bana her konuda destek olan hocam Sayın Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ' ye, arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. İsmail BAYSAL ve Arş. Gör. Kadir Alperen COŞKUNER' e, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Büşra YAYLI ve Arş. Gör. Süleyman KUŞTAŞ' a teşekkür ederim. Alınan odun örneklerinin, yapılacak testler için uygun hale getirilmesinde yardımcı olan Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Ağaç İşleri Atölyesi çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca, bana büyük destek veren tüm TÜBİTAK TOVAG 1120258 proje ekibine, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, meslektaş ve aynı zamanda oğlu olmaktan gurur duyduğum babama, canım anneme müteşekkirdiğimi belirtir, bu çalışmanın ülkemize faydalı olmasını dilerim.

Çalışmaların gerçekleştirilmesi için maddi destek sağlayan TÜBİTAK (TOVAG 1120258) 'a teşekkür ederim.

Murat ÖZTÜRK

Trabzon 2015

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ökse Otu (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)’nun Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)’ in Büyüme ve Artımı Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Bedri SERDAR ‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri ve örnekleri kendim topladığımı, deneyleri ve analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı ve yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.
08/06/2015



Murat ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	4
2.1 Araştırma Alanı ve Özellikleri.....	4
2.2 Örnekleme Alanlarının Belirlenmesi	7
2.3 Örnekleme Alanlarında Yapılan Çalışmalar.....	8
2.3.1. Ökse Otu Yoğunluğunu Belirleme Çalışmaları.....	8
2.3.2. Ökse Otunda Morfolojik Yaş Tayini Çalışmaları.....	10
2.3.3. Tam Ağaç Örnekleme Arazi Çalışmaları.....	12
2.4 Laboratuvar Çalışmaları	16
2.4.1. Artım Kalemlerinin Ölçümü Çalışmaları	16
2.4.2. Ökse Otunda Anatomik Yaş Tayini Çalışmaları	17
2.4.3. Tam Ağaç Örnekleme Laboratuvar Çalışmaları	19
3. BULGULAR.....	25
3.1 Ökse Otunun Ağaç Üzerinde Bulunma Durumuna İlişkin Analizler	25
3.2 Artım Kalemleri Ölçümlerine İlişkin Bulgular.....	26
3.3 Ökse Otunda Yaş Tayini Çalışmaları Bulguları	26
3.4. Tam Ağaç Örnekleme Çalışmaları.....	27
3.4.1 Arazi Çalışmaları Bulguları	27
3.4.2 Laboratuvar ve Büro Çalışmaları Bulguları	28
3.4.2.1 İbre Morfolojisi ile Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Arasındaki İlişkiler.	30
3.4.2.2 Ağaçların Geriye Dönük Son 15 Yıllık Artımlarının Belirlenmesi.....	31

3.4.2.3	Ağaçların Geriye Dönük Son 15 Yıllık Boy Artımlarının Belirlenmesi	32
3.4.2.4	Ağaçlarda Artım Kayıplarının Hesaplanması.....	33
3.4.2.5	Ağaçlarda Tüp (Pipe) Model Teorisinin Test Edilmesi.....	36
4.	TARTIŞMA.....	40
5.	SONUÇLAR.....	42
6.	ÖNERİLER.....	43
7.	KAYNAKLAR	44
8.	EKLER	49
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ÖKSE OTU (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)'NUN SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)' IN BÜYÜME VE ARTIMI ÜZERİNE ETKİLERİ

Murat ÖZTÜRK

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bedri SERDAR

2015, 47 Sayfa, 10 Ek Sayfa

Ökse otu arız olduğu alanlarda önemli artım ve büyüme kayıplarına neden olmaktadır. Bu artım kayıplarının kantitatif olarak ortaya konulduğu çalışmaların sayısı oldukça azdır. Yapılan çalışmalar genelde son beş, on yıllık ortalama çap değerlerinin yorumlanması sonucunda elde edildiği için problemi tam olarak ortaya koymakta kısıtlı bilgiler sunmaktadır.

Ökse otunun çap artımı ve büyüme üzerine olan etkisinin belirlenmesi için, ökse otu bulunan ve bulunmayan toplam 43 adet ağaçta (14 kontrol, 29 bulaşık) ölçüm, gözlem ve biyokütle çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Son 15 yıllık çap artımı değerleri göz önünde bulundurularak, ağaçlar üzerindeki ibre biyokütlesi ile çap artım ilişkisi ortaya konulmuş ve bu ilişkiden yararlanılarak ibre biyokütle ve yüzey alanı değerleri ortaya konulmuştur. Benzer şekilde ökse otunda anatomik ve morfolojik yaş tayini yapılmış ve ökse otu yaşı ile ökse otu biyokütlesi ilişkisine getirilerek ökse otu biyokütlesi ve ökse otu yaprak yüzey alanı belirlenmiştir. Bu şekilde geriye doğru yaşlandırma yapılarak son 15 yılda, her yıl için ağaçtaki ibre miktarı ve ökse otu miktarı ortaya konulmuştur.

Ökse otu olan ve olmayan ağaçlar üzerinde yapılan değerlendirmelerde, ökse otu bulaşıklığının olduğu ağaçlarda ökse otu bulaşıklığının durumuna bağlı olarak artım kayıplarının olduğu belirlenmiştir. Ökse otunun en az olduğu durumda hiç artım kaybı yok iken ökse otunun çok olduğu durumlarda %90' lara varan artım kayıplarının olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonuçlarının, ökse otu zararı görülen alanlarda koruma ve üretim planlamalarına önemli katkılar sağlayacağı beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ökse otu (*Viscum album*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Çap artımı, Tüp model

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECTS OF MISTLETOE (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.)
Vollm.) ON GROWTH AND YIELD OF SCOTH PINE (*Pinus sylvestris* L.)

Murat ÖZTÜRK

Karadeniz Technical University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Engineering Graduate Program

Supervisor: Prof. Bedri SERDAR

2015, 47 Pages, 10 Pages Appendix

Mistletoe causes substantial diameter and height growth losses on mistletoe-infested forests. There are not enough studies that show increment losses quantitatively. Studies generally reveal the interpretation of the last five or ten years of average diameter values. Therefore these studies offer limited knowledge to define the problem completely.

To determine the effect of mistletoe on diameter increment and growth, 43 trees were selected (14 uninfected, 29 infected) and observations and biomass measurements were carried out on mistletoe infected and uninfected trees. The relationship between total leaf biomass and diameter increment was determined using last 15 years diameter increment values of trees. Then this relationship was used for determination of needle surface area and biomass. Similarly, anatomical and morphological age of mistletoes were determined and to predict mistletoe leaves surface area and biomass of mistletoe, the relationship between age and biomass of mistletoes was used. To this end, the amount of needles and mistletoe biomass for the last 15 years of infected and uninfected trees was determined year by year.

Results indicate that diameter and height growth losses can be seen in mistletoe infected trees and the amount of loss varies depends on mistletoe infection level. In uninfected or low infected trees, diameter growth loss were not calculated however in high infected trees the diameter increment loss can reach up to ninety percent.

The results of this study can be invaluable in determining the effect of mistletoe on diameter and height growth of infected trees, modelling efforts and in controlling mistletoe damage.

Keywords: Mistletoe, *Viscum album*, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Diameter Increment, Pipe model

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Torul Orman İşletme Müdürlüğü'nün Türkiye haritasındaki konumu.....	4
Şekil 2. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanının iklim diyagramı.....	6
Şekil 3. Torul Orman İşletme Müdürlüğü, yeniden sınıflandırılmış meşcere tipleri haritası.....	6
Şekil 4. Araştırma alanında 2x2 karelej ağına göre örnekleme alanı olarak seçilmesi uygun potansiyel örnekleme noktalarının alan genelindeki dağılımı.	7
Şekil 5. Hawksworth'un 6 dereceli bodur ökse otu sınıflandırma sistemi (Hawksworth, 1977).	9
Şekil 6. Ökse otu bulaşıklığının yüksek (a), az (b), ve bulaşıklığın olmadığı (c) sarıçam bireyleri.....	9
Şekil 7. Ökse otu (<i>Viscum album L.</i>)' nun morfolojik yaş tespitinde dalın üzerinde bulunan her bir boğum ökse otunun yaşını ifade etmektedir.	10
Şekil 8. Ökse otu örneklerinin konukçu ağaçlardan alınması.	11
Şekil 9. Houstoriumların, ökse otunun ağaca arız olduktan sonra odunun üzerindeki aşığı (a) ve yana (b) hareketi.	12
Şekil 10. Tam ağaç örnekleme çalışmaları ökse otlu örnek olarak kesilen 33 numaralı (a, b, c), ağaçlar üzerinde gerçekleştirilen arazi çalışmalarından genel görünüm.	13
Şekil 11. Ökse otsuz ağaç olarak kesilen ağaç üzerinde gerçekleştirilen arazi çalışmalarından genel görünüm (a, b, c).	13
Şekil 12. Tam ağaç örnekleme çalışmaları ibre biyokütlesinin belirlenmesine yönelik arazi çalışmalarından görünüm (a) ve (b).	14
Şekil 13. Tam ağaç örnekleme çalışmaları ökse otlu ağaçlar üzerindeki çalışmalardan genel görünüm (a) ve (b)	15
Şekil 14. 24 numaralı ağaçtan gövde kesitlerinin alınması.	15
Şekil 15. Arazide örnekleme alanlarındaki ağaçlarda yaş tespiti için artım burgusu ile yaş ölçümü (a) ve son 10 yıllık artımların belirlenmesinde kullanılacak örneklerin poşetlenip numaralanması işlemleri (b).	16

Şekil 16. Artım kalemlerinden kesitlerin alınması (a) ve yıllık halka genişliklerinin belirlenmesi (b).	17
Şekil 17. Ökse otu bulaşmış örneklerden ökse otunun dala bulaştığı kısımdan 15-20 µm kalınlığında enine kesitlerin alınması (a), Enine kesitlerin safranin ile boyanması (b) daimi preparatların hazırlanması (c), Daimi preparatların Olympus BX 50 dijital fotoğraf mikroskobu ile fotoğraflarının çekilmesi ve Anatomik yaş tayini (d).	18
Şekil 18. Ökse otu bulaşmış dallardan alınan enine kesitlerin mikroskop analizleri için fotoğraflarının çekilmesi ve houstonium ökse otunun bulaştığı (ökses otu yaşı) yıllık halka yaşı ile dal yaşının belirlenmesi çalışmaları. 9 yaşındaki ökse otu (a) 3 yaşındaki ökse otu (b). (Bar = 400 µm)	19
Şekil 19. Arazide kesilen ve bütün canlı dalları laboratuvar ortamına taşınan sarıçam ağaçlarında tam ağaç biyokütle tespiti çalışmalarından görünüm (a,b,c).	19
Şekil 20. İbrelerin şeffaf bant ile kağıtlar üzerine yapıştırılması işlemi.	20
Şekil 21. İbrelerin oluklu kartonlar arasına yerleştirilmesi ve fırına yerleştirilmesi (a) ve (b)	21
Şekil 22. İbrelerin uzunluk, genişlik ve yüzey alanlarının tespiti	21
Şekil 23. Ökse otu yüzey alanlarının tespitinde taranan ökse otu yaprakları (a) ve (b).	22
Şekil 24. Arazi çalışmalarında genç bir sarıçam ağacının öz odun ve diri odun kısımlarından görünüm. Koyu renkli alan öz odun, açık renkli alan ise diri odun alanı göstermektedir.	23
Şekil 25. Diri odun alanı belirlenecek gövde kesitlerinden, düzgün yüzey kesitlerinin elde edilebilmesi için şerit testere ile kesilmesi ve çözeltinin atomizerle kesite uygulanması (a) ve (b).	23
Şekil 26. Diri odun ve öz odunda oluşan renklenme belirtileri (a) ve (b).	24
Şekil 27. Ökse otu bulaşıklık durumunun ağacın tepe bölümlerine dağılımı	25
Şekil 28. Sarıçam üzerinde bulunan ökse otlarının morfolojik ve anatomik yaşları arasındaki ilişkiyi gösterir grafik.	27
Şekil 29. Sarıçam üzerinde bulunan ökse otlarının anatomik yaşları ve fırın kurusu ağırlıkları arasındaki ilişkiyi gösterir grafik.	29
Şekil 30. Ökse otu bulaşıklık derecesi ile ortalama ibre uzunluğu arasındaki ilişki grafiği.	30
Şekil 31. Ökse otu bulaşıklık derecesi ile ortalama ibre genişliği arasındaki ilişki grafiği.	30

Şekil 32. Ökse otu bulaşıklık derecesi ile ortalama ibre yüzey alanı arasındaki ilişki grafiği.....	31
Şekil 33. Yıllık artım yüzey alanı ile ibre yüzey alanı ilişkisi.....	32
Şekil 34. Farklı yoğunluklarda ökse otu bulaşıklığına sahip ağaçlarda, yıllara bağlı olarak artım, ibre ve ökse otu yaprak miktarının değişimi	34
Şekil 35. Ökse otu bulaşmamış ağaçlarda, yıllara bağlı olarak artım, ibre ve ökse otu yaprak miktarının değişimi	35
Şekil 36. Ökse otu bulaşmamış ağaçlarda ibre yüzey alanı- diri odun yüzey alanı ilişkisi.....	37
Şekil 37. Ökse otu bulaşmış ağaçlarda toplam yaprak yüzey alanı (öoyya+ıya) - diri odun yüzey alanı ilişkisi.....	37
Şekil 38. Tepe altı yüksekliğindeki diri odun alanı ile tahmin edilen diri odun alanı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik	38

KISALTMALAR DİZİNİ

FKA	: Fırın Kuru Ağırlığı
ÖOBD	: Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi
OİM	: Orman İşletme Müdürlüğü
ÖOYYA	: Ökse Otu Yaprak Yüzey Alanı
İYA	: İbre Yüzey Alanı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Orman ekosistemlerinin değişimi, gelişimi ve şekillenmesinde biyotik ve abiyotik etmenlerin çok önemli rolleri vardır. Biyotik etmenlerden bazıları farklı ağaç türlerinde parazit ve yarı parazit olarak yaşayan bitkilerdir. Bu bitkilerin başında ökse otları gelmektedir.

Ökse otu taksonlarını içerisinde barındıran *Santalaceae* familyası dünya üzerinde geniş bir yayılış alanına sahiptir. Ökse otunun bilinen 7 cinsi ve yaklaşık 365 türü bulunmaktadır (Coder, 2008). Bu familyanın bir üyesi olan *Viscum album*' un konukçusu olduğu bitkiler üzerinde yapılan bir çalışmada 384 farklı çalı ve ağaç taksonun da zararlı olabileceği belirtilmiştir (Barney, 1998). *Viscum album*' un Avrupa da geniş yayılış gösteren, konukçulara göre değişen 3 farklı alttürü bulunduğu kabul edilmektedir (Ball, 1993). Bu alttürlerden *Viscum album* subsp. *album* L. yapraklı ağaçlar üzerinde, *Viscum album* L. subsp. *abietis* (Wiesb.) Abromeit *Abies* türleri üzerinde ve *Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman ise çoğunlukla *Pinus* nadiren *Larix* ve *Picea* türleri üzerinde yaşarlar.

Ökse otları çamlar üzerinde, tepe yapısının bozulması, konukçunun boy ve çap gelişimi, yaprak uzunluğu, yaprak sayısının azalması ve dallarda yapısal farklılıkların oluşmasına sebep olmaktadır (Ringling vd, 2010). Ökse otlarının transpirasyon oranı, konukçusunun transpirasyon oranından daha yüksek (Ullman vd., 1985; Mathiasen vd., 2008) olduğundan, özellikle su açığının olduğu alanlarda kuraklık stresini arttırmaları (Glatzel ve Geils, 2009). Konukçusu oldukları ağaçların su ve mineral besin maddelerini kullanarak, ağaçların normal gelişimlerini engellerler. Bitkiyi zayıflatarak ikincil faktörlerinde etkisiyle (kuraklık, böcek, mantar vb.) kurumalarına da neden olabilirler (Hawksworth, 1983; Dobbartin ve Ringling, 2006). Ayrıca, bulunduğu dal kısımlarında ve gövdelerde şişkinlikler meydana getirerek bu kısımların mekanik ve teknolojik özelliklerini olumsuz yönde etkileyerek ekonomik olarak değerlendirilmelerine engel olurlar. Ağacın tohum veriminde azalmaya da neden olurlar (Yüksel vd., 2005). Sarıçam, ökse otunun arız olduğu önemli bir orman ağacı türümüzdür. Dünyada en geniş yayılışa sahip çam türü olan sarıçam (Terzioğlu vd., 2009), ülkemizdeki en önemli yayılışını

Kuzeydoğu Anadolu, İç Anadolu'nun kuzeyi ve Orta Karadeniz bölgelerinde yapmaktadır. Son orman varlığı değerlerine göre yaklaşık 1.5 milyon hektarlık bir alanda yayılış göstermektedir (OGM, 2014). Kapladığı bu alan ile sarıçam, ibreli türler içerisinde kızılçam ve karaçamdan sonra üçüncü en geniş yayılış alanına sahiptir. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde ökse otunun yoğun olarak bulunduğu ve zararlarının gözlemlendiği alanlar bozuk, usulsüz müdahale görmüş ve kapalılığı kırılmış sarıçam alanlarıdır. Ülkemizdeki bütün sarıçam ormanları insan müdahalesine uğramış ve bu durum ormanlar üzerinde doğrudan ve dolaylı şekilde etkilere sebep olmuştur.

Ökse otunun çap artımı üzerine etkisi konusunda ülkemizde ve dünyada farklı türlere ilişkin yapılan çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalar sonucunda ökse otunun çap artımı üzerine olan etkisinin sarıçam türünde %53'e (Eroğlu vd., 1995), karaçam türünde %60' a (Çatal ve Carus, 2011; Kanat vd., 2010), Duglas türünde değişen ökse otu bulaşıklık derecesine bağlı olarak %10-65'e varan oranlarda artım kayıplarının olduğu bildirilmiştir (Filip vd., 1992; Scharpf, 1979; Mathiasen vd., 1990; Barbu, 2009). Bu oranlar örnekleme yapılan alanlardaki ortalama artım kayıplarını göstermektedir. Bu çalışmalarda genellikle ortalama çap artımı değerleri ile ökse otu yoğunluğuna bağlı olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu ökse otunun etkisinin ortaya konulmasında kabul edilebilir olsa da gerçek etkinin ortaya konulmasında yetersiz kalabilir. Bu nedenle büyüme ve artımı doğrudan etkileyen ana değişkenlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bir ağacın gelişimini etkileyen en önemli faktör yaprak biyokütlesi ve ekofizyolojik ilişkilerdir.

Ekofizyolojik çalışmalarda, fotosentez, solunum ve terleme gibi önemli fizyolojik süreçler üzerinde tepe tacı, yaprak yüzey alanı ve yaprak kütlelerinin önemli etkileri vardır (Calvo, 2008). Yaprak yüzey alanı orman ekosistemlerinin araştırılması ve yönetiminde kullanılabilecek nitelikte birçok faydalı bilgi sunmaktadır (Stancioiu ve O'hara, 2005). Bu nedenle bitkilerde üretimi gerçekleştirerek büyümeyi sağlayan ve dolayısı ile biyokütle artışını sağlayan yaprakların yüzey alanlarını belirlemek son derece önemlidir.

Kökler ve besledikleri tepe tacı arasındaki bağlantıyı sağlayan iletim demetleri arasındaki ilişkiden bahseden pipe model teorisi (Shinozaki vd., 1964a, 1964b), yapraklar ve diri odun arasındaki fonksiyonel dengeyi tanımlamak için kullanılmıştır (Berninger vd., 2005). Tepe tacı ve diri odun arasındaki bu ilişkinin sürekliliği ağacın artımını hesaplamaya imkân verir (Valentine, 1985; Mäkelä ve Hari, 1986; Nikinmaa, 1992; Perttunen vd., 1996; Mäkelä, 1997). Pipe model teorisi, bu nedenle birçok yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türünün büyüme ve gelişmesinin modellenmesinde kullanılmıştır (Grier ve

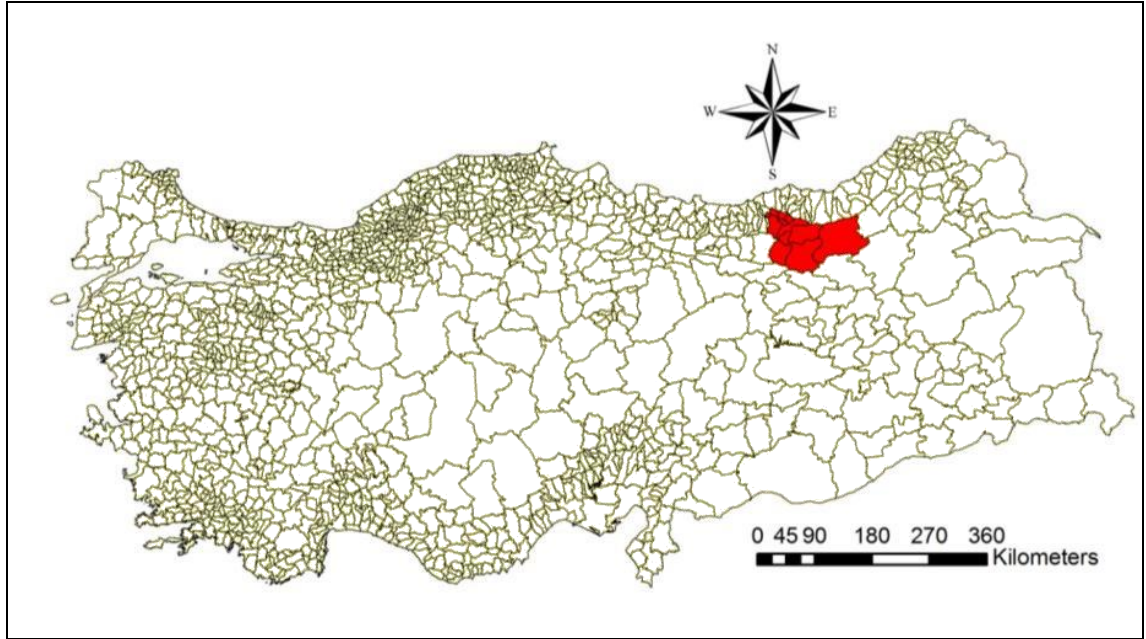
Waring, 1974; Waring vd., 1977, 1982; Kendall ve Brown, 1978; Rogers ve Hinckley, 1979; Kaufmann ve Troendle, 1981; Oren vd., 1986; Vertessy vd., 1994) . Farklı yaprak yüzey alanı ve diri odun alanı oranları ağaçlarda artım miktarlarının değişmesine sebep olmaktadır (Nikinmaa, 1992; Berninger ve Nikinmaa, 1997).

Bu çalışmada, orta yaşlı ve yaşlı sarıçam meşcerelerin de ökse otunun çap artımına olan etkisinin, ökse otu yaşı ve miktarı, ibre miktarı ve mevcut ağaç çap ve çap artımı arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylelikle ağaçların her yıl yapabileceği potansiyel artımlar belirlenerek, bu artımlar üzerinden artım kayıpları hesaplanarak ökse otunun gerçek etkisi ortaya konulabilecektir. Çalışma sonuçları ökse otu zararı görülen alanlarda koruma ve üretim planlaması çalışmalarına katkıda bulunacaktır. Ayrıca konuyla ilgili yapılmış olan bilimsel çalışmaları tamamlayıcı ve literatüre katkı sağlayıcı nitelikte olacaktır. Böylece, meşcere büyüme modellerine de katkıda bulunabilecek sonuçlar ortaya konulacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Araştırma Alanı ve Özellikleri

Çalışmalar, 39° 45' - 40° 50' kuzey enlemleri ile 38° 45' - 40° 12' doğu boylamları arasında kalan Gümüşhane ili Torul Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) sınırları içerisinde Sarıçamın yayılış gösterdiği ormanlık alanlarda yürütülmüştür (Şekil 1). Yeryüzü şekilleri bakımından Köse, Kelkit ve Şiran ilçelerinin yer aldığı güney kesimi, yüksek bir plato özelliği gösterirken, Merkez, Torul ve Kürtün ilçelerini kapsayan kuzey kesimi oldukça engebelidir. Deniz seviyesine olan ortalama yükseltisi 1210 m'dir. Dar ve derin vadilerle birbirinden ayrılmış yüksek dağlar kuzeyin belirleyici özelliğidir. İşletme müdürlüğü alanlarındaki hakim ağaç türleri Sarıçam, Doğu Karadeniz Göknaarı, Doğu Ladini, Meşe ve Ardıçtır.



Şekil 1. Torul Orman İşletme Müdürlüğü'nün Türkiye haritasındaki konumu

Çalışma alanı, Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içinde yer almaktadır. Çalışma alanının bulunduğu bölgede hem karasal hem de Karadeniz ikliminin genel özellikleri görülmesine rağmen birbirine yakın kesimlerde bile iklimde büyük farklılaşmalara rastlanır. Alan Karadeniz ardında kaldığı ve Karadeniz'de dağların denize

paralel olmasından dolayı denizin etkisini tam olarak hissedememektedir. Fakat bölgenin Torul kısmına yakın aşağı havza kısmından geçen Harşit çayının taşıdığı nemli hava kütesinin bu alandaki iklime büyük etkisi bulunmaktadır. Kıyıda iç kesimlere doğru gidildikçe hem yağış oranı azalmakta, hem de karasallık nedeniyle sıcaklıklar düşmektedir. Doğu Karadeniz ikliminin daha çok egemen olduğu yukarı havza kısmında yaz aylarında yoğun sis görülmektedir. Alt yükseltilerde yazlar daha kurak, kışlar ılık; üst yükseltilerde ise yazlar serin, kışlar daha soğuk ve karlıdır.

Araştırma alanının iklim özelliklerinin belirlenmesinde Thornthwaite yöntemi kullanılmıştır. Gümüşhane Yağış İstasyonuna ait verilerden faydalanılarak, araştırma alanının iklim tipi Thornthwaite yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntem, yağış müessiriyeti ile birlikte toprağın nemlilik derecesi, yüzeysel akış, gerçek ve potansiyel evapotranspirasyon, su noksanı, su fazlası ve su ihtiyacı gibi çok önemli özellikleri de ortaya koymaktadır (Erinç, 1965). Thornthwaite tarafından geliştirilmiş formül;

$I_m = 100s - 60d/n$, şeklinde olup, bu formülde;

I_m = Nemlilik İndeksini,

s = Yıllık su fazlasını (cm),

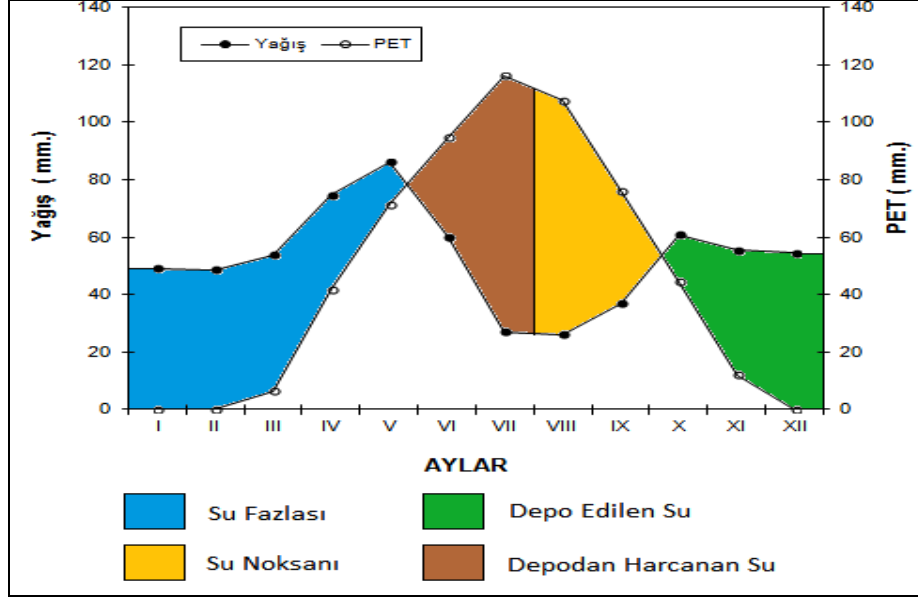
d = Yıllık su açığının yıllık toplamını (cm) ve

n = Potansiyel evapotranspirasyonun yıllık değerini ifade etmektedir.

Araştırma alanı için Thornthwaite yöntemi ile su bilançosu değerleri hesaplanmış olup, söz konusu değerler Tablo 1’de ve bu değerlere bağlı olarak oluşturulan su bilançosu grafiği ise Şekil 2’de gösterilmiştir (Tablo 1), (Şekil 2).

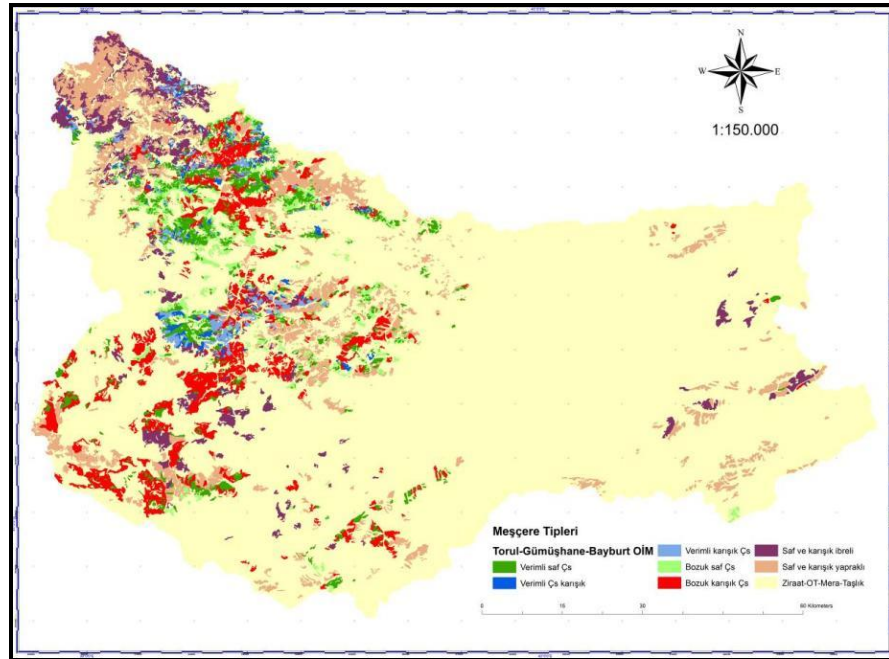
Tablo 1. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu

İklim Ölçmeleri	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	-3,7	-2,8	1,3	7,6	11,5	15,0	18,2	18,0	14,6	9,3	3,0	-1,5	7,5
Düz. miş PE (mm)	0,0	0,0	6,2	37,6	57,5	75,5	92,0	91,0	73,4	46,3	14,5	0,0	570,7
Yağış (mm)	49,0	48,6	53,9	74,6	86,1	60,1	27,0	26,1	36,8	60,8	55,5	54,6	633,1
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-34,6	-65,4	-	-	16,4	43,4	40,1	
Depolama (mm)	100	100	100	100	100	65,4	-	-	-	16,4	59,9	100	100
GET (mm)	-	-	6,4	41,8	71,4	94,7	92,4	26,1	36,8	44,4	12,1	-	426,0
Su Noksan. (mm)	-	-	-	-	-	-	23,8	81,6	39,3	-	-	-	144,7
Su Fazlası (mm)	49,0	48,6	47,5	32,8	14,7	-	-	-	-	-	-	14,5	207,1
Yüzey. Akış (mm)	31,7	48,8	48,1	40,2	23,8	7,3	-	-	-	-	-	7,2	207,1
Nemlilik Oranı	49,0	48,6	7,5	0,8	0,2	-0,4	-0,8	-0,8	-0,5	0,4	3,6	54,6	



Şekil 2. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanının iklim diyagramı

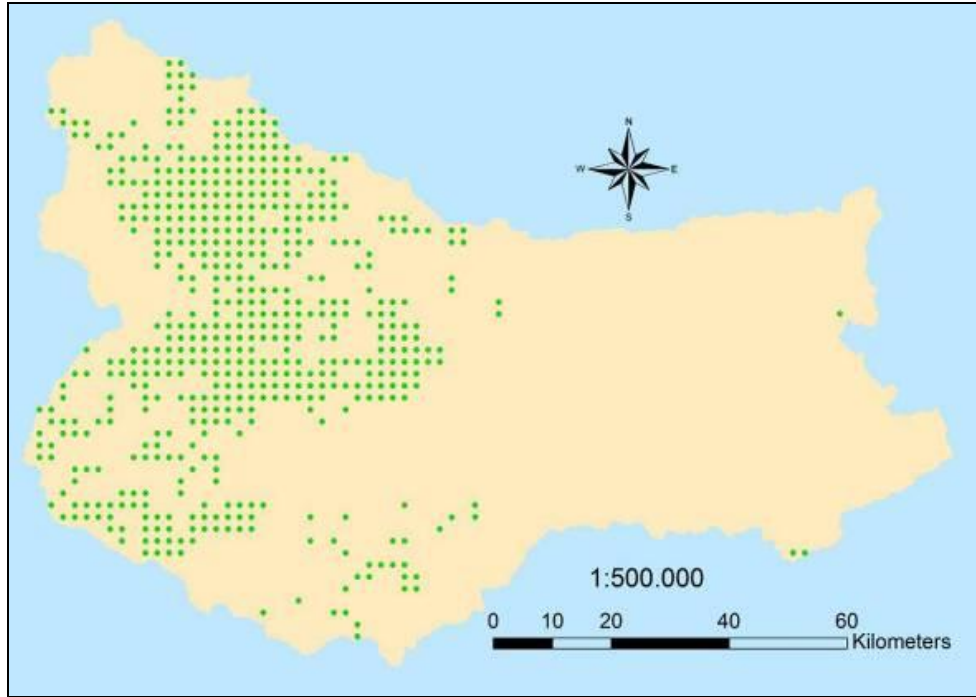
Araştırma alanında yer alan ve amenajman planı yenileme çalışmaları Gümüşhane, Kelkit, Şiran ve Karanlıkdere planlama birimlerinde 2012-2013 yıllarında tamamlanmıştır. Bu şefliklere ait kontrolleri tamamlanmış güncel meşcere tipleri haritası ve çalışma alanına ait güncel ormanlık alan durumunu gösteren harita elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Torul Orman İşletme Müdürlüğü, yeniden sınıflandırılmış meşcere tipleri haritası

2.2 Örnekleme Alanlarının Belirlenmesi

Çalışma alanının tamamında 2x2 km karelaj sistemi oluşturulmuş ve bu karelaj sisteminin oluşturulmasında, araştırma alanında yayılış gösteren orta yaşlı-yaşlı sarıçam meşcerelerinin seçiminde amenajman planlarındaki sayısal meşcere tipleri harita altlıkları kullanılmıştır. Aynı zamanda sayısal veri tabanı kullanılarak, çalışma alanına ilişkin eğim ve bakı haritaları oluşturulmuş ve bu haritalar örnekleme alanlarının seçiminde dikkate alınmıştır. Oluşturulan karelaj sisteminin kesişim noktalarında ve bu noktalardan 500 metre yarıçaplı bir uzaklıktaki alan içerisinde orta yaşlı ve yaşlı sarıçam meşcerelerinin de ön değerlendirmeler yapılarak çalışma amacına uygun (çağ, ökse otu durumu, eğim, bakı, yükselti) 559 örnekleme alanı belirlenmiştir. Eğim, bakı, yükselti ve yetiştirme ortamı özellikleri dikkate alınarak alanı temsil edecek yaklaşık 150 adet örnekleme alanında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Belirlenen potansiyel örnekleme alanları tekrar bir değerlendirmeye tabi tutulduktan sonra 11 örnekleme alanında, 43 adet (14 ökse otsuz 29 ökse otu bulunan) ağaç üzerinde çalışmalar yürütülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Araştırma alanında 2x2 karelaj ağına göre örnekleme alanı olarak seçilmesi uygun potansiyel örnekleme noktalarının alan genelindeki dağılımı

2.3 Örnekleme Alanlarında Yapılan Çalışmalar

2.3.1. Ökse Otu Yoğunluğunu Belirleme Çalışmaları

Örnekleme alanlarında her bir ağaç için çap, boy, tepe çapı, tepe boyu, çap artımı belirlenmiştir. Ağaçların çapı, bir çap ölçerle göğüs yüksekliği seviyesinden birbirine dik iki ölçümle gerçekleştirilmiştir. Ağaç boyu ve ağaç tepe boyu elektronik boy ölçerle belirlenmiştir. Ağaçların tepe çapı, yerden şerit metre ile ağaç tepelerinin yerdeki izdüşümünün birbirine dik iki ölçümü alınarak belirlenmiştir.

Ağaçlardaki çap artımı, çap artım burgusu ile düzgün gövdeli (daire) bireylerde tek, eksantrik gövdeli (elips) bireylerde ise birbirine dik olarak ağacın özüne ulaşacak şekilde alınan iki artım kalemi ile belirlenmiştir. Ağaç yaşı artım kalemlerindeki yıllık halkaların sayılması ile belirlenmiştir.

Örnekleme alanlarında ökse otu yayılışının belirlenmesi amacıyla ökse otu bulunma durumları ve yetiştirme ortamını tanımlayıcı bazı parametreler ölçülmüştür. Konukçu uyumluluğu (sarıçam bireyinin bulaşma için uygunluğu) ve yetiştirme ortamı verim gücünün ökse otunun yayılışı ve miktarı üzerinde önemli bir düzenleyici etmen olduğu bilinmektedir (Norton ve Reid, 1997). Bu sebeple, örnek alanlardaki konukçu uyumluluğunun belirlenmesinde ağaçların meşcere içerisindeki sosyal konumları ile dış görünüş özelliklerine ilişkin gözlemler de yapılarak değerlendirmeler arazi karnesine not edilmiştir.

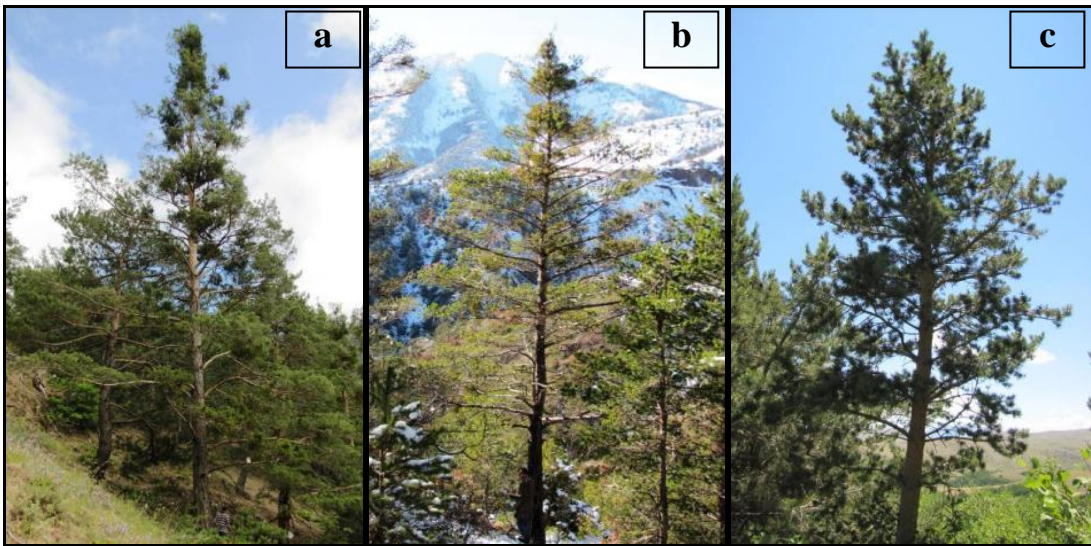
Ökse otunun ağaç üzerindeki miktar ve yoğunluğunun belirlenmesinde farklı uygulama ve yöntemler bulunmaktadır (Dobbertin ve Rigling, 2006; Barbu, 2009; Hawksworth, 1977; Hawksworth ve Wiens, 1996; Trummer vd., 1998; Hofmann vd., 2007; Çatal ve Carus, 2011). Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan 6 dereceli bodur ökse otu sınıflandırma sistemi dikkate alınmıştır (Hawksworth, 1977; Hawksworth ve Wiens, 1996; Trummer vd., 1998; Hofmann vd., 2007; Çatal ve Carus, 2011). Bodur ökse otu sınıflandırma sisteminde, bulaşma derecesi 6 sınıf dikkate alınarak belirlenmektedir (Hawksworth, 1977). Bu yöntemde ağacın tepesi 3 eşit bölüme ayrılır ve her üç bölüm için ökse otunun dallarda bulunma durumu dikkate alınarak %50 ve aşağısı için "1" değeri, %50'den yukarısı için ise "2" değeri verilir. Toplam oranın belirlenmesinde ağaç tepesinin her üç bölümü için verilen oranlar toplanır. Bulaşma derecesine göre sınıflar; bulaşmanın olmadığı bireyler için "0" değeri, hafif bulaşma için "0.1-2.0", orta derecede bulaşma için

"2.1-4.0", yüksek derece bulaşma için "4.1" ve "6.0" arasında değişen değerler verilmek suretiyle belirlenir (Şekil 5).

Açıklamalar		Örnek
1. Aşama	Canlı tepe çatısı 3 e ayrılır	Herhangi bir bulaşma yok ise oran (0) dir
2. Aşama	Tepenin 3 bölümü için 0, 1 ve 2 oranları verilir. (0) ökseotu bulaşmamış (1) hafif bulaşma (her üç bölümde dalların %50'si veya daha azında) (2) ağır bulaşma (her üç bölümde dalların %50'sinden fazlasında)	Hafif bulaşma var ise oran (1) dir Ağır bulaşma var ise (2) dir
3. Aşama	Tüm ağaca ilişkin oranı bulmak için her üç bölüm için verilen oranlar toplanır	Şekildeki ağaç örneğinde olduğu üzere verilen oranlar toplanır. $0+1+2=3$

Şekil 5. Hawksworth'un 6 dereceli bodur ökse otu sınıflandırma sistemi (Hawksworth, 1977)

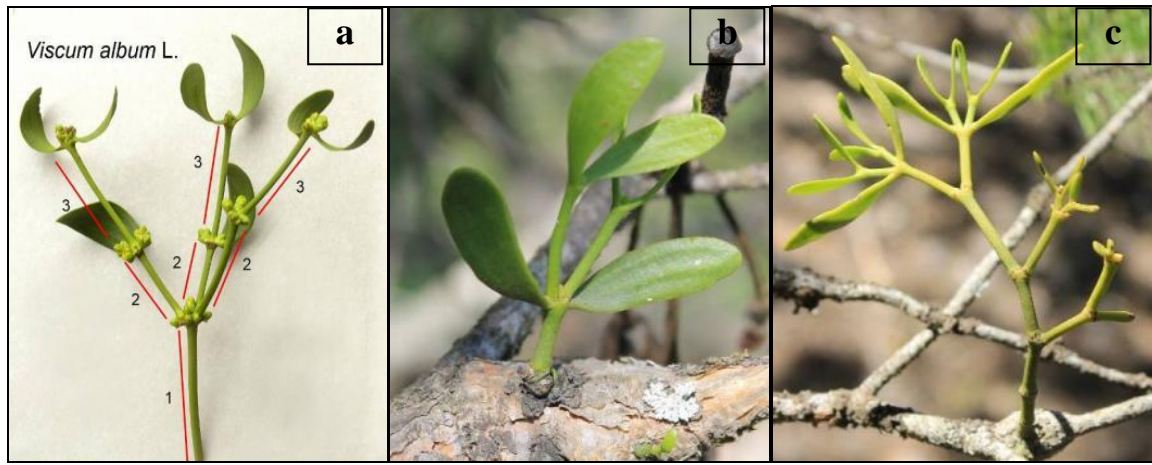
Örnekleme alanlarında ölçümü yapılan tüm ağaçlarda ökse otu bulaşıklık durumları gözlemlenerek arazi envanter karnelerine not edilmiştir. Örnekleme alanlarındaki farklı ökse otu bulaşıklık değerlerindeki ağaçların mevcut durumlarını gösterir resimleri aşağıda verilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Ökse otu bulaşıklığının yüksek (a), az (b), ve bulaşıklığın olmadığı (c) sarıçam bireyleri

2.3.2. Ökse Otunda Morfolojik Yaş Tayini Çalışmaları

Ökse otlarında yaş tayini anatomik ve morfolojik olarak iki farklı yöntem ile yapılabilmektedir (Srivasta ve Esau, 1961; Calvin, 1967; Dawson vd., 1990). Bu çalışmada araziden alınan örnekler üzerinde yaş tespitine yönelik iki yöntemde uygulanmıştır. Morfolojik olarak yaş tespiti yöntemi, ökse otu öbeği içerisindeki en uzun dal üzerindeki çatallanmaların her birinin bir yıllık artım olduğu düşüncesinden hareketle ökse otu yaşının tespitine dayanır (Dawson vd., 1990) (Şekil 7).



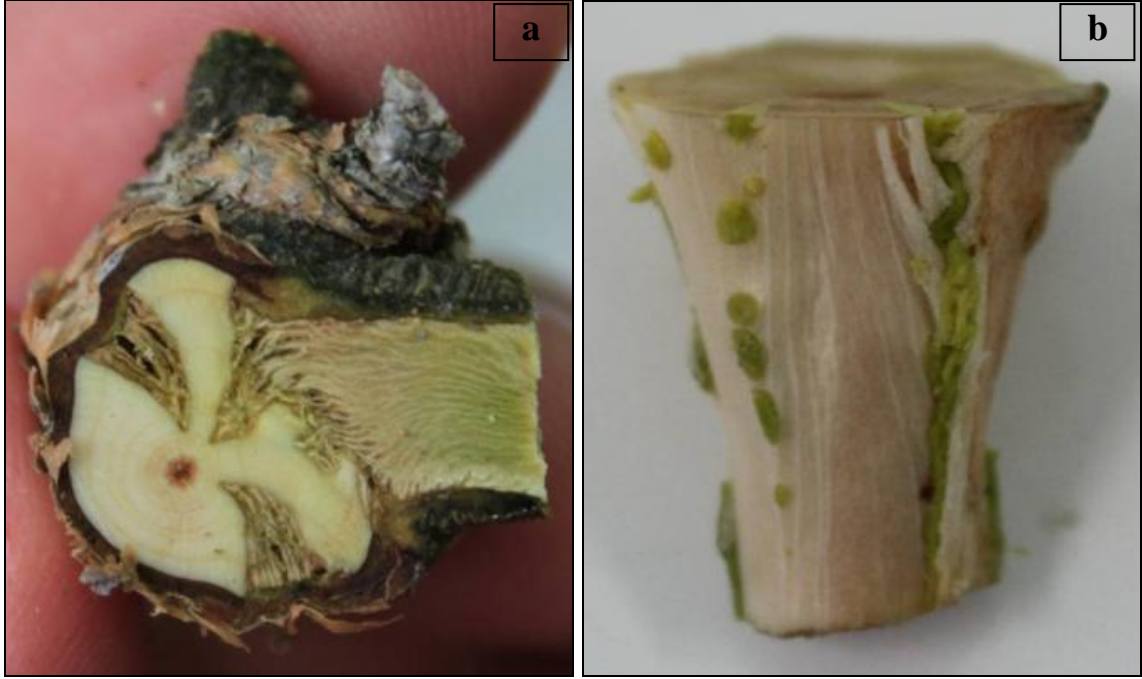
Şekil 7. Ökse otu (*Viscum album L.*)' nun morfolojik yaş tespitinde dalın üzerinde bulunan her bir boğum ökse otunun yaşını ifade etmektedir

Bu kapsamda, arazi çalışmalarında ökse otu bulaşmış dal örnekleri alınırken ökse otu öbeklerinin mümkün olduğunca zarar görmemesine özen gösterilmiş (Şekil 8) ve ökse otunun dala birleşik olduğu noktadan itibaren yıllar itibariyle gerçekleştirdiği dallanmalar ve bu dallanmalardaki boğum sayıları dikkatli bir şekilde ve birbirinden farklı en az 3 ayrı ökse otu dalında olmak üzere arazide belirlenmiş ve arazi envanter karnesine not edilmiştir. En uzun boğumlar dikkate alınarak tespit edilen yaşlar ilgili örneklerin laboratuvar ortamında anatomik yaş tayini tespiti ile belirlenen yaş ile daha sonra karşılaştırılmasında kullanılmıştır.



Şekil 8. Ökse otu örneklerinin konukçu ağaçlardan alınması

Anatomik yaş tespiti çalışmalarında, ökse otunun ağaca arız olduktan sonra oluşturmuş olduğu emici kökler (haustoriumlar) dikkate alınmaktadır. Haustoriumlar dalların koruyucu dokularının içerisine ışımsal olarak girer ve kambiyuma ulaşır. Daha sonra bu basit kökten ya aşağı (Şekil 9a) ve yana (Şekil 9b) doğru ilerleyen yan kökler çıkar ve bu kökler her sene kambiyum tabakasına doğru 1-2 tane kökçük daha oluşturur. Bu köklere dalıcı kökler adı verilir. Bunlar oduna doğrudan girmeyip her yıl yıllık halka kalınlığı kadar odun içinde kalarak oduna pasif olarak girmiş olur. Dalıcı köklerin yaşı konukçunun yıllık halkalarından bulunabilmektedir. En uzun dalıcı kök en eski olduğu için ökse otunun ağaca arız olduğu yılı, dolayısıyla ökse otunun yaşını vermektedir (Srivasta ve Esau, 1961; Dawson vd., 1990; Bilgili vd., 2013).

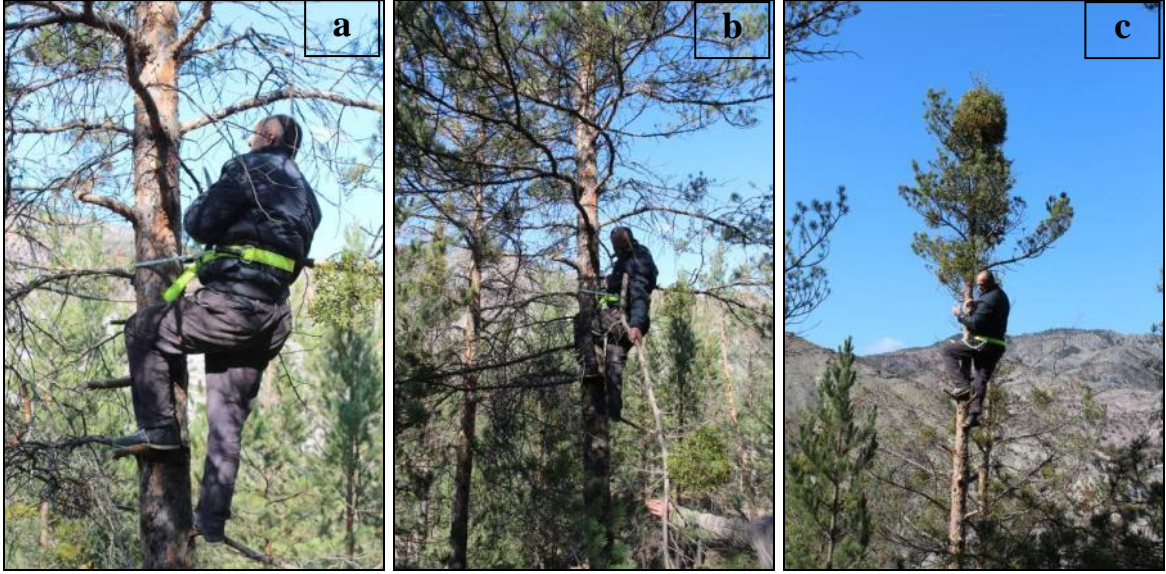


Şekil 9. Houstoriumların, ökse otunun ağaca arız olduktan sonra odunun üzerindeki aşağı (a) ve yana (b) hareketi

2.3.3. Tam Ağaç Örnekleme Arazi Çalışmaları

Tam ağaç örnekleme arazi çalışmalarında, ökse otu bulaşmış ve bulaşmamış sarıçam ağaçlarında ibre ve ökse otu biyokütlesinin belirlenmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Tam ağaç örnekleme için seçilen ağaçlar, arazi örnekleme çalışmaları sırasında gözlemlenen ökse otu bulaşıklık durumları değerlendirilerek belirlenmiştir. Arazi örnekleme sırasında ölçümleri yapılan ağaçlardan tam ağaç örnekleme için uygun görülen bireyler, örnekleme alanı arazi envanter karnesine işlenmiştir. Bunun yanı sıra, örnekleme alanı içine girmeyen fakat aranılan özelliklerdeki bazı ağaçlar ise örnekleme alanı yarıçapının en fazla iki katı kadar bir mesafe içinde belirlenmeye çalışılmıştır. Bu şekilde belirlenen ağaçlarda örnekleme alanı için yapılması gerekli ölçümlerin hepsi tamamlanmıştır.

Üzerinde ökse otu bulunan ağaçlarda gerçekleştirilecek çalışmalarda ilk olarak ökse otlarının zarar görmeden ağaçtan alınması gerekmektedir. Bu amaçla temel güvenlik önlemleri alındıktan sonra, bir işçi ağaca tırmanmış ve alt dallardan başlamak üzere ökse otlarının zarar görmeyeceği bir biçimde kesilerek zemine indirilmesi sağlanmıştır. Bu işlem ağacın tepesine kadar gerçekleştirilmiştir (Şekil 10a, 10b, 10c).



Şekil 10. Tam ağaç örnekleme çalışmaları sırasında örnek olarak kesilen 33 numaralı (a, b, c.), ağaçlar üzerinde gerçekleştirilen arazi çalışmalarından genel görüntüler

Ökse otu bulunmayan ağaçlarda ise ağaç devrildikten sonra ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 11a, 11b, 11c). Benzer şekilde, üzerinde ökse otu bulunan veya bulunmayan dallar üzerinde bulunan ibreler daldan ayrılarak ağacın ait olduğu bölüm dikkate alınarak kaydıyla arazide toplam yaş ağırlıkları belirlenmiştir.



Şekil 11. Ökse otsuz ağaç olarak kesilen ağaç üzerinde gerçekleştirilen arazi çalışmalarından genel görüntüler (a, b, c)

Arazide yaş ağırlıkları tespit edilen toplam ibre biyokütlesi içinden fırın kurusu ağırlıklarının tespit edilmesi işlemleri için gereken miktarda (toplam biyokütlenin yaklaşık %10'u) örnek alınmış ve arazide hassas terazi ile tartılmak suretiyle yaş ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 12)



Şekil 12. Tam ağaç örnekleme çalışmalarında ibre biyokütlesinin belirlenmesine yönelik arazi çalışmalarından görüntüler (a) ve (b)

Çalışma kapsamında ökse otu biyokütlesinin bilinmesi ve geçmişe yönelik biyokütlenin tahmin edilmesi gerekmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için ökse otunda yaş tayini önem arz etmektedir. Ökse otlarında yaş tayini arazide morfolojik ve laboratuvar ortamında anatomik yöntem olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kesilen ve zemine indirilen dallar üzerindeki ökse otlarına ilişkin allometrik ölçümler tamamlandıktan sonra ölçümü gerçekleştirilen ökse otları numaralandırılarak, ait olduğu ağaç numarası, örnek numarası ve konum bilgilerinin bulunduğu bir karne ile poşetler içine konulmuştur (Şekil 13). İbrelerin arazide yaş ağırlıkları belirlendikten sonra, toplam ibre biyokütlesini temsil edecek miktar ve nitelikte ibre örneği alınarak darası alınmış özel poşetler içerisinde 0,01 gr hassasiyetinde tartılmış, ağırlıkları konuldukları naylon torba üzerine yazılmış ve arazi envanter karnesine kaydedilmiştir.



Şekil 13. Tam ağaç örnekleme çalışmalarında ökse otlu ağaçlar üzerindeki çalışmalardan genel görünüm (a) ve (b)

Ağaçlar, üzerlerinde yapılan ölçümlerin ardından gerekli güvenlik önlemleri alındıktan sonra motorlu testere ile toprak seviyesinin hemen üstünden kesilerek devrilmiştir. Şerit metre yardımıyla boyları tekrar ölçülmüş, göğüs yüksekliği ve tepe başlangıç yüksekliği olmak üzere önce 2 seksiyona, daha sonra tepe yüksekliği kendi arasında 1/3 lük eşit uzunluklarda alt, orta ve üst seksiyonlara ayrılmıştır. Her bir seksiyondan 5 cm kalınlığında tekerlekler kesilerek, üzerlerine örnek alan numarası, ağaç numarası, alındığı kısım gibi bilgiler yazıldıktan sonra numaralandırılmış naylon torbalar içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. 24 numaralı ağaçtan gövde kesitlerinin alınması

2.4 Laboratuvar Çalışmaları

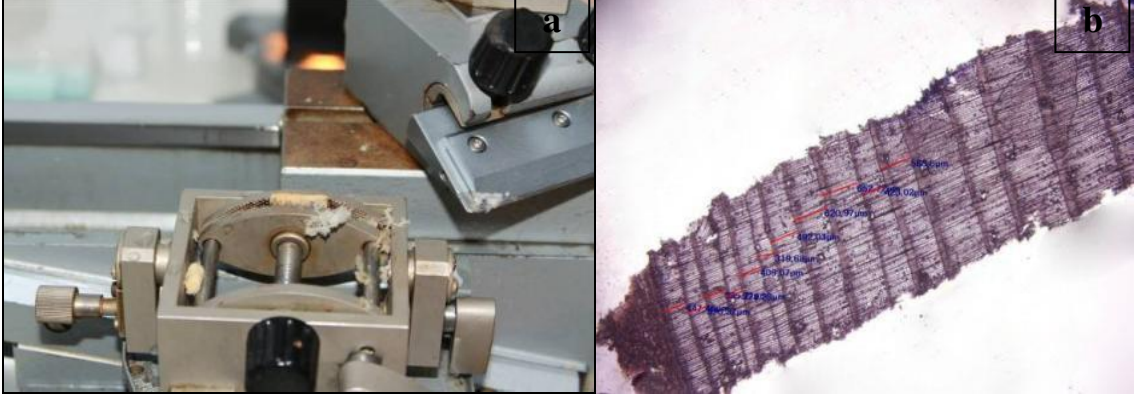
2.4.1. Artım Kalemlerinin Ölçümü Çalışmaları

Örnekleme alanlarındaki ağaçlardan çap artım burgusu ile ağacın özüne ulaşacak şekilde alınan artım kalemlerinde yaş tespiti yapılmış, yaş ölçümleri işlemi tamamlanan her bir artım kaleminin son 15 yıllık artımını içeren kısmı koruyucu muhafaza kabına alınmıştır. Her bir kabın üzerine örnekleme alanı ve ağaç numarası yazılmıştır. Bu örnekler laboratuvar ortamına taşınarak soğutucularda analiz çalışmalarına kadar muhafaza edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Arazide örnekleme alanlarındaki ağaçlarda yaş tespiti için artım burgusu ile yaş ölçümü (a) ve son 10 yıllık artımların belirlenmesinde kullanılacak örneklerin poşetlenip numaralanması işlemleri (b)

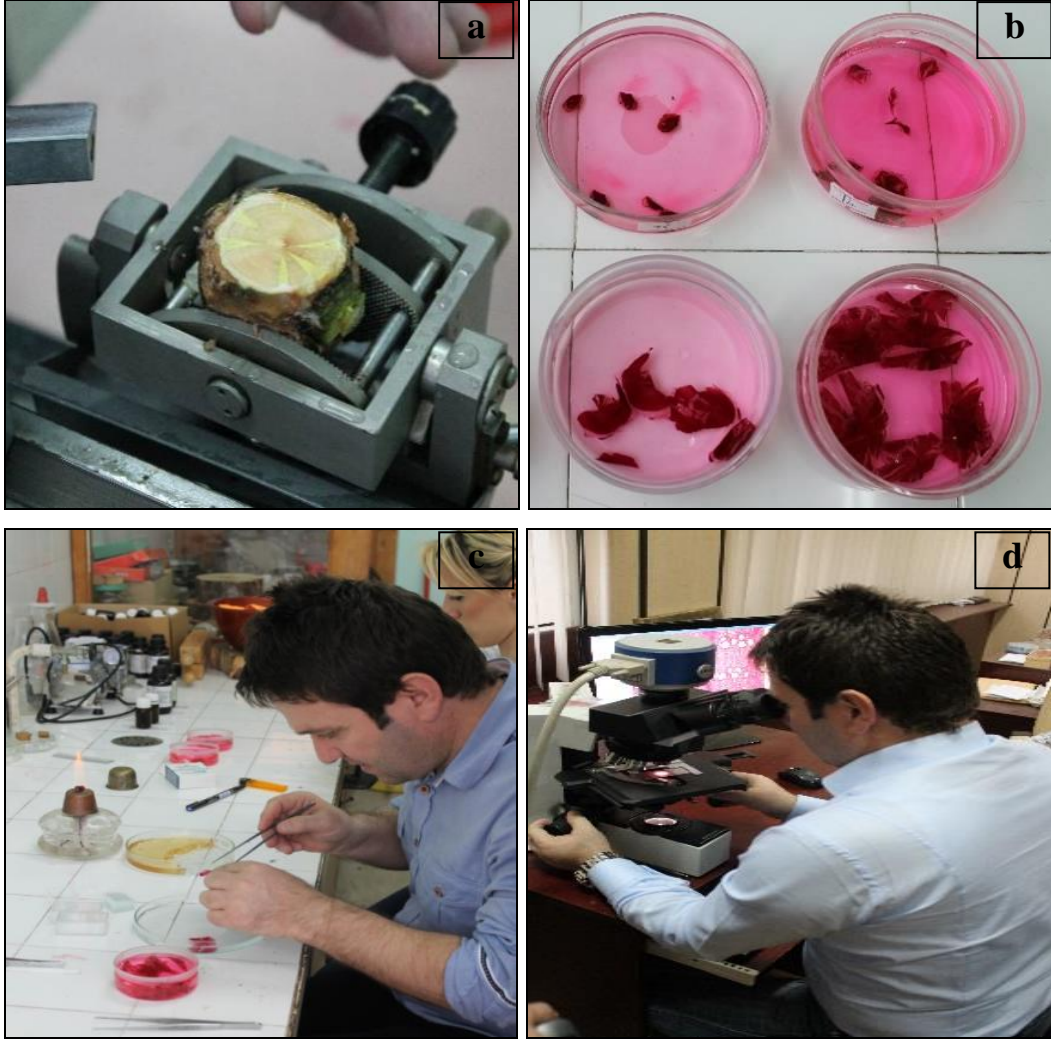
Laboratuvar ortamında arazide alınan örneklerden kesitler alınmış ve son 15 yıllık çap-çap artımı değerleri mikroskop altında hassas bir şekilde belirlenmiştir (Şekil 16). Bu değerlerden her bir yıla ait çap ve çap artımından yıllık diri odun yüzey alan artımı belirlenmiştir.



Şekil 16. Artım kalemlerinden kesitlerin alınması (a) ve yıllık halka genişliklerinin belirlenmesi (b)

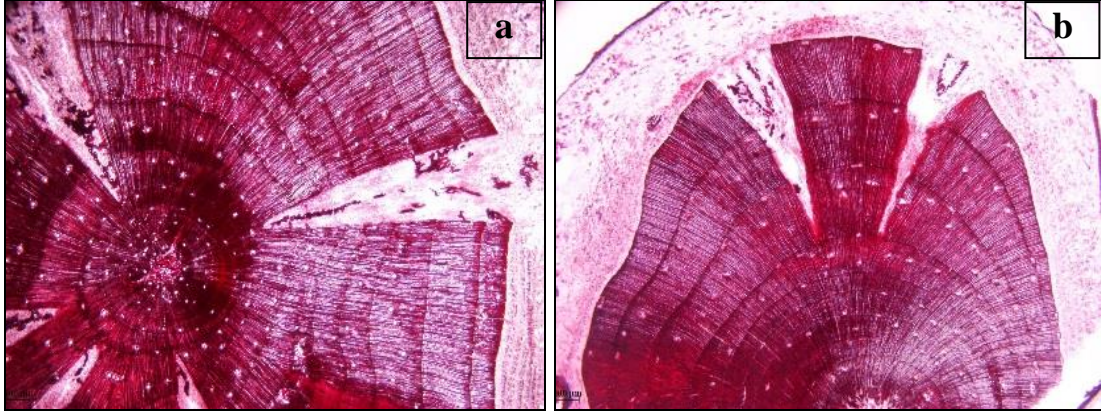
2.4.2. Ökse Otunda Anatomik Yaş Tayini Çalışmaları

Araziden örnekleme yapılarak laboratuara getirilen ökse otu bulaşmış sarıçam dal örneklerinin yaşları ve ökse otunun arız olduğu yaş ve yıllık halkaları belirleyebilmek için kesit alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Buradaki yöntemde odun elemanlarının (iletim dokularının) normal konumlarında incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, önce ökse otunun dala arız olduğu yer testere ile enine yönde kesilerek mikrotom ile ince kesitler alınmaya hazır hale getirilmiştir. Daha sonra, örneklerdeki ökse otu emeçlerinin sayısı, bulaştığı yıllık halkayı ve ökse otunun yaşı ile dal örneğinin yaşının belirlenebilmesi için Reichert Kızaklı mikrotom yardımıyla ökse otu bulaşmış dal örneklerinden enine yönde (transversal) 15-20 µm kalınlığında ince kesitler alınmıştır (Şekil 17a). Alınan kesitler devamlı preparatlar haline getirilmeden önce, 15-20 dakika sodyum hipokloritte saydamlaştırılmış, bu sürenin sonunda damıtık su ile yıkanmıştır. 1-2 dakika süre ile asetik asit ile ortam nötrleştirilip damıtık su ile yıkandıktan sonra safranin ile boyatılmıştır (Şekil 17b). Boyama işleminden sonra damıtık su ile iyice yıkanan kesitler sırası ile %50, %75, %95 alkol serilerinden geçirilerek enine kesitler "bazik fuksin"li gliserin-jelâtin içerisinde devamlı preparatlar haline getirilmiştir (Ives, 2001; Serdar vd., 2008) (Şekil 17c). Daimi preparatları yapılan örneklerin mikro fotoğrafları, Olympus BX 50 dijital fotoğraf mikroskobu ile çekilmiş ve Görüntü İzleme ve Analiz Sistemi (BAB, 2000) ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır (Şekill 17d).



Şekil 17. Ökse otu bulaşmış örneklerden ökse otunun dala bulaştığı kısımdan 15-20 μm kalınlığında enine kesitlerin alınması (a), Enine kesitlerin safranin ile boyanması (b) daimi preparatların hazırlanması (c), Daimi preparatların Olympus BX 50 dijital fotoğraf mikroskobu ile fotoğraflarının çekilmesi ve Anatomik yaş tayini (d)

Görüntü üzerinden yıllık halkalar sayılarak ökse otunun yaşı ile ökse otunun bulaştığı yıl belirlenmiştir (Şekil 18a, 18b). Bunlara ait resimler bilgisayar ortamında ayrıca elde edilmiştir.



Şekil 18. Ökse otu bulaşmış dallardan alınan enine kesitlerin mikroskop analizleri için fotoğraflarının çekilmesi ve houstorium ökse otunun bulaştığı (ökse otu yaşı) yıllık halka yaşı ile dal yaşının belirlenmesi çalışmaları. 9 yaşındaki ökse otu (a) 3 yaşındaki ökse otu (b). (Bar = 400 μ m)

2.4.3. Tam Ağaç Örnekleme Laboratuvar Çalışmaları

Tam ağaç örnekleme çalışmalarında kesilen ağaçlardaki ibre ve ökse otu yaprak biyokütle miktarlarının belirlenmesinde laboratuvara getirilen örneklerin biyokütlelerinin belirlenmesi için, ibre-dal ve ökse otu dal şeklinde ibre ve ökse otu biyokütlesi belirlemeye yönelik işlemler gerçekleştirilmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Arazide kesilen ve bütün canlı dalları laboratuvar ortamına taşınan sarıçam ağaçlarında tam ağaç biyokütle tespiti çalışmalarından görünüm (a,b,c)

İbre miktarının belirlenmesinde ibrelerin ait oldukları dallardan yolunarak uzaklaştırılması işlemi uygulanmıştır. Ökse otu biyokütlerinin belirlenmesinde ise ökse otunun dal ile birleştiği boğumdan kesilmesi suretiyle elde edilen ökse otu öbeğinin tamamı dikkate alınmıştır. İbre ve ökse otu kuru ağırlıkları aşağıdaki formülle (1) hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Fırın Kuru Ağırlık} = \text{Toplam Yaş Ağırlık} \times \left(\frac{\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}}{\text{Kuru Ağırlık}} \right) \quad (1)$$

İbre yüzey alanlarının belirlenmesinde birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada ibre yüzey alanlarının belirlenmesinde tarayıcı ve görüntü analiz sistemi (Bs200pro) kullanılmıştır (Mencuccini ve Bonosi, 2001). Araziden laboratuvara getirilen ökse otu bulaşmış ve bulaşmamış toplam 376 dal örneğinin her birinden o daldaki ibreleri temsil edebilecek nitelikteki 30 tane ibre alınmak suretiyle toplam 11590 adet ibre henüz yaş iken düz bir şekilde beyaz kağıtlar üzerine görünmez bant ile ibrelerin kıvrılmasını önlemek amacıyla yapıştırılmış ve üzerlerine etiket bilgileri yazılmıştır. Yapıştırılan ibrelerin arka yüzeylerine nem çıkışını kolaylaştırmak amacı ile iğne ile birkaç delik açılmıştır (Şekil 20).



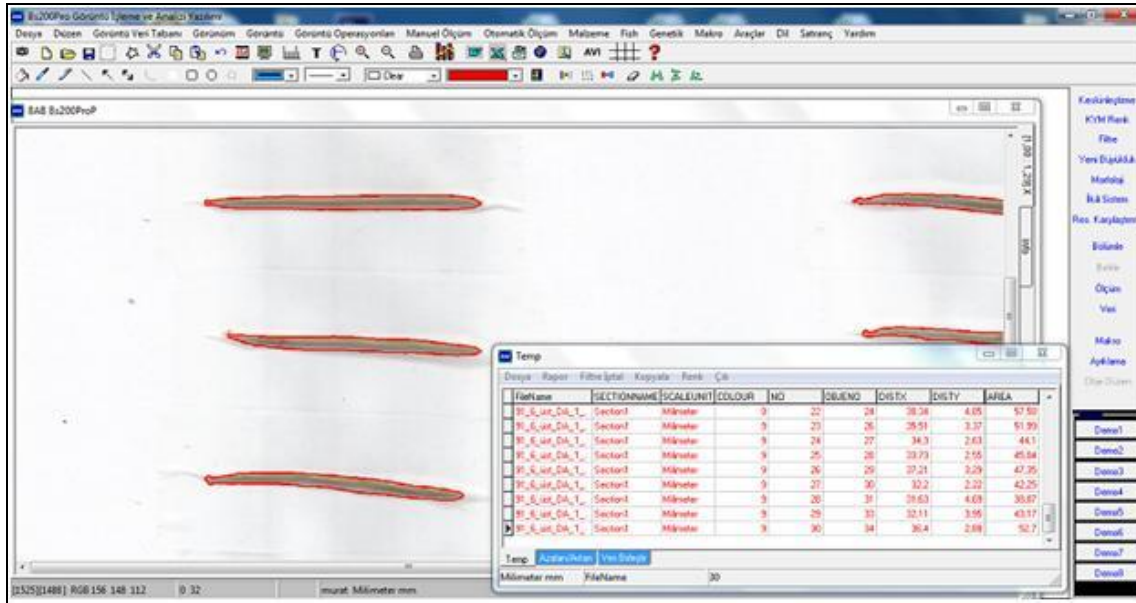
Şekil 20. İbrelerin şeffaf bant ile kağıtlar üzerine yapıştırılması işlemi

İbrelerin yapıştırıldığı kağıtlar nem ve hava çıkışını kolaylaştıracak oluklu kartonlar arasına konularak ahşap ızgara arasına sıkıştırılmış ve fırın içerisine dik konumda yerleştirilmiştir. Fırında 105 °C'de 24 saat bekletilerek fırın kuru hale gelmeleri sağlanmıştır (Şekil 21).



Şekil 21. İbrelere oluklu kartonlar arasına yerleştirilmesi ve fırına yerleştirilmesi (a) ve (b)

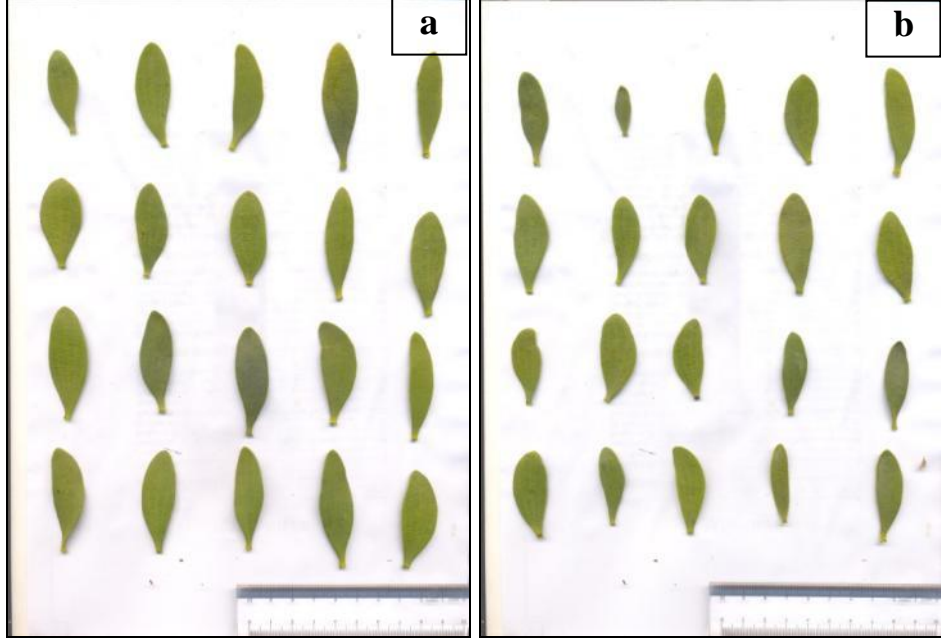
Fırın kurusu hale gelen ibrelere kağıtları üzerine kalibrasyon için gerekli olacak cetvel yerleştirilip yüksek çözünürlüklü tarayıcı ile taranarak görüntüler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Aktarılan görüntüler üzerinden Bs200pro görüntü analiz programı kullanılarak ibrelere boy (cm), genişlik (cm), alan (cm²) değerleri elde edilmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. İbrelere uzunluk, genişlik ve yüzey alanlarının tespiti

Araziden laboratuvara getirilen ökse otu örnekleri, fırın kurusu ağırlıklarının belirlenmesi için alüminyum kaplar içerisine yerleştirilerek havalandırılmalarının ve nem çıkışlarının en iyi olabileceği konumda fırına yerleştirilmişlerdir. Fırında 24 saat ve 105 °C'de ağırlıklarında bir değişiklik olmayıncaya kadar bekletilen örneklerin 0,01 gr hassasiyetinde fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Fırın kurusu hale gelen ökse otları

kağıt üzerine kalibrasyon için gerekli olacak cetvel yerleştirilip yüksek çözünürlüklü tarayıcı (1200 dpi) ile taranarak görüntüler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Aktarılan görüntüler üzerinden Bs200pro görüntü analiz programı kullanılarak ökse otu yapraklarının boy (cm), genişlik (cm), alan (cm²) değerleri elde edilmiştir (Şekil 23).



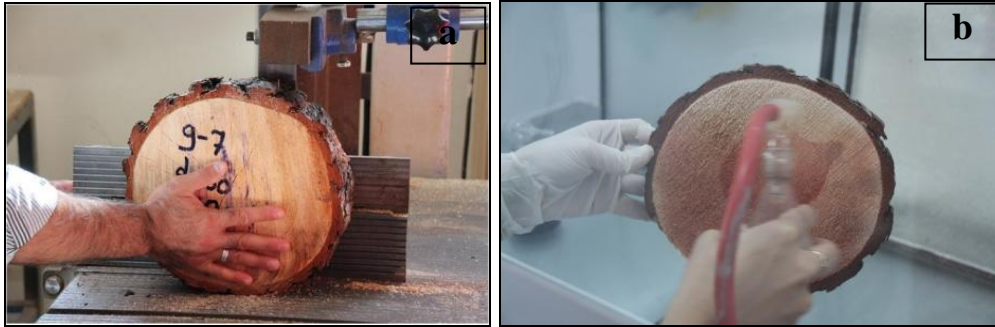
Şekil 23. Ökse otu yüzey alanlarının tespitinde taranan ökse otu yaprakları (a) ve (b)

Diri ve öz odun alanlarının belirlenmesi çalışmaları kapsamında tam ağaç örnekleme çalışmalarında ağaçların gövdelerinden temin edilen kesitler üzerinde gerekli ölçümler yapılmıştır. Ağaç gövdelerinin merkeze yakın kesimlerinde oluşan koyu renkli kısma öz odunu, öz odununun çevresinde oluşan açık renkli odun kısmına da diri odun denir (Merev, 2003) (Şekil 24). Fakat her odunda bu ayırım gözle görülebilecek şekilde değildir. Bu nedenle diri odun ile öz odun arasında belirgin farkların bulunmadığı türlerde bu ayrımı yapmak için birçok farklı metot kullanılmaktadır. Bu çalışmada diri odun alanlarının belirlenmesi için Sarıçamda öz odunu belirteci olan benzidine ile boyama metodu kullanılmıştır (Koch ve Kreig, 1938; Holz, 1959; Rust, 1999).



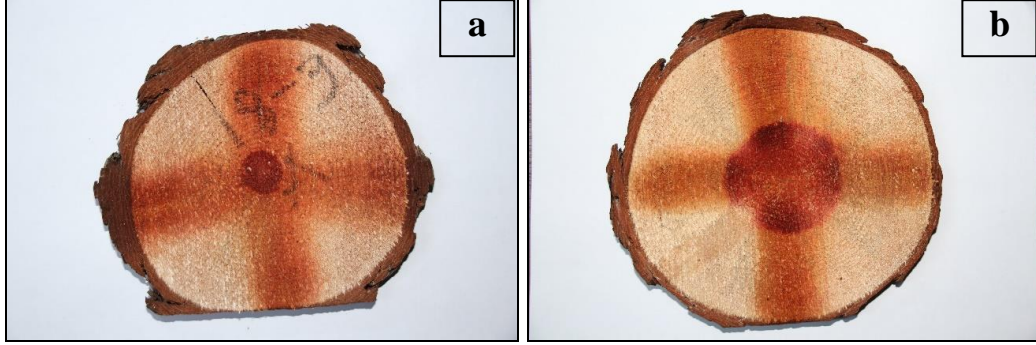
Şekil 24. Arazi çalışmalarında genç bir sarıçam ağacının öz odun ve diri odun kısımlarından görünüm. Koyu renkli alan öz odun, açık renkli alan ise diri odun alanı göstermektedir.

Araziden getirilen odun disklerinin kimyasal uygulaması yapılacak yüzeyleri KTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Ağaç İşleri Atölyesinde şerit testere ile düzleştirilmiştir (Şekil 25a). Belirteç; sodyum nitrit, hidroklorik asit, benzen ve saf sudan oluşan sıvı bir çözelti şeklinde hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti, çeker ocak içerisinde atomizer kullanılarak yüzey alanlarına homojen bir şekilde püskürtülmüştür (Şekil 25b).



Şekil 25. Diri odun alanı belirlenecek gövde kesitlerinden, düzgün yüzey kesitlerinin elde edilebilmesi için şerit testere ile kesilmesi ve çözeltinin atomizerle kesite uygulanması (a) ve (b).

Uygulama sonucunda öz odunu belirteç ile reaksiyona girerek koyu kırmızı renk alırken diri odun tepkime sonucu sarı renk almıştır. Diri odunu ve öz odunu bu şekilde belirlenen tekerlekler cetvel ile taranarak BsPro200 görüntü analiz sistemi ile öz odunu ve diri odun alanları tespit edilmiştir (Şekil 26a, 26b).



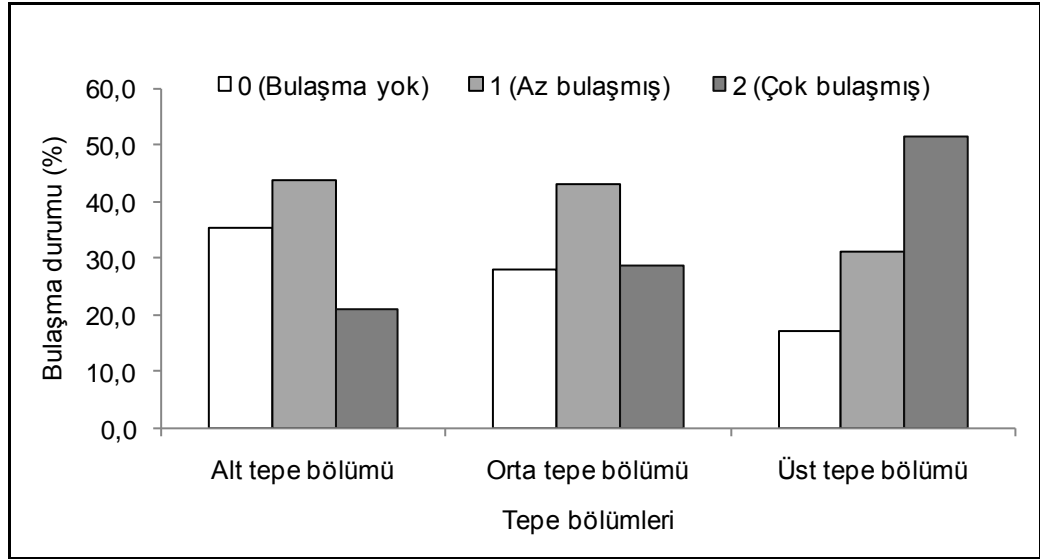
Şekil 26. Diri odun ve öz odunda oluşan renklenme belirtileri (a) ve (b)

3. BULGULAR

3.1 Ökse Otunun Ağaç Üzerinde Bulunma Durumuna İlişkin Analizler

Örnekleme alanlarında ölçümleri gerçekleştirilen ağaçlardaki ökse otunun bulaşma durumu ve konukçu üzerindeki dağılımları dikkate alınarak, konukçu üzerindeki bulunuşu hakkında değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Ökse otu bulaşıklığının görüldüğü ağaçlarda yapılan değerlendirmelerde, ağacın tepe bölümlerinde ökse otu ışık (kapalılık) ilişkisi irdelenmiştir. Buna göre çok bulaşık olma durumunun ağacın genellikle üst tepe bölümünden başladığı ve en yüksek ilişkinin üst tepe bölümünde bulunduğu, orta bölümünde derecesini azaltarak, ağacın alt tepe bölümünde en düşük şekilde gerçekleştiği bulunmuştur. Ağacın tepe bölümlerine göre ökse otu bulaşıklık durumunun yüzde olarak dağılımları Şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27. Ökse otu bulaşıklık durumunun ağacın tepe bölümlerine dağılımı

3.2 Artım Kalemleri Ölçümlerine İlişkin Bulgular

Ölçümleri gerçekleştirilen ağaçların ortalama $d_{1.30}$ çapı 28,5 cm olup, ortalama yaşı ise 69 olup, genel ortalama değer olarak en düşük artım 0,0086 mm ve en yüksek artım 187,61 mm olup, son 15 yıllık ortalama artım değeri ise 0,1524 mm olarak bulunmuştur.

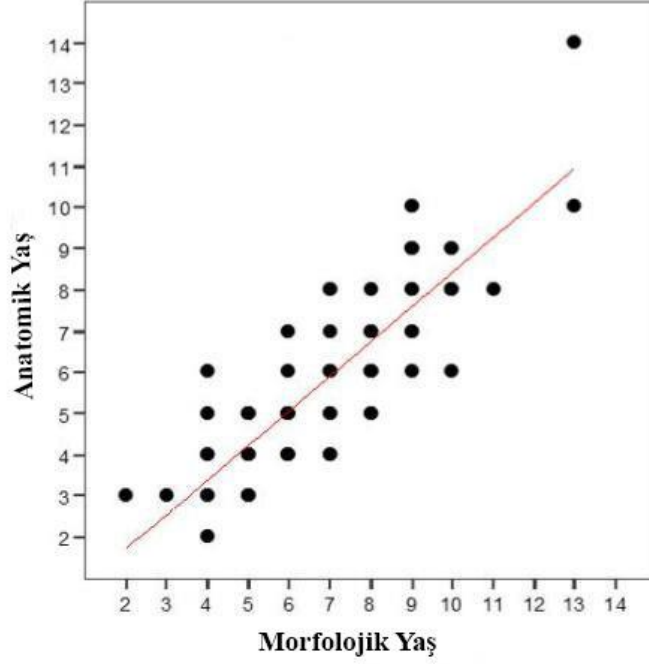
Bulaşmanın olmadığı örnekleme alanlarında ölçümleri yapılan ağaçlar için en düşük artım 0,0086 mm ve en yüksek artım 140 mm dir. Bulaşmanın olmadığı ağaçlardaki son 15 yıllık ortalama artım değeri ise 0,1467 mm olarak bulunmuştur. Bulaşmanın olmadığı bu örnekleme alanlarında ölçümleri yapılan ağaçlar için en düşük boy 5 metre, en yüksek boy 35 metre olarak ölçülmüştür. Ortalama $d_{1.30}$ çapı 34,635 cm olup, en çaplı 72 cm çapında birey ölçülmüştür. En genç ağaç 16 ve en yaşlı ağaç ise 194 yaşında ölçülmüştür. Ortalama yaş ise 72,5'dir.

Bulaşma görülen örnekleme alanlarında ölçümleri yapılan ağaçlar için en düşük artım 0,0109 mm ve en yüksek artım 187,61 mm dir. Bulaşmanın görüldüğü ağaçlardaki son 15 yıllık ortalama artım değeri ise 0,1591 mm olarak bulunmuştur. Bulaşmanın olduğu bu örnekleme alanlarında ölçümleri yapılan ağaçlar için en düşük boy 4,9 metre, en yüksek boy 21 metre olarak ölçülmüştür. Ortalama $d_{1.30}$ çapı 26,816 cm olup, en çaplı 51 cm çapında birey ölçülmüştür. Ökse otu bulunmayan örnekleme alanlarındaki artım değerlerinin ökse otu bulunan örnekleme alanlarındaki değerlerden düşük bulunmasındaki en önemli sebeplerinden birisi ökse otu bulunmayan örnekleme alanlarının ekseriyetle yüksek rakımlı ve boniteti düşük yetişme ortamlarında bulunmalarından kaynaklanmaktadır.

3.3 Ökse Otunda Yaş Tayini Çalışmaları Bulguları

Ökse otu yaşının belirlenmesi çalışmalarında anatomik yöntem en doğru sonucu vermektedir. Fakat bu yöntemin yapılması yoğun işgücü gerektirmekte ve zaman almaktadır. Bu yüzden bu yöntemin arazide pratik bir şekilde yapılması önem arz etmektedir. Bu amaçla Şiran ve Kelkit Orman İşletme Şefliklerinden alınan 80 adet farklı büyüklükte ökse otu örneğinde morfolojik ve anatomik yaş tayini gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucu morfolojik yaş ile anatomik yaş verileri arasında yüksek bir korelasyon olduğu görülmüştür ($r=84,3$; $p<0,01$). Regresyon analizi sonucunda ökse otu yaşını tahmin eden doğrusal bir regresyon modeli geliştirilmiştir (2) (Şekil 28).

$$\text{Anatomik Yaş} = 0,038 + 0,838 \times \text{Morfolojik Yaş} \quad (r^2=0,71) \quad (2)$$



Şekil 28. Sarıçam üzerinde bulunana ökse otlarının morfolojik ve anatomik yaşları arasındaki ilişkiyi gösterir grafik

3.4. Tam Ağaç Örnekleme Çalışmaları

Tam ağaç örneklemesine yönelik gerçekleştirilen çalışmaların arazi ve laboratuvar ile büro çalışmaları bulgu ve sonuçları olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

3.4.1 Arazi Çalışmaları Bulguları

Tam ağaç örnekleme çalışmaları süresince toplamda 43 ağaç üzerinde çalışılmıştır. 14 ağaç ökse otsuz örnek, 29 ağaç ökse otlu örnek olarak kesilmiştir. Ökse otlu örnek olarak kesilen ağaçların farklı derecelerde ökse otu bulaşıklık değerine sahip olmalarına dikkat edilmeye çalışılmıştır. Kesilen bu ağaçlara ilişkin meşcere ve yetişme ortamı özellikleri belirlenmiştir. (Ek 1).

Kesilen 43 ağaç üzerinde biyokütle çalışmaları yapılmış ve ökse otsuz ağaçlarda toplam ibre biyokütlesi, ökse otlu ağaçlarda ise toplam ibre ve ökse otu biyokütleleri

belirlenmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarının ortaklaşa yürütülmesi neticesinde ağaçlara ait biyokütle değerleri belirlenmiştir. (Ek 2).

Ökse otsuz kesilen ağaçlarda ortalama fırın kurusu ibre ağırlığı 7872.5 gr (2218.7-14603.9) ökse otlu kesilen ağaçlarda ise ortalama 7845.8 gr (1193.4-15128.8) olarak bulunmuştur. Ökse otu toplam biyokütle miktarları ortalama 3945.3 gr (62.9-12945) olarak tespit edilmiştir.

Ağaçlara ait alometrik ölçümler sonucunda elde edilen bulgular şu şekildedir(Ek 3). Ökse otsuz kesilen ağaçlarda ortalama çap değeri 20.3 cm (13-31), ortalama tepe altı yüksekliği 4,8 m (0.1-12.8), ortalama tepe boyu 4,6 m (4.6-8.7), ortalama tepe çapı 2,5 m (2.5- 6.3), ortalama göğüs yüksekliği yaşı 51 (18-85) olarak belirlenmiştir.

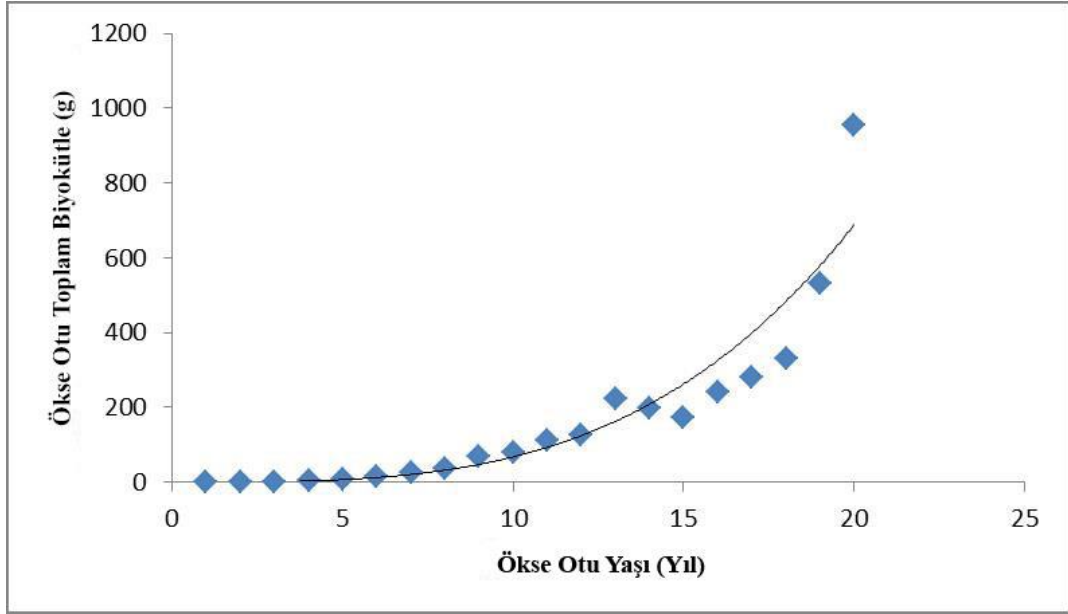
Ökse otlu kesilen ağaçlarda ortalama çap 22.2 cm (22.2-36), ortalama tepe altı yüksekliği 1,9 m (0.3 4.4), ortalama tepe boyu 4,8 m (4.8-10.8), ortalama tepe çapı 2,8 m (2.8- 12.8), ortalama göğüs yüksekliği yaşı 46 (18-73) olarak belirlenmiştir.

Ökse otunun ağacın tepe bölümlerinde bulaşma dereceleri bakımından değerlendirilmesinde alt tepe bölümü için ortalama 0.9 (0-2), orta tepe bölümü için ortalama 1.2 (0-2), üst tepe bölümü için ise ortalama 1.6 (0-2) olarak bulunmuştur. Verilerden anlaşılacağı üzere ökse otunun bulaşma derecesi alt bölümden üst bölüme doğru yaklaşık %34 oranında düzenli bir artış göstermektedir. Bir başka şekilde söylemek gerekirse; tepedeki bulaşma derecesi en fazla olmakla birlikte ağacın orta bölümünden alt bölümlerine doğru bulaşma derecesi yönünden bir azalış görülmektedir.

3.4.2 Laboratuvar ve Büro Çalışmaları Bulguları

Tam ağaç örnekleme çalışmaları üzerinde ökse otu bulunan ağaçlarda, ökse otunun geriye doğru yaprak yüzey alanının belirlenmesi için bazı hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk olarak ağaç üzerinde morfolojik yaşları ölçülen her bir ökse otu için oluşturulan model (2) kullanılarak anatomik yaşları hesaplanmıştır.

Anatomik yaşları tahmin edilen ökse otu örneklerinin daha önceki yıllarda sahip olduğu yaprak biyokütellerinin belirlenmesi için farklı yaşlardaki ökse otlarının yaşa bağlı olarak fırın kurusu ağırlık ortalamaları ilişkiye getirilmiştir (Şekil 29).



Şekil 29. Sarıçam üzerinde bulunan ökse otlarının anatomik yaşları ve fırın kurusu ağırlıkları arasındaki ilişkiyi gösterir grafik

Bu ilişki için elde edilen regresyon deklemleri aşağıda verilmiştir (3)

$$\text{Ökseotu Toplam Biyokütle} = 0,0305 \times \text{Ökseotu Yaş}^{3,3461} \quad (3)$$

Toplam ökse otu yaprak biyokütlesi ise, ökse otu toplam biyokütlesi kullanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (4).

$$\text{Ökseotu Yaprak Biyokütlesi} = e^{(-0,327 + 0,876 \times \ln(\text{Ökseotu Toplam Biyokütle})} \quad (4)$$

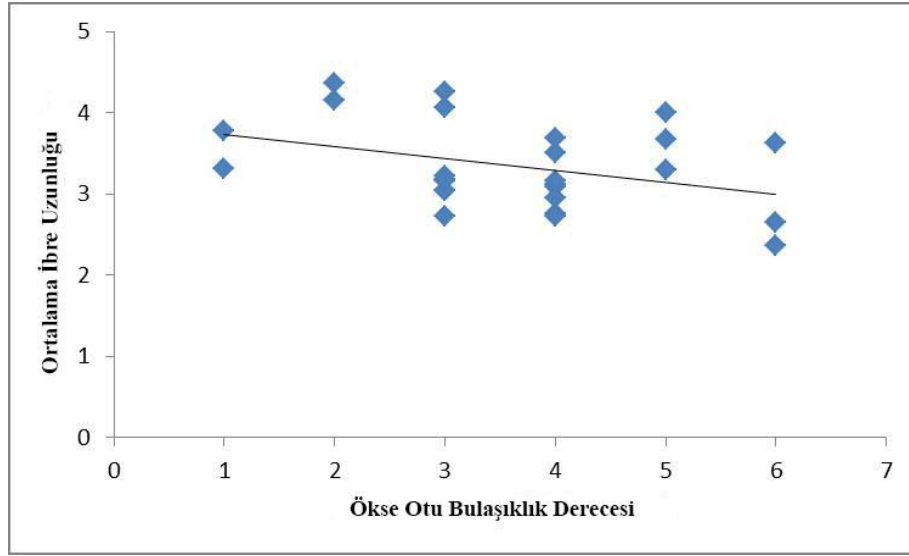
Ökse otu yaprak yüzey alanı ise,

$$\text{Ökseotu Yaprak Yüzey Alanı} = \text{Ökseotu Yaprak Biyokütlesi} \times 23,2 \quad (5)$$

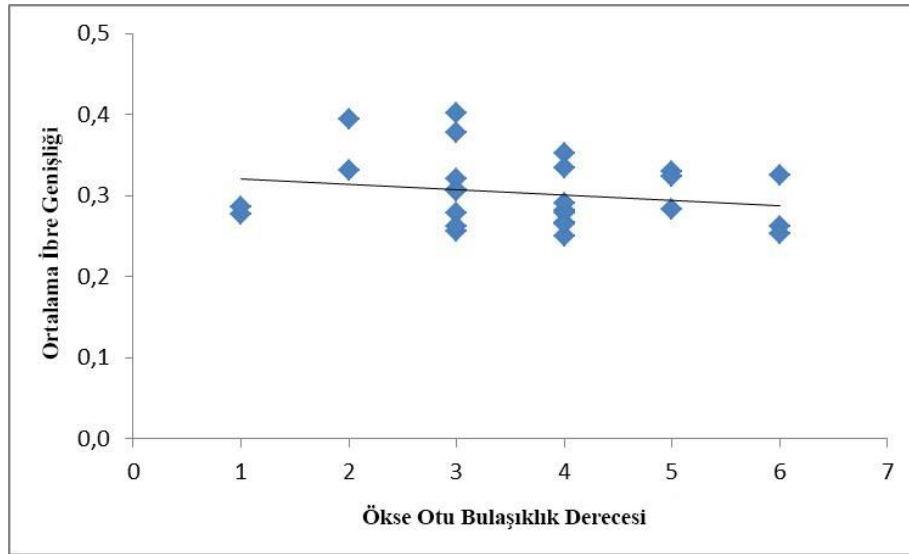
modeli kullanılarak belirlenmiştir. Ağaç üzerindeki ökse otlarının geriye dönük biyokütle değerleri her bir ökse otu için hesaplandıktan sonra, her bir yıla denk gelen toplam ökse otu biyokütle değerleri belirlenmiştir. Böylece, ağaç üzerindeki ökse otu biyokütlesi mevcut yıldan geriye doğru hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlerden (5) formülüne göre ökse otu yaprak yüzey alanları belirlenmiştir. Böylelikle, geçmiş yıllardaki ökse otu yaprak yüzey alanları ökse otu bulaşıklığının olduğu tüm ağaçlar için belirlenmiştir. Her ağaç için yıllar itibari ile üzerlerinde bulunan ökse otu yaprak yüzey alanları ekte verilmiştir (Ek 5).

3.4.2.1 İbre Morfolojisi ile Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Arasındaki İlişkiler.

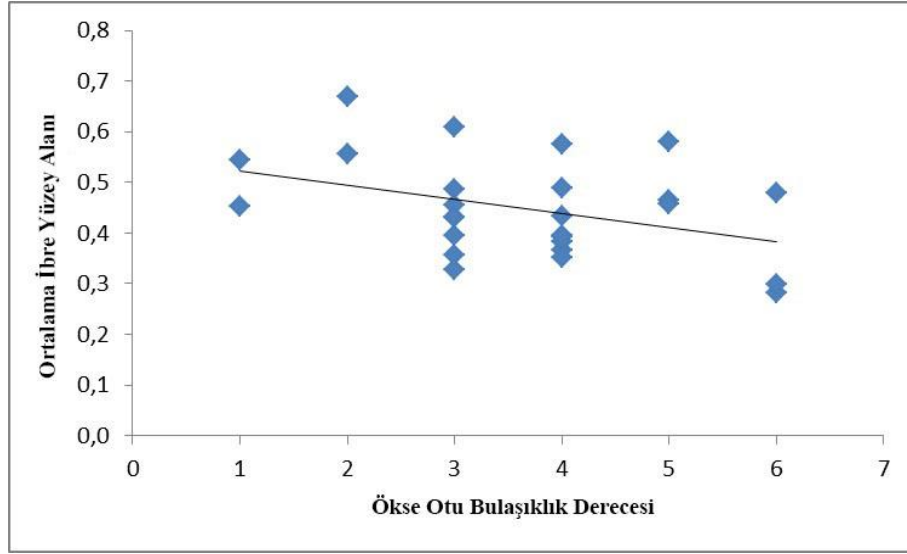
İbrelere ait ortalama uzunluk (cm) ve ortalama genişlik (cm) değerleri ile ökse otu bulaşıklık derecesi ilişkiye getirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Ağaçlar üzerindeki ökse otu bulaşıklık derecesinin artmasına bağlı olarak ortalama ibre uzunluğu, ortalama ibre genişliği ve ortalama ibre yüzey alanı değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği görülmüştür (Şekil 30, Şekil 31, Şekil 32).



Şekil 30. Ökse otu bulaşıklık derecesi ile ortalama ibre uzunluğu arasındaki ilişki grafiği



Şekil 31. Ökse otu bulaşıklık derecesi ile ortalama ibre genişliği arasındaki ilişki grafiği



Şekil 32. Ökse otu bulaşıklık derecesi ile ortalama ibre yüzey alanı arasındaki ilişki grafiği

Ökse otu bulaşıklık derecesinin artmasına bağlı olarak alometrik ölçümleri yapılan ibrelerin ortalama ibre uzunluğu 2.5-4.5 cm, ortalama ibre genişliği 0.25-0.4 cm, ortalama ibre yüzey alanını ise 0.25-0.65 cm² arasında değişmektedir. Ökse otu bulaşıklık derecesinin artışına bağlı olarak ortalama ibre uzunluğu %20-40, ortalama ibre genişliği %10-40, ortalama ibre yüzey alanı ise %15-60 oranlarında bir düşüş gösterebilmektedir.

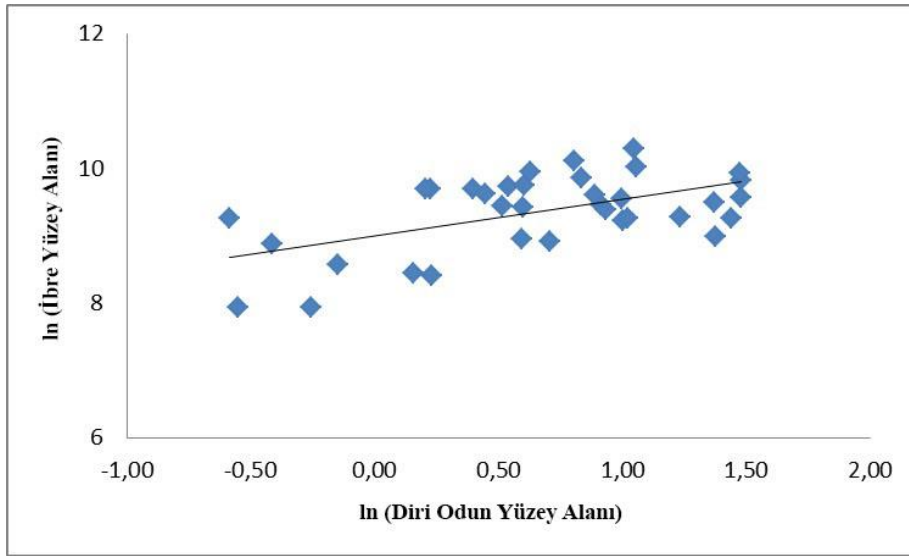
3.4.2.2 Ağaçların Geriye Dönük Son 15 Yıllık Artımlarının Belirlenmesi

Tam ağaç örnekleme çalışmaları üzerinde ökse otu bulunmayan ağaçlarda, ibre yüzey alanları belirlenmiştir. Bunun için kesilen ağaçların gövdelerinden göğüs yüksekliği ve canlı tepenin hemen altından alınan disk örnekleri üzerinde son 15 yıla ait çap artım değerleri ölçülmüştür. Ölçümler disk örneklerinin kenar kısımlarından alınan 2x2 cm ebatlarındaki odun örnekleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneğin eksantriklik durumuna bağlı olarak birden fazla örnekte ölçüm yapılarak ortalamalar alınmıştır. Ölçümler için, Richert kızaklı mikrotom yardımı ile 15-20 µm kalınlığında kesitler alınarak kesit yüzey alanlarında her bir yıla ait yıllık halka sınırları dikkate alınarak yıllık halkalar arasındaki mesafeler BsPro200 görüntü alma ve işleme programı ile ölçülmüş ve veri tabanına aktarılmıştır. Çap artımları bu şekilde belirlendikten sonra en son yılın çapından çap artımları düşülerek son 15 yılın çapları elde edilmiştir. Yıllar arası çap farkları kullanılarak her yıl için diri odun yüzey alanları hesaplanmıştır. Son yıl artım

yüzey alanı ile ağaç üzerinde bulunan toplam ibre yüzey alanı ilişkiye getirilmiş (Şekil 33) ve aşağıdaki formül elde edilmiştir (6).

$$\text{İbre Yüzey Alanı} = e^{(9+0,5415 \times \ln(\text{Yıllık Artım Yüzey Alanı}))} \quad (6)$$

Hesaplanan yıllık artım yüzey alanlar ilgili formülde yerine konularak her bir yıl için ibre yüzey alanı hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler ökse otunun artım üzerine olan etkisinin belirlenmesinde mevcut değer olarak kullanılmıştır.



Şekil 33. Yıllık artım yüzey alanı ile ibre yüzey alanı ilişkisi

3.4.2.3 Ağaçların Geriye Dönük Son 15 Yıllık Boy Artımlarının Belirlenmesi

Ağaçların son 15 yıldaki boylarını belirlemek için çalışma alanına uyumlu boy artım modelleri kullanılmıştır. Boy artımları ağacın mevcut boyunun boy artım eğrisinin üzerinde bulunduğu pozisyona göre geriye doğru orantılı bir şekilde azaltılmıştır. Örneklenen ağaçların büyük bir çoğunluğunun artımın yaklaşık eşit (eğimin sabit) olduğu kısımda olduğu görülmüştür. Bu ağaçlar için aşağıdaki eşitlik kullanılarak boy değerleri hesaplanmıştır (7).

$$H_i = H_t - \sum_{i=1}^{15} i \times \frac{TB}{t - t_{ta}} \quad (7)$$

Formülde, TB, tepe boyu; t, ağaç yaşı; t_{ta}, ağacın tepe altı yüksekliğine ulaştığındaki yaşı ifade etmektedir.

3.4.2.4 Ağaçlarda Artım Kayıplarının Hesaplanması

Ağaçlarda artım kayıplarının hesaplanması için öncelikle potansiyel ibre yüzey alanları ve potansiyel artım yüzey alanlarının hesaplanması gerekir. Potansiyel artım yüzey alanı, ökse otu olmaması durumunda ağacın yapacağı yüzey alan artımını ifade eder.

Ağaç üzerindeki toplam ibre biyokütlesinin, ağaç çap ve boyuna bağlı olarak hesaplanabilmesi için arazi verileri, (Yavuz vd., 2011) ve (Repola, 2009) kullanılarak aşağıdaki eşitlik geliştirilmiştir (8).

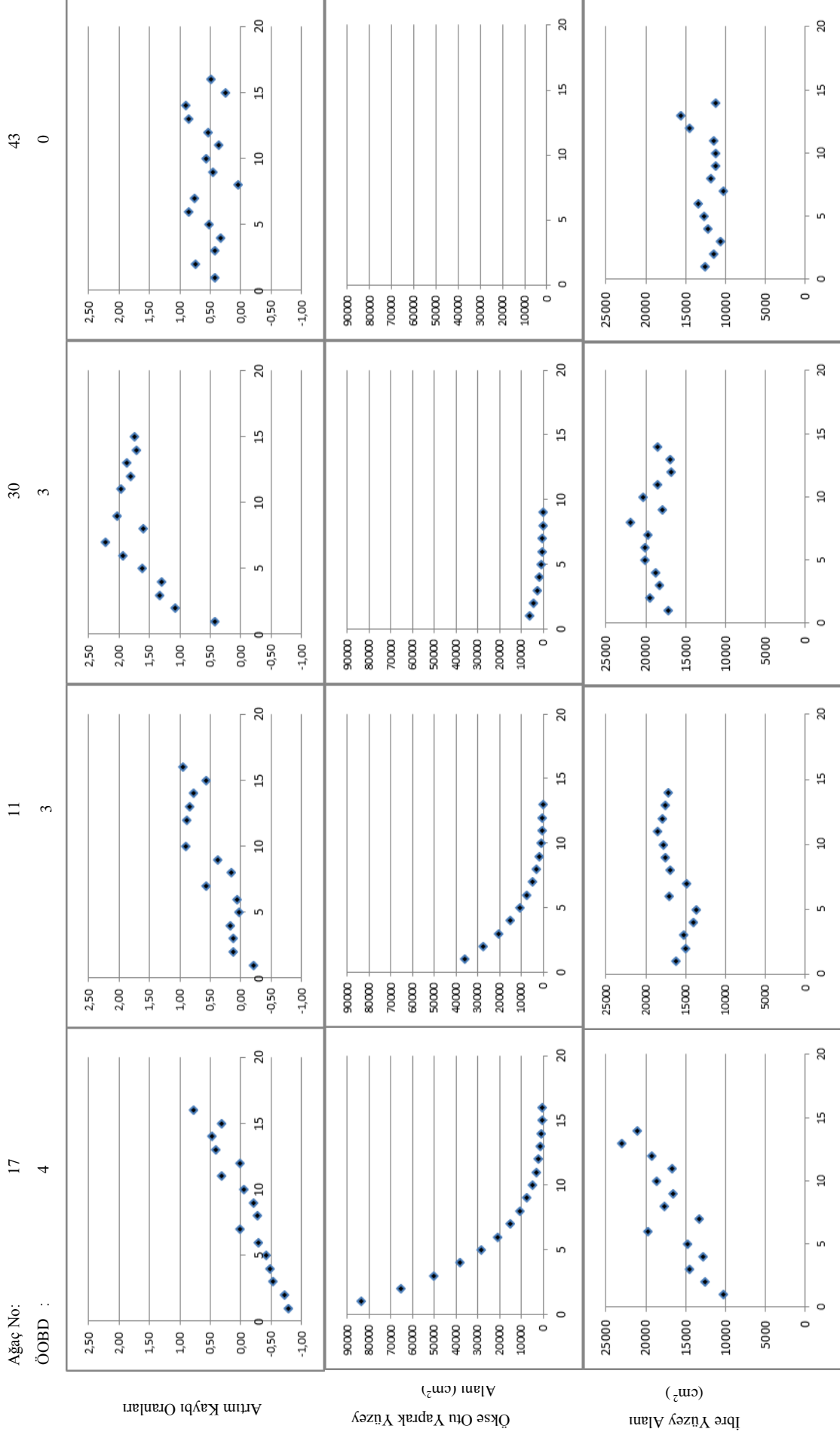
$$\ln(\text{İbre}) = -6,2 + 14,5 \frac{2,3 + 1,2D}{8,5 + 1,2D} - 3,97 \frac{H}{H + 1} \quad (8)$$

Formülde, D, d_{1.30} çapı; H, ağaç boyunu ifade eder.

Hesaplanan ibre biyokütlesinden ibre yüzey alanları hesaplanır (6). Hesaplanan ibre yüzey alanlarından potansiyel artım yüzey alanları her yıl için belirlenir. Her yıl için ölçülmüş bulunan artım yüzey alanları ile potansiyel artım yüzey alanları, artım kayıplarının hesaplanmasında kullanılır. Artım kayıp oranları her bir yıl için aşağıdaki eşitlikle (9) hesaplanır.

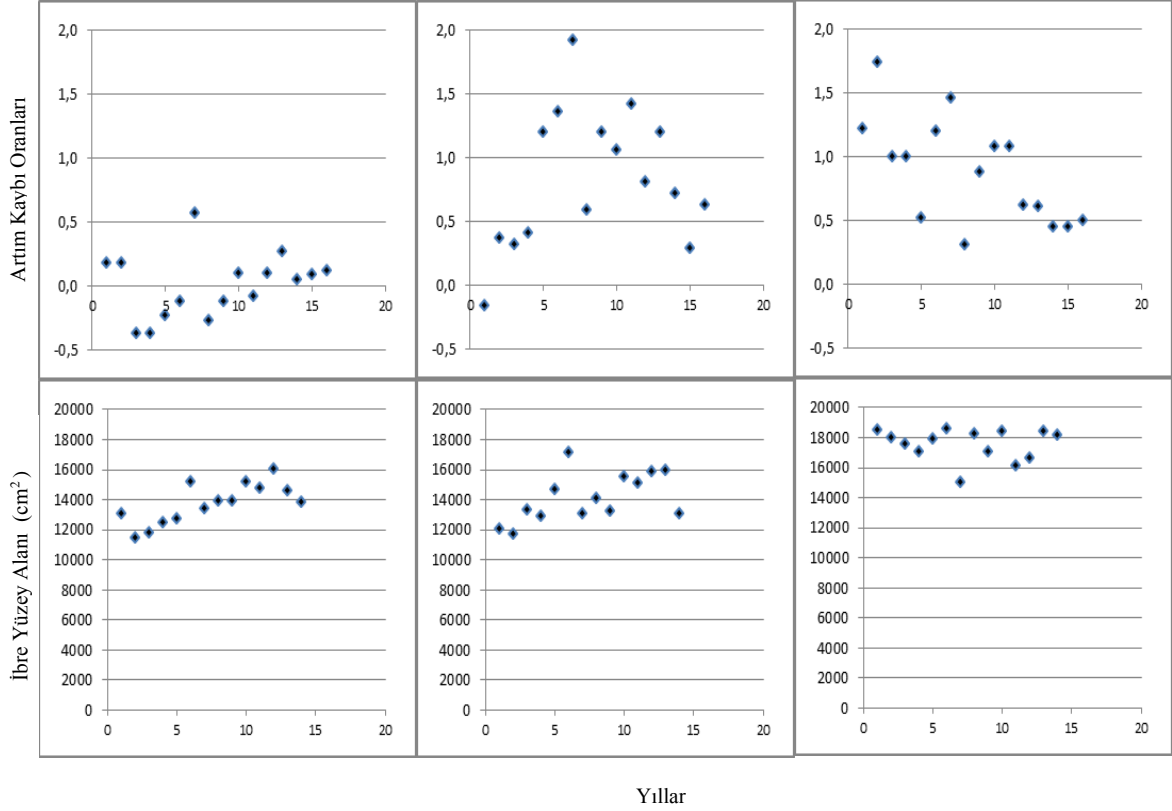
$$\text{Artım Kaybı} = \frac{\text{Aktüel Artım} - \text{Potansiyel Artım}}{\text{Potansiyel Artım}} \quad (9)$$

Her bir ağaç için son 15 yıllık artım kaybı, ökse otu yüzey alanı ve ibre yüzey alanları grafik üzerine yerleştirilerek durum değerlendirilmesi yapılmıştır. Ökse otu çok bulaşmış, orta derecede bulaşmış ve az bulaşmış ağaçlara ilişkin grafikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 34. Farklı yoğunluklarda ökse otu bulaşıklığına sahip ağaçlarda, yıllara bağlı olarak artım, ibreye ve ökse otu yaprak miktarının değişimi

Ağaç No:	39	42	40
ÖOBD :	0	0	0



Şekil 35. Ökse otu bulaşmamış ağaçlarda, yıllara bağlı olarak artım, ibre ve ökse otu yaprak miktarının değişimi

Şekil (34), değişik derecelerde ökse otu bulaşıklığı olan ve Şekil (35)'de ökse otu bulaşıklığı olmayan ağaçlarda artım değişimini göstermektedir. Şekillerden de görüldüğü üzere ökse otu bulaşıklığı olan ağaçlarda özellikle ökse otu büyükütlesinin belirli bir seviyenin üzerine çıkması durumunda artım kayıplarının yaşandığı görülmektedir. Artım kayıp oranları ökse otu bulaşıklık derecesinin şiddeti ile orantılı olmaktadır. Artım kayıp oranları bulaşıklık derecesine bağlı olarak %90'lara kadar çıkabilmektedir (Şekil 34, 17 nolu ağaç). Diğer yandan ökse otu bulaşıklığının çok az olduğu (Şekil 34, 30) yada hiç bulaşıklık olmadığı (Şekil 34, 43) durumlarda ise artımda önemli bir kaybın görülmediği belirlenmiştir.

Bununla birlikte ökse otu bulunmayan ağaçlarda artım oranlarındaki değişim dikkate alındığında (Şekil 35), artımlardaki değişimin başka sebeplerden de kaynaklanabileceği görülmüştür. Bu durumun ağacın içinde bulunduğu konum ile ilişkili olduğu (galip, mağup vs.) düşünülebilir. Zira, ağaçların ibre yüzeyi ile potansiyel ibre yüzeyi

karşılaştırıldığında artım kaybı yaşanan ağaçların muhtemel baskı altındaki ağaçlar oldukları görülmektedir. Dolayısıyla, ökse otuna bağlı artım kayıpları belirlenirken ağacın içinde bulunduğu sosyal konum da analizlere katılmalıdır.

Buradan hareketle, ibre ve ökse otu yaprak biyokütlesi kullanılarak aşağıdaki regresyon denklemi elde edilmiştir. Bu eşitliğe göre sadece ökse otu varlığı değil, ağacın meşcere içinde bulunduğu sosyal konum da hesaplamalarda dikkate alınmıştır (10).

$$\text{Artım Kaybı} = 3,154 + 0,08 \times \left(\frac{\text{İbre Yüzey Alanı}}{1000} \right) - 0,438 \times \ln(\text{Ökseotu Y Y Alanı}) \quad (10)$$

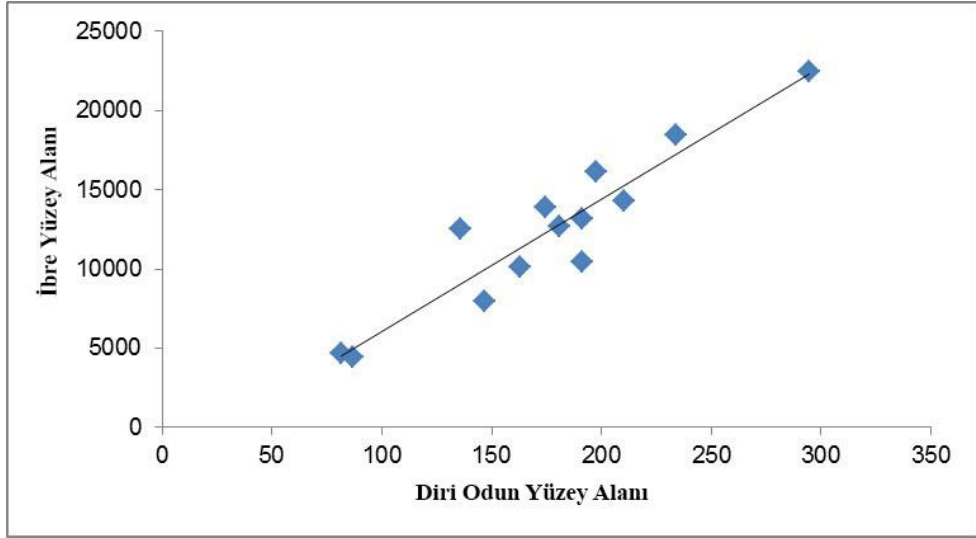
3.4.2.5 Ağaçlarda Tüp (Pipe) Model Teorisinin Test Edilmesi

Örnekleme yapılan 29 adet ökse otu bulaşmış ve 14 adet ökse otu bulaşmamış ağaçların, tepe altı ve $d_{1.30}$ yüksekliklerinden diskler alınarak diri odun yüzey alanları belirlenmiştir. Bu ağaçların toplam ibre biyokütleleri ve biyokütle değerlerine karşılık gelen ibre yüzey alanları belirlenmiştir. Aynı zamanda ağaçlarda bulunan toplam ökse otu yaprak yüzey alanları da belirlenerek veritabanı oluşturulmuştur.

Ağaçların tepe altı yüksekliğindeki diri odun yüzey alanları ile ağaçlar üzerindeki toplam ibre yüzey alanları ve ökse otu yaprak yüzey alanları ilişkiye getirilmiş ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

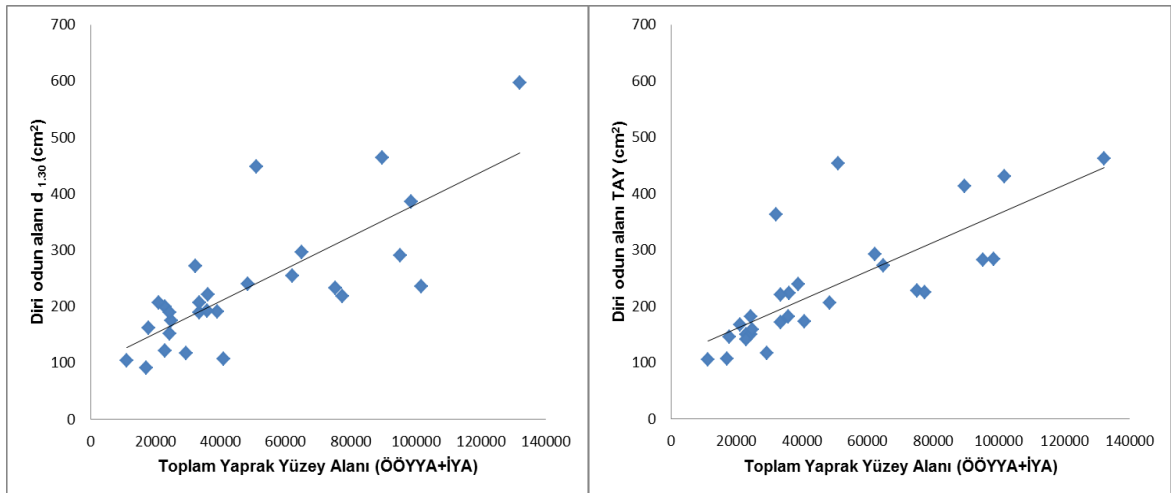
Ökse otu bulaşmamış ağaçların tepe altı yüksekliklerin de yapılan analizlerle elde edilen model (11), diri odun yüzey alanına bağlı olarak ibre yüzey alanındaki değişkenliğin % 88'lik kısmını açıklayabilmiştir (Şekil 36).

$$\text{İbre Yüzey Alanı} = 83,616 \times (\text{Diri Odun Yüzey Alanı}) - 2331,2 \quad (r^2 = 0,88) \quad (11)$$



Şekil 36. Ökse otu bulaşmamış ağaçlarda ibre yüzey alanı- diri odun yüzey alanı ilişkisi

Ökse otu bulaşmış ağaçların $d_{1,30}$ yüksekliğinde yapılan analizlerle elde edilen model (12), diri odun yüzey alanına bağlı olarak ökse otu yaprak yüzey alanı ile ibre yüzey alanı toplamındaki değişkenliğin % 60 'lık kısmını açıklayabilmiştir. Benzer şekilde ağaçların tepesi altı yüksekliğinde yapılan analizlerle elde edilen model (13), diri odun yüzey alanına bağlı olarak ökse otu yaprak yüzey alanı ile ibre yüzey alanı toplamındaki değişkenliğin % 59 'luk kısmını açıklayabilmiştir. (Şekil 37).



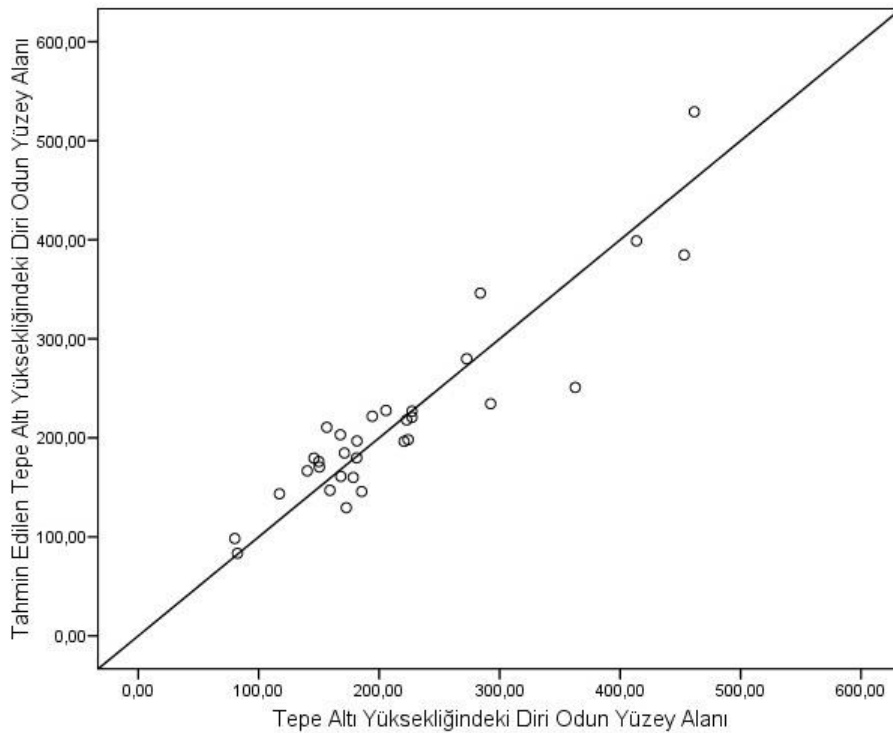
Şekil 37. Ökse otu bulaşmış ağaçlarda toplam yaprak yüzey alanı (öoyya+iya) - diri odun yüzey alanı ilişkisi

$$\text{Diri Odun Yüzey Alanı} = 0,0029 \times (\text{Toplam Yaprak Yüzey Alanı}) + 95,412 \quad (r^2=0,60) \quad (12)$$

$$\text{Diri Odun Yüzey Alanı} = 0,0025 \times (\text{Toplam Yaprak Yüzey Alanı}) + 109,53 \quad (r^2=0,59) \quad (13)$$

Yapılan analizler sonucunda, fotosentetik yüzey alanını oluşturan yaprak yüzey alanları ile ağaçta iletimi gerçekleştiren iletim demetleri arasında doğrusal ve artan bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu durum, yaprak yüzey alanları ile aktif iletimin sağlandığı iletim demetleri arasında bir ilişkinin olduğunu belirten tüp (pipe) model teorisinin (Shinozaki vd., 1964; Makela, 1986), ökse otu bulaşmış sarıçamalarda da geçerli olabileceği sonucunu ortaya koymaktadır.

Ayrıca ağaçların göğüs yüksekliği seviyesindeki diri odun yüzey alanı ile tepe altı yüksekliğindeki diri odun yüzey alanı arasındaki ilişki incelenmiştir (Şekil 38). Göğüs yüksekliğindeki diri odun yüzey alanı ile tepe altı yüksekliği ve göğüs yüzeyi arasındaki fark yardımı ile tepe altı yüksekliğindeki diri odun yüzey alanını tahmin eden bir model geliştirilmiştir (14). Göğüs yüksekliği ile tepe altı yüksekliği arasındaki mesafenin artmasına bağlı olarak, tepe altı yüksekliğindeki diri odun yüzey alanının azaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 38. Tepe altı yüksekliğindeki diri odun alanı ile tahmin edilen diri odun alanı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik

$$TAYASW = 48,052 + 0,797 \times ASW_{d.1.30} - 12,825 \times (TAY) \quad (r^2=0,87) \quad (14)$$

Formülde, TAYASW, Tepe altı yüksekliğindeki diri odun alanı; $ASW_{d.1.30}$, Göğüs yüksekliğindeki diri odun alanı; TAY, Tepe altı yüksekliğini; ifade eder.

4. TARTIŞMA

Ökse otları bulaştıkları dallardaki ibreler üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. (Hawksworth vd., 1983; Geils ve Hawksworth, 2002; Mathiasen vd., 2008). Ökse otu bulaşmış sarıçam bireyleri üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada ibre uzunluğunun %20 ve ibre genişliğinin % 10' a kadar bir azalma gösterdiği belirtilmiştir (Ringling vd, 2010). Benzer şekilde yaptığımız çalışmada ökse otu bulaşıklık derecesinin artışına bağlı olarak, ortalama ibre uzunluğunun %20-40, ortalama ibre genişliğinin %10-40 oranında düşüş göstermektedir. Ayrıca ibre yüzey alanı ise %15-60 oranlarında bir düşüş gösterebildiği belirlenmiştir.

İbre uzunluğu genellikle bitkilerin ortamdan alabilecekleri su miktarı ile ilişkilidir. Çamlar üzerinde yapılan çalışmalarda kuraklık stresinin artması, bir başka değişle ağaçların alabileceği su miktarının azalması sonucu, ağaçlar daha kısa ibreler geliştirmektedir. (Irvine vd., 1998, Lebourgeois vd., 1998, Cinnirella vd., 2002, Grill vd., 2004, Dobbartin vd., 2010). Ökse otlarının transpirasyon oranı, konukçusunun transpirasyon oranından daha yüksektir (Ullman vd., 1985; Mathiasen vd., 2008). Özellikle su açığının olduğu alanlarda kuraklık stresini arttırdığı (Glatzel ve Geils, 2009) düşünüldüğünde, ökse otu bulaşan ağaçların ibre boyutlarını düşürmesi transpirasyon ile kaybedeceği su miktarını azaltmak için yapmış olduğu bir adaptasyon olduğu düşünülebilir. Bunun bir sonucu olarak, kuraklık stresinin olmadığı alanlardaki ökse otu bulaşıklığının olduğu bireylerin, ani bir kuraklıkta daha fazla zarar görebileceği öngörülebilir.

İbreler, ağaçların fotosentetik yüzey alanlarını oluşturduğu için morfolojik olarak boyutlarında bir azalmanın olması, besin maddesi üretiminin azalması sonucunu doğuracaktır. Besin maddesinin azalması ise, ağaçlarda büyümenin ve çap artımının olumsuz yönde etkilenmesine sebep olur. Ökse otunun çap artımı üzerine etkisi konusunda ülkemizde ve dünyada farklı türlere ilişkin yapılan çalışmalar sonucunda, ökse otunun çap artımı üzerine olan etkisinin sarıçam türünde %53'e (Eroğlu vd, 1995), karaçam türünde %60' a (Çatal ve Carus, 2011; Kanat vd., 2010), Douglas türünde değişen ökse otu bulaşıklık derecesine bağlı olarak %10-65' e varan oranlarda artım kayıplarının olduğu bildirilmiştir (Filip vd., 1992; Scharpf, 1979; Mathiasen vd., 1990; Barbu, 2009). Çalışmalar, belirli bir alan için ortalama artım kayıplarını vermektedir. Bu çalışmalar

genellikle ortalama çap artımı değerleri ile ökse otu yoğunluğuna bağlı olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Fakat yıllar itibari ile ağaçlar üzerinde ne kadar ökse otu biyokütlesi ve ibre biyokütlesi olduğu bilinmemektedir. Bu ökse otunun etsinin ortaya konulmasında kabul edilebilir olsa da gerçek etkinin ortaya konulmasında yetersiz kalabilir. Yapmış olduğumuz çalışmada ağaçların artımları ile ibre biyokütlesi ve ökse otu yaşı ile ökse otu biyokütlesi ilişkiye getirilerek, son 15 yıl için her yıl ağaç üzerinde ne kadar ibre ve ökse otu olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler kullanılarak ağaçların potansiyel artımları tespit edilmiş, aktüel artımları ile karşılaştırılarak artım kayıpları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bulunan sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında literatür ile paralel olarak artımda bir azalmanın olduğu fakat bunun değişen ökse otu miktarına bağlı olarak bulaşıklığın az olması durumunda %10-20, bulaşıklığın çok olması durumunda ise %80-90'lara varan artım kayıplarının olabileceği belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmaya ek olarak ökse otu bulaşmış ve bulaşmamış ağaçlar üzerinde pipe model teorisi test edilmeye çalışılmıştır. Ağaçta iletimi sağlayan diri odun alanı ile tepe tacı arasındaki ilişkiden bahseden pipe model teorisi (Shinozaki vd., 1964a, 1964b), yapraklar ve diri odun arasındaki fonksiyonel dengeyi tanımlamak için kullanılmıştır (Berninger vd., 2005). Ağaçların göğüs yüksekliği ve tepe altı yüksekliğinden alınan tekerlekler üzerinde diri odun alanları belirlenmiş ve ağaçtaki toplam ibre yüzey alanı ile ilişkiye getirilmiştir. İnceleme sonucunda ökse otu bulaşmamış ağaçların tepe altı yüksekliğindeki diri odun yüzey alanı ile ibre yüzey alanı arasında doğrusal bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde ökse otu bulaşıklığının olduğu bireylerde ökse otu yaprak yüzey alanı ile ibre yüzey alanı toplamı, bir başka değişle ağaç üzerindeki toplam yeşil biyomas arasında doğrusal bir ilişkinin söz konusu olması pipe model teorisini destekler niteliktedir. Bu ilişkinin varlığı ağaçlar üzerindeki ibre yüzey alanını diri odun yüzey alanından tahmin etmeye imkan sağlayabilir. Ağaçların $d_{1,30}$ ve tepe altı yüksekliğindeki diri odun alanları ile ağaç boyu arasında kuvvetli bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Tepe altındaki diri odun alanı, $d_{1,30}$ diri odun alanından daha düşüktür.

5. SONUÇLAR

Orta yaşlı ve yaşlı sarıçam meşcerelerinin de ökse otunun sarıçamın çap artımı ve büyümesine olan etkisini belirlemek amacıyla, ökse otu yaşı ve miktarı, ibre miktarı ve mevcut ağaç çap ve çap artımı arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Böylelikle ağaçların her yıl yapabileceği potansiyel artımlar belirlenerek, bu artımlar üzerinden artım kayıpları hesaplanarak ökse otunun etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla ağaçlardan alınan ibreler üzerinde yapılan alometrik ölçümler ökse otu bulaşıklık derecesi ile ilişkiye getirilmiştir. Ökse otu bulaşıklık derecesinin artmasına bağlı olarak alometrik ölçümleri yapılan ibrelerin ortalama ibre uzunluğu 2.5-4.5 cm, ortalama ibre genişliği 0.25-0.4 cm, ortalama ibre yüzey alanını ise 0.25-0.65 cm² arasında değişmektedir. Ökse otu bulaşıklık derecesinin artışına bağlı olarak ortalama ibre uzunluğu %20-40, ortalama ibre genişliği %10-40, ortalama ibre yüzey alanı ise %15-60 oranlarında bir düşüş gösterebilmektedir.

Ağaçların mevcut çap ve çap artımı ile ibre yüzey alanı, ökse otu yaşı ve miktarı ilişkilerinden faydalanılarak son 15 yıl için yapabilecekleri potansiyel artım miktarları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler ile son 15 yılda yapmış oldukları mevcut artımlar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ökse otu bulaşıklığının fazla derecede olduğu bireylerde %80-90, orta derecede olduğu bireylerde %40-%60, az derecede olduğu bireylerde ise %10-20' lik artım kayıplarının olduğu belirlenmiştir.

Ökse otu bulaşıklığı olan ve olmayan bireylerde pipe model teorisi test edilmiştir. Bu test sonucunda ağaçlardaki toplam yaprak yüzey alanı ile tepe altı yüksekliğindeki diri odun yüzey alanı arasında doğrusal bir ilişki olduğu, bunun pipe model teorisini destekler nitelikte olduğu belirlenmiştir. Ökse otu bulaşmamış ağaçlarda yapılan analizlerle elde edilen model (11), diri odun yüzey alanına bağlı olarak ibre yüzey alanındaki değişkenliğin % 88'lik kısmını açıklayabilmiştir. Ökse otu bulaşmış ağaçların d_{1.30} tepe altı yüksekliklerinde yapılan analizlerle elde edilen model (12) ve (13), diri odun yüzey alanına bağlı olarak ökse otu yaprak yüzey alanı ile ibre yüzey alanı toplamındaki değişkenliğin sırasıyla % 60 ve % 59' luk kısmını açıklayabilmiştir. Ayrıca tepe altı ve d_{1.30} yüksekliğindeki diri odun yüzey alanları arasında kuvvetli bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir(p<0.05,r²=0,87).

6. ÖNERİLER

Ökse otu arız olduğu orman ekosistemlerinde ciddi artım kayıplarına sebep olmaktadır. Bu nedenle bu etkinin tam olarak ortaya konulması gerekmektedir. Ökse otu zararının tam olarak ortaya konulabilmesi için ekfizyolojik ilişkiler dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada ağaçlarda meydana gelen fizyolojik süreçleri etkileyen yaprak yüzey alanı, diri odun alanı, yaprak biyokütlesi gibi parametreler dikkate alınarak ağaçlardaki artım kayıpları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Elde edilen bulgular ve sonuçlar ışığında, orman ekosistemlerinin korunması ve planlanması süreçlerinde faydalı olabileceği düşünülen bazı öneriler sunulmaya çalışılmıştır.

Elde edilen veriler tek ağaç artım ve büyüme modellerinin geliştirilmesinde kullanılacak nitelikte verilerdir. Bu nedenle bu veriler birer parametre olarak kullanılarak fizyolojik tabanlı modellemeler yapılmalıdır. Böylece sadece çap ve boyu dikkate alan klasik meşcere artım ve büyüme modelleri yerine ekofizyolojik ilişkileri de dikkate alan dinamik modeller geliştirilebilir.

Orman amenajman planları hazırlanırken envanter aşamasında envanter karnesinde ökse otu bulaşıklığının olduğu alanlar için ÖOBD değerlerinin yazılabileceği bir kısım oluşturulabilir. Böylelikle hem envanter sonucunda meşcerenin sağlık durumu değerlendirilebilir, hemde ökse otu bulaşıklığını dikkate alan fizyolojik modeller yardımı ile alandan alınabilecek eta miktarında daha doğru kararlar verilebilir.

Ökse otu bulaşıklığının bulunduğu alanlarda, yapılacak olan silvikültürel müdahalelerde dikkatli olunması gerekmektedir. Aralama çalışmalarında kapalılığın çok kırılmamasına özen gösterilmelidir. Aksi takdirde meşceredeki ökse otu yoğunluğu artarak meşcerenin artım ve büyümesini olumsuz olarak etkileyebilir.

7.KAYNAKLAR

- Bab, 2000. Bs200 Pro image system software ISO 9001: 2000.
- Ball, P.W., 1993 *Viscum L.* In: Flora Europaea (eds. Tutin TG, Burges NA, Chater AO, et al.), Cambridge Univ. Press, Cambridge, 86.
- Barbu, C., 2009. Impact of mistletoe attack (*Viscum album ssp. abietis*) on radial growth of Silver fir. A case study in the North of Eastern Carpathians. Annals of Forest Research 52, 89-96.
- Barney, C.W., Hawksworth, F.G. ve Geils, B.W., 1998. Hosts of *Viscum album*. European Journal of Forest Pathology 28, 187-208.
- Berninger, F., Coll, L., Vanninen, P., Makela, A., Palmroth S. ve Nikinmaa, E., 2005. Effects of tree size and position on pipe model ratios in Scots pine. Canadian Journal of Forest Research, 35, 1294-1304.
- Berninger, F. ve Nikinmaa, E., 1997. Implications of varying pipe model relationships on Scots pine growth in different climates. Funct. Ecol. 11, 146–156.
- Bilgili E., Serdar, B., Eroğlu, M., Coşkuner, K.A. ve Baysal, İ., 2013. "Determination Of Age Of Mistletoe (*Viscum album ssp. austriacum* (Wiesb.) Vollman) On Scots Pine (*Pinus sylvestris L.*)", Internatioan Caucasian Forestry Symposium, Ekim, Artvin,143-146.
- Bilgili, E., Eroğlu, M., Baysal, İ. ve Coşkuner, K.A. 2013b. Distribution of Mistletoe (*Viscum album L.*) and Damage Level in Scots Pine (*Pinus sylvestris L.*) Forests: A Case Study in Zigana State Forest Enterprise. Internatioan Caucasian Forestry Symposium, Ekim, Artvin, 34.
- Calvin, C. L. 1967. Anatomy of Endophytic System of Mistletoe *Phoradendron Flavescens*. Botanical Gazette 128:117
- Calvo-Alvarado, J.C., McDowell, N.G. ve Waring, R.H., 2008. Allometric relationships predicting foliar biomass and leaf area: sapwood area ratio from tree height in five Costa Rican rain forest species. Tree Physiol. 28:1601–1608.
- Coder, K.D., 2008. American Mistletoe (*Phoradendron serotinum var. serotinum*) Infection in Trees. Tree Health Series WSFNR08-25
- Cinnirella, S., Magnani, F., Saracino, A. ve Borghetti, M., 2002. Response of a mature *Pinus laricio* plantation to a three-year restriction of water supply: structural and functional acclimation to drought. Tree Physiol. 22:21-30.

- Çatal, Y. ve Carus, S., 2011. Effect of pine mistletoe on radial growth of Crimean pine (*Pinus nigra*) in Turkey. J. Environ. Biol. 32, 263-270.
- Dawson, T.E., King, E.J. ve Ehleringer, J.R., 1990. Age Structure of *Phoradendron juniperinum* (Viscaceae), a Xylem-Tapping Mistletoe - Inferences from a Nondestructive Morphological Index of Age. American Journal of Botany 77, 573-583.
- Dobbertin, M. ve Rigling, A., 2006. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of Switzerland. Forest Pathol., 36, 349-322
- Eriñç, S., 1965. Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis, İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayın No:41, İstanbul, 1965.
- Eroğlu, M., 1993. Sarıçam Ormanlarımızda Ökse otu (*Viscum album* L.), Orman Mühendisliği Dergisi, 7, 6-10.
- Eroğlu, M. ve Başkaya, Ş., 1995a. Ökse otu (*Viscum album* L.)'nun Şiddetli Zararı Neden ve Sonuçları, Orman Mühendisliği Dergisi, 4 , 32 , 25-31.
- Eroğlu, M., Bilgili, E. ve Başkaya, Ş., 1995b. Sarıçam Ormanlarımızda Adi Ökse otu (*Viscum album* L.)'nin Yayılışı, Yoğunluğu ve Ağaçların Gelişimine Etkisinin Araştırılması. I. Ulusal Ormancılık Kongresi, Ekim, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 160-168
- Filip, G. M., Colbert, J. J., Shaw, C. G., Hessburg, P. F., Hosman, K. P. ve Parks, C. A., 1991. Some relations among dwarf mistletoe, western spruce budworm, and Douglas-fir: modeling and management implications, 162-164.
- Grier, C. ve Waring, R., 1974. Conifer foliage mass related to sapwood area. For. Sci. 20, 165-179.
- Grill, D., Tausz, M., Pollinger, U., Jimenez, M.S. ve Morales, D., 2004. Effects of drought on needle anatomy of *Pinus canariensis*. Flora 199, 85-89.
- Glatzel, G. ve Geils, B.W., 2009. Mistletoe ecophysiology: host-parasite interactions. Botany 87, 10-15.
- Geils, B.W. ve Hawksworth, F.G., 2002. Damage, effects and importance of dwarf mistletoes. In *Mistletoes of North American Conifers*. Ed. U.F. Service, 57-65.
- Ives, E., 2001, *A Guide to Wood Microtomy*, Sproughton, 114.
- Hawksworth, F.G., 1977. The 6-class dwarf mistletoe rating system. USDA Forest Service General Technical Report RM-48. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colorado.

- Hawksworth, F.G., 1983. Mistletoes as forest parasites. In: The biology of mistletoes (eds. Calder M, Bernhardt P), Academic Press Australia, 317-333.
- Hawksworth, F.G. ve Wiens, D., 1996. Dwarf Mistletoes: Biology, Pathology, and Systematics. Agriculture Handbook 709. USDA Forest Service, Washington, DC.
- Hoffman, C., Mathiasen, R. ve Sieg, C.H., 2007. Dwarf mistletoe effects on fuel loadings in ponderosa pine forests of northern Arizona. Can. J. Forest Res., 37, 662–670.
- Holz, D., 1959. Über Das ‘ Anfarben’ der Jahrringe an Stammscheiben und Borspanen. Archiv für Forstwesen, 8, 8, 743-749.
- Irvine, J., Perks, M.P., Magnani, F. ve Grace, J., 1998. The response of *Pinus sylvestris* to drought: stomatal control of transpiration and hydraulic conductance. Tree Physiol., 18, 393-402.
- Kanat, M., Alma, M.H. ve Sivrikaya, F., 2010. The Effect of *Viscum album* L. On Annual Diameter Increment Of *Pinus nigra* Arn. African Journal of Agricultural Research, 2, 166-181,
- Kendall, J.A. ve Brown, J., 1978. Comparison of tree biomass estimators DBH and sapwood area. For. Sci., 24, 455–457.
- Kaufmann, M.R. ve Troendle, C.A., 1981. The relationship of leaf area and foliage biomass to sapwood conducting area in four subalpine forest tree species. For. Sci., 27, 477–482.
- Koch, E., ve Krieg, W., 1938. Chemikerzeitung 62, 140.
- Lebourgeois, F., Levy, G., Aussenac, G., Clerc, B. ve Willm, F., 1998. Influence of soil drying on leaf water potential, photosynthesis, stomatal conductance and growth in two black pine varieties. Ann. Sci. For., 55, 287-299.
- Makela, A., 1986. Implication of the pipe model theory on dry matter partitioning and height growth in trees. J. Theor. Biol. 123, 1032- 120.
- Makela, A., 1997. A carbon balance model of growth and self-pruning in trees based on structural relationships. For. Sci. 43, 7–24.
- Mathiasen, R.L., Hawksworth, F.G. ve Edminster, C.B., 1990. Effects Of Dwarf Mistletoe On Growth and Mortalty Of Douglas-Fir In The Southwest. Great Basin Natura, 52, 2, 1834.
- Mathiasen, R.L., Nickrent, D.L., Shaw, D.C. ve Watson, D.M., 2008. Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. Plant Dis. 92, 988-1006.
- Mencuccini, M., ve Bonosi, L., 2001. Leaf/sapwood area ratios in Scots pine show acclimation across Europe. Canadian Journal of Forest Research 31, 442-456.

- Merev, N., 2003. Odun Anatomisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi yayınları yayın no:209. 41s.
- Nikinmaa, E., 1992. Analysis of the growth of Scots pine: matching patterns with function. Acta For. Fenn., 235, 1–68.
- Norton, D. A. ve Reid, N., 1997. Lessons in ecosystem management from management of threatened and pest Loranthaceous mistletoes in New Zealand and Australia. Conserv. Biol., 11, 759-769.
- OGM, 2014. Türkiye Orman Varlığı, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Bşk., 115, 20.
- Oren, R., Werk, K.S. ve Schulze, E.D., 1986. Relationships between foliage and conducting xylem in *Picea abies* (L.) Karst. Trees, 1, 61–69.
- Perttunen, J., Sievänen, R., Nikinmaa, E., Salminen, H., Saarenmaa, H., ve Väkevä, J., 1996. A tree model based on simple structural units. Ann. Bot. (London), 77, 87–98.
- Repola, J., 2009. Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. Silva Fennica, 43, 4, 625–647.
- Rigling, A., Eilmann, B., Koechli, R. ve Dobbertin, M., 2010. Mistletoe-induced crown degradation in Scots pine in a xeric environment. Tree Physiology, 30, 845–852.
- Rogers, R. ve Hinckley M., 1979. Foliar weight and area related to current sapwood area in oak. For. Sci. 25, 298–303.
- Rust, S., 1999. Comparison of three methods for determining the conductive xylem area of Scotch Pine. Forestry 72, 104-108.
- Scharpf, R.F., 1979. Dwarf Mistletoe Infected Red Fir: Growth After Release. Research Paper PSW-143. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. Forest Service U.S. Department of Agriculture
- Serdar, B., Hayden, W.J. ve Terzioğlu S., 2008. "Wood Anatomy of *Flueggea anatolica* (*Phyllanthaceae*)", Iawa Journal, 29, 3 , 303-310.
- Shinozaki, K., Yoda, K., Hozumi, K. ve Kira, T., 1964. A quantitative analysis of plant form—the pipe model theory. I. Basic analyses. Japanese J. Ecol. 14, 97-105.
- Shinozaki, K., Yoda, K., Hozumi, K. ve Kira, T., 1964b. A quantitative analysis of plant form—the pipe model theory. II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology. Jpn. J. Ecol., 14, 133–139.
- Srivasta, L. ve Esau, K. 1961. Relation of Dwarfmistletoe (*Arceuthobium*) to Xylem Tissue of Conifers .1. Anatomy of Parasite Sinkers and Their Connection with Host Xylem. American Journal of Botany 48, 159.

- Stancioiu, P.T. ve O'Hara, K.L., 2005. Sapwood area—leaf area relationships for coast redwood. Canadian Journal of Forest Research, 35, 5, 1250-1255.
- Terzioğlu, S., Bařkent, E. Z., ve Kadiođulları, A., 2009. Monitoring forest structure at landscape level a case study of Scots pine forest in NE Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 152, 71–81
- Trummer, L.M., Hennon P.E., Hansen E.M. ve Muir, P.S., 1998. Modeling the incidence and severity of western hemlock dwarf mistletoe in 110-year-old wind-disturbed forests in southeast Alaska. Can. J. For. Res. 28:1501–1508
- Ullmann, I., Lange, O. L., Ziegler, H., Ehleringer, J., Schulze, E.-D. ve Cowan, I. R., 1985. Diurnal courses of leaf conductance and transpiration of mistletoes and their hosts in central Australia. Oecologia 67, 577-587.
- Valentine, H.T., 1985. Tree-growth models derivations employing the pipe-model theory. J. Theor. Biol. 117, 579–586.
- Vertessy, R.A., Benyon, R.G., O'Sullivan, S.K. ve Gribben, P.R., 1994. Relationships between stem diameter, sapwood area, leaf area and transpiration in a young mountain ash forest. Tree Physiology 15, 559-567
- Waring, R. H., Gholz, H. L., Grier, C. C. ve Plummer, M. L. 1977. Evaluating stemconducting tissue as an estimator of leaf area in four woody angiosperms. Can. J.Bot. 55, 1474-1477.
- Yavuz, H., Mısır, N., Mısır, M., Tüfekçiođlu, A., Kucuk, M. ve Karahalil, U. 2011. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)Meşcereleri İçin Mekanistik büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belilenmesi. 106O279 Nolu TÜBİTAK Projesi, 318.
- Yüksel, B., Akbulut, S. ve Keten A., 2005. Çam Ökse otu (*Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)'nun Zararı, Biyolojisi ve Mücadelesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 111-124.

8.EKLER

Ek 1.

ÖAN	AGN	MES	KAP	ÖBDÜ	ÖBDO	ÖBDA	ÖBDT	BNT	YÜK
4	1	Çsbc2	35	1,6	1,3	0,9	3,9	5	1485
4	2	Çsbc2	35	1,6	1,3	0,9	3,9	5	1485
4	3	Çsbc2	35	1,6	1,3	0,9	3,9	5	1485
6	4	Çsbc2	40	1,3	0,9	0,5	0,9	4	1245
6	5	Çsbc2	40	1,3	0,9	0,5	0,9	4	1245
6	6	Çsbc2	40	1,3	0,9	0,5	0,9	4	1245
6	7	Çsbc2	40	1,3	0,9	0,5	0,9	4	1245
9	8	Çsbc2	45	0,9	1	1,2	3	5	1050
9	9	Çsbc2	45	0,9	1	1,2	3	5	1050
9	10	Çsbc2	45	0,9	1	1,2	3	5	1050
7	11	Çsbc2	45	0,9	1	1,2	3	5	1050
7	12	Çsbc2	45	0,9	1	1,2	3	5	1050
9	13	Çsc2	50	1,8	0,6	0,3	2,6	4	1750
9	14	Çsc2	50	1,8	0,6	0,3	2,6	4	1750
9	15	Çsc2	50	1,8	0,6	0,3	2,6	4	1750
9	16	Çsc2	50	1,8	0,6	0,3	2,6	4	1750
9	17	Çsc2	50	1,8	0,6	0,3	2,6	4	1750
9	18	Çsbc2	45	0,9	1	1,2	3	4	1750
14	19	Çsbc3	80	0,7	0,5	0,5	1,7	5	1590
17	20	BÇs	15	1,6	1,4	0,6	3,6	5	1230
18	21	Çsbc2	35	1,8	1,4	1	4,1	4	1250
18	22	Çsbc2	35	1,8	1,4	1	4,1	4	1250
71	23	Çsbc2	40	1,8	1,7	1	4,5	5	1280
71	24	Çsbc2	40	1,8	1,7	1	4,5	5	1280
71	25	Çsbc2	40	1,8	1,7	1	4,5	5	1280
71	26	Çsbc2	40	1,8	1,7	1	4,5	5	1280
71	27	Çsbc2	40	1,8	1,7	1	4,5	5	1280
71	28	Çsbc2	40	1,8	1,7	1	4,5	5	1280
88	29	Çsbc2	55	2	1,7	1,3	1,7	3	1010
88	30	Çsbc2	55	2	1,7	1,3	1,7	3	1010
88	31	Çsbc2	55	2	1,7	1,3	1,7	3	1010

ÖAN: Örnek Alan Numarası, **AGN:** Ağaç Numarası, **MES:** Meşcere Tipi, **ÖBDÜ:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Üst, **ÖBDO:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Orta, **ÖBDA:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Alt, **ÖBDT:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Toplam, **BNT:** Bonitet Sınıfı, **YÜK:** Yükselti

Ek 1.'in devamı

ÖAN	AGN	MES	KAP	ÖBDÜ	ÖBDO	ÖBDA	ÖBDT	BNT	YÜK
88	32	Çsbc2	55	2	1,7	1,3	1,7	3	1010
88	33	Çsbc2	55	2	1,7	1,3	1,7	3	1010
88	34	Çsbc2	55	2	1,7	1,3	1,7	3	1010
88	35	Çsbc2	55	2	1,7	1,3	1,7	3	1010
91	36	Çsbc1	25	0,8	0,8	1	2,6	4	990
91	37	Çsbc1	25	0,8	0,8	1	2,6	4	990
91	38	Çsbc1	25	0,8	0,8	1	2,6	4	990
99	39	Çsc3	90	0	0	0	0	2	1780
99	40	Çsc3	90	0	0	0	0	2	1780
99	41	Çsc3	90	0	0	0	0	2	1780
99	42	Çsc3	90	0	0	0	0	2	1780
99	43	Çsc3	90	0	0	0	0	2	1780

ÖAN: Örnek Alan Numarası, **AGN:** Ağaç Numarası, **MES:** Meşcere Tipi, **ÖBDÜ:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Üst, **ÖBDO:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Orta, **ÖBDA:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Alt, **ÖBDT:** Ökse Otu Bulaşıklık Durumu Toplam, **BNT:** Bonitet Sınıfı, **YÜK:** Yükselti

Ek 2.

ÖAN	AGN	TAİM (FKA gr)	TÖM (FKA gr)	TÖYM (FKA gr)
4	1	9619,9	-	-
4	2	7543	2574,9	667,9
4	3	9612,3	5529,7	1298,6
6	4	14603,9	-	-
6	5	9823,8	273,4	94,9
6	6	3282,6	1790,9	487
6	7	8020,2	2904,3	741,6
9	8	8015,8	-	-
9	9	4760,5	-	-
9	10	2218,7	-	-
7	11	15128,8	4747,6	1137,3
7	12	9677,6	8740,1	1934
9	13	7746,8	-	-
9	14	11524,6	3467,7	865,3
9	15	5330,2	8333,7	1855,5
9	16	11748,3	12945	2721,8
9	17	7574,6	10004,4	2175,2
9	18	2290,8	4110,8	1003,3
14	19	7335,9	723	221,2
17	20	8538,5	-	-
18	21	6578,1	-	-
18	22	8153,7	5628,6	1318,8
71	23	7281,9	62,9	26,4
71	24	12596,6	251,7	88,3
71	25	4510,4	1726,4	471,7
71	26	13336,8	8770,7	1939,9
71	27	1400,8	2780,6	714,1
71	28	8487,3	6959,7	1586,3
88	29	7200,8	1496	416,4
88	30	14477,9	722,8	221,1
88	31	11979,1	2427,2	634,4
88	32	9536,8	1752,4	477,8
88	33	6649,8	7327,6	1659
88	34	1193,4	2154,4	571,9

ÖAN: Örnek Alan Numarası, AGN: Ağaç Numarası, TAİM: Toplam Ağaç İbre Miktarı, TÖM: Toplam Ökse Otu Miktarı, TÖYM: Toplam Ökse Otu Yaprak Miktarı, FKA: Fırın Kuru Ağırlık

Ek 2.'nin devamı

ÖAN	AGN	TAİM (FKA gr)	TÖM (FKA gr)	TÖYM (FKA gr)
88	35	3901,5	2762,5	710
91	36	7626,1	-	-
91	37	4430,4	2416,4	632
91	38	3498	1027,4	300,3
99	39	8930,6	-	-
99	40	3105,4	-	-
99	41	13426,7	-	-
99	42	7078,3	-	-
99	43	7965,1	-	-

ÖAN: Örnek Alan Numarası, **AGN:** Ağaç Numarası, **TAİM:** Toplam Ağaç İbre Miktarı, **TÖM:** Toplam Ökse Otu Miktarı, **TÖYM:** Toplam Ökse Otu Yaprak Miktarı, **FKA:** Fırın Kuru Ağırlık

Ek 3.

ÖAN	AGN	ÇAP	TAY (m)	TB (m)	BOY (m)	YAŞ	TAY YAŞ	GS	TA ÖÖBDÜ	TA ÖÖBDO	TA ÖÖBDA	ÖÖBD
4	1	20	2	5,6	7,6	64	20	2	0	0	0	0
4	2	21	1,8	8,1	9,9	66	19	1	2	1	0	3
4	3	22	2,4	8,1	10,5	71	23	1	2	1	1	4
6	4	20	0,1	8,7	8,8	34	1	1	0	0	0	0
6	5	22	2,2	7,5	9,7	61	15	1	1	1	0	2
6	6	21	3,8	7,1	10,9	55	22	2	2	2	1	5
6	7	21	0,6	7,8	8,4	68	6	3	2	2	2	6
9	8	14	0,6	8	8,6	30	8	2	0	0	0	0
9	9	17	1,3	8,5	9,7	29	14	1	0	0	0	0
9	10	13	1,9	6,6	8,5	35	19	1	0	0	0	0
7	11	25	2,9	6,9	9,8	54	26	1	2	1	0	3
7	12	32	0,5	10,9	11,4	57	7	1	2	1	1	4
9	13	19	2,4	7,9	10,3	59	16	1	0	0	0	0
9	14	30	2	10,8	12,8	73	14	2	2	1	0	3
9	15	35	2,6	8,6	11,2	67	17	1	2	1	1	4
9	16	36	2,9	10,2	13,1	56	19	1	2	1	1	4
9	17	33	2,5	8,9	11,4	54	17	1	2	1	1	4
9	18	18	1,3	4,8	6,1	54	10	2	2	2	1	5
14	19	15	1,3	7,2	8,4	45	14	2	0	1	0	1
17	20	16	0,1	6,2	6,3	35	1	2	0	0	0	0
18	21	17	0,1	8,6	8,7	29	1	2	0	0	0	0
18	22	25	1,7	5,6	7,2	30	1	4	2	1	1	4
71	23	13	0,9	5,9	6,8	29	11	1	0	1	0	1
71	24	14	0,3	6,8	7,1	25	4	1	1	1	0	2
71	25	16	1,3	6,4	7,7	28	13	1	1	1	1	3
71	26	26	0,3	6,2	6,5	49	4	3	2	1	1	4
71	27	16	1,3	5,3	6,6	33	13	1	2	1	1	4
71	28	21	1,8	7,9	9,7	28	19	2	2	2	1	5
88	29	20	2,8	8	10,8	59	13	3	0	0	1	1
88	30	19	1,7	9,3	10,9	40	9	3	1	1	1	3
88	31	21	2,3	8,6	10,9	42	12	3	2	1	1	4

ÖAN: Örnek Alan Numarası, **AGN:** Ağaç Numarası, **ÇAP:** Göğüs Yüksekliğinden Ölçülen Çap, **TAY:** Tepe Altı Yüksekliği, **TB:** Tepe Boyu, **BOY:** Ağacın Boyu, **YAŞ:** Göğüs Yüksekliğinden Ölçülen Yaş, **TAYYAŞ:** Tepe Altından Ölçülen Yaş, **GS:** Gövde Sınıfı, **TAÖÖBDÜ:** Tek Ağaç Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Üst, **TAÖÖBDO:** Tek Ağaç Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Orta **TAÖÖBDA:** Tek Ağaç Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Alt, **ÖÖBD:** Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi

Ek 3.' ün devamı

ÖAN	AGN	ÇAP	TAY (m)	TB (m)	BOY (m)	YAŞ	TAY YAŞ	GS	TA ÖÖBDÜ	TA ÖÖBDO	TA ÖÖBDA	ÖÖBD
88	32	20	2,5	6,9	9,4	38	13	3	2	1	1	4
88	33	23	3,1	9	12,1	45	15	2	2	2	2	6
88	34	20	4,4	7	11,4	24	19	3	2	2	2	6
88	35	23	2,5	10,8	13,3	44	13	2	2	2	2	6
91	36	13	1	6,7	7,7	18	8	2	0	0	0	0
91	37	25	2	8,9	10,9	35	14	3	1	1	1	3
91	38	12	0,4	7	7,3	18	3	1	1	1	1	3
99	39	30	11,8	6,9	18,7	75	31	1	0	0	0	0
99	40	24	12,8	4,6	17,4	78	34	2	0	0	0	0
99	41	31	10,8	8	18,8	70	29	2	0	0	0	0
99	42	28	11,2	7,4	18,6	75	30	2	0	0	0	0
99	43	23	10,7	8,3	19	85	49	1	0	0	0	0

ÖAN: Örnek Alan Numarası, **AGN:** Ağaç Numarası, **ÇAP:** Göğüs Yüksekliğinden Ölçülen Çap, **TAY:** Tepe Altı Yüksekliği, **TB:** Tepe Boyu, **BOY:** Ağacın Boyu, **YAŞ:** Göğüs Yüksekliğinden Ölçülen Yaş, **TAYYAŞ:** Tepe Altından Ölçülen Yaş, **GS:** Gövde Sınıfı, **TAÖÖBDÜ:** Tek Ağaç Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Üst, **TAÖÖBDO:** Tek Ağaç Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Orta **TAÖÖBDA:** Tek Ağaç Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi Alt, **ÖÖBD:** Ökse Otu Bulaşıklık Derecesi

Ek 4.

ÖAN	AGN	TİYA (cm ²)	-1 İYA	-2 İYA	-3 İYA	-4 İYA	-5 İYA	-6 İYA	-7 İYA	-8 İYA	-9 İYA	-10 İYA	-11 İYA	-12 İYA	-13 İYA	-14 İYA
4	1	16107,2	11411,1	13793,8	13175,0	11920,4	9132,0	11242,5	9360,4	11619,2	12975,2	13486,3	10893,5	12485,9	10158,1	11018,3
4	2	16150,2	11279,5	11259,9	11425,7	12430,7	11677,0	14272,1	13338,7	14792,8	15159,9	16895,4	15869,4	17129,4	17564,1	16092,7
4	3	16988,7	13719,4	12980,0	13821,5	13805,4	14207,5	15586,1	12817,4	15722,0	17748,5	18019,6	18368,9	20755,6	20005,9	18764,0
6	4	22436,5	15591,4	16508,8	15874,5	16948,0	17671,0	17667,9	16975,1	18459,8	19233,8	17614,2	14939,2	14291,0	18701,8	17657,1
6	5	18447,8	2263,4	2157,2	1978,4	2024,1	1931,2	1907,4	1810,7	2808,8	2364,9	2686,0	2199,8	2538,5	2481,5	2483,7
6	6	6122,2	3274,5	4047,9	5523,8	5339,9	7580,8	6202,0	10053,2	11106,6	13099,0	13011,2	15829,7	14386,8	10653,7	11731,5
6	7	16046,9	13055,5	13247,9	10956,0	11739,8	13069,6	12692,5	11011,8	17020,2	17511,5	15961,2	13447,1	16365,3	14331,0	14194,5
9	8	14281,8	18776,8	21143,9	23025,7	22954,9	19577,9	21585,2	19923,1	19605,1	18889,3	19693,7	18114,5	19846,2	20487,4	23025,9
9	9	7946,2	18634,6	19056,4	18000,3	18949,9	18097,5	23183,3	22188,2	22770,5	23555,4	25888,2	24363,9	25089,0	21813,1	18234,7
9	10	4630,7	11084,3	11002,5	12018,5	12832,5	13403,2	12788,6	13133,8	12145,8	13057,5	13436,2	12346,8	13994,7	15397,8	14250,7
7	11	38664,7	16172,9	14938,2	15259,3	13994,7	13594,4	17093,4	14913,4	16889,7	17582,1	17787,0	18539,0	17904,4	17556,0	17155,8
7	12	24538,3	14004,0	14492,1	14716,9	15418,4	12414,7	16289,8	13725,6	14339,9	17602,6	18376,0	16114,0	15963,5	15365,1	17185,2
9	13	12710,2	14120,8	13907,0	13127,3	13421,0	11028,4	14011,6	11151,4	12106,0	12426,5	13466,0	12137,5	13169,9	14887,3	13529,8
9	14	20239,3	14648,4	17085,2	18203,5	17353,6	15744,4	19084,2	18667,8	20462,6	22242,5	22284,5	22424,9	23036,0	22763,2	21957,1
9	15	10472,3	7092,1	8320,5	8776,4	11763,8	10241,8	12130,5	12426,7	14162,5	16492,7	19795,2	17416,8	21585,1	21327,4	21139,9
9	16	20814,4	13669,0	12719,5	12735,4	13329,2	13315,9	15893,3	13902,8	17391,7	17610,8	18757,2	18961,5	21481,2	21630,9	17421,3
9	17	14933,8	10302,8	12528,2	14441,8	12831,2	14687,2	19731,6	13267,1	17691,8	16512,0	18655,0	16705,2	19169,3	23041,2	21081,4
9	18	5273,0	12303,3	14206,3	17292,1	15328,1	14354,0	16541,1	15151,9	21177,4	20562,3	20885,5	12552,8	14196,5	15358,3	12616,8
14	19	11933,0	13199,8	15807,3	15142,9	16573,4	13455,0	15449,3	14657,9	18607,1	14365,0	18759,9	17180,1	17907,4	18100,0	14010,8
17	20	12509,6	12193,8	12786,5	15227,8	13113,1	13528,8	13202,2	12474,5	17327,7	15812,5	17035,2	14960,0	17251,9	18823,6	17717,4
18	21	10733,4	23799,8	22358,8	28039,4	22607,4	24969,9	27898,5	27037,0	22465,4	23335,9	26431,2	23589,2	23314,0	23439,4	20357,2
18	22	12589,5	14077,5	17714,7	18080,2	16056,4	16144,9	19173,3	18525,9	19594,3	19444,4	22396,4	21138,6	31676,1	25918,4	25398,0

ÖAN: Örnek Alan numarası, AGN: Ağaç No, TİYA: Toplam İbre Yüzey Alanı, İYA: İbre yüzey alanı

Ek 4.' ün devamı

ÖAN	AGN	TİYA (cm ²)	-1 İYA	-2 İYA	-3 İYA	-4 İYA	-5 İYA	-6 İYA	-7 İYA	-8 İYA	-9 İYA	-10 İYA	-11 İYA	-12 İYA	-13 İYA	-14 İYA
71	23	10455,4	18916,2	20960,8	21163,6	20642,1	17427,6	16166,5	14617,3	16325,8	15206,4	15432,3	14421,7	15355,4	13637,5	13821,4
71	24	20505,0	19361,6	24050,7	25057,7	22655,5	19686,9	19938,9	17917,6	18808,3	18263,4	19499,9	16758,7	18114,2	16951,9	18208,4
71	25	7652,3	13821,9	18235,1	17841,1	18804,5	16837,8	16681,1	13392,9	18737,3	18291,7	22245,8	19484,3	21348,1	20236,5	18809,8
71	26	19175,5	14188,2	20099,1	19759,9	20543,6	16150,4	20968,2	16198,2	23971,8	21059,8	23104,5	20374,9	26547,9	22877,1	23400,0
71	27	2790,3	9660,6	13979,9	13187,5	13989,7	11724,2	10453,1	12874,1	15722,7	14738,1	19524,6	16712,5	17883,2	16134,7	14470,9
71	28	14666,3	18989,8	18731,7	19775,7	18944,3	20392,3	16745,9	21169,6	19750,0	21441,6	17906,6	22277,1	22389,6	22828,8	23949,6
88	29	10473,9	14574,1	12149,5	13546,0	14283,3	16436,0	15969,4	18309,8	14531,0	19651,3	19393,7	20639,1	16945,8	14842,4	15390,5
88	30	29677,4	17208,1	19412,7	18225,8	18700,4	20019,4	20071,2	19699,6	21917,3	17939,2	20294,9	18502,5	16843,7	16941,8	18479,8
88	31	26525,2	13236,7	16035,6	17570,6	18179,6	15914,3	18327,9	16476,4	19514,2	19580,1	21098,9	18664,9	18521,3	25290,3	27969,2
88	32	16889,0	11930,2	11621,2	11767,4	17286,2	16050,2	15746,9	21798,0	15070,9	20046,5	20962,3	18820,3	22743,4	17621,6	20540,3
88	33	12949,6	9975,8	11273,9	11936,2	10858,2	14933,1	14315,1	16160,5	15310,3	19192,0	19304,2	20927,5	21457,2	20917,8	22946,8
88	34	2793,9	6786,6	7829,5	8441,8	12448,2	14978,4	15098,2	13323,3	12244,0	17884,5	16825,2	16571,3	16488,0	19556,8	18978,1
88	35	7204,1	10265,4	11447,3	11231,9	11255,2	14285,6	14277,0	15021,6	13040,3	17297,4	18459,4	20709,8	19396,3	18567,2	20176,7
91	36	13134,2	28875,1	29183,3	32184,3	33099,9	25754,6	26427,1	28585,2	36539,8	29441,4	34411,0	33567,3	39483,9	33744,3	33189,5
91	37	7183,7	10721,1	9148,5	11252,7	11505,1	9442,5	10067,8	11190,2	10898,9	14974,6	13416,5	16521,9	14429,3	16424,0	23189,7
91	38	7355,8	15217,8	14421,7	17087,6	15745,6	19639,7	18113,3	22985,1	20159,9	24357,7	22399,5	24238,8	19301,9	18872,3	22800,3
99	39	13893,0	13053,5	11498,9	11826,0	12464,2	12741,3	15191,5	13413,9	13953,4	13896,9	15215,5	14748,0	16080,8	14583,6	13843,5
99	40	4468,8	9387,6	9850,8	11399,8	11225,2	9806,7	10667,1	10278,3	12187,4	13016,0	10902,2	10734,7	13676,3	14076,4	12466,4
99	41	18440,6	18472,8	17986,5	17596,5	17098,1	17886,8	18594,4	15026,2	18244,1	17056,0	18403,6	16127,1	16654,1	18397,4	18165,7
99	42	10120,8	12077,1	11677,0	13364,3	12901,6	14660,9	17160,7	13070,2	14057,1	13254,5	15555,2	15104,7	15906,8	15941,5	13109,4
99	43	10458,1	12614,7	11474,9	10650,8	12205,6	12678,8	13403,0	10282,8	11824,6	11227,2	11173,5	11504,9	14511,4	15629,1	11177,8

ÖAN: Örnek Alan numarası, AGN: Ağaç No, TİYA: Toplam İbre Yüzey Alanı, İYA: İbre yüzey alanı

Ek 5.

ÖAN	AGN	TÖÖYYA cm ²	-1 ÖÖYYA	-2 ÖÖYYA	-3 ÖÖYYA	-4 ÖÖYYA	-5 ÖÖYYA	-6 ÖÖYYA	-7 ÖÖYYA	-8 ÖÖYYA	-9 ÖÖYYA	-10 ÖÖYYA	-11 ÖÖYYA	-12 ÖÖYYA	-13 ÖÖYYA	-14 ÖÖYYA
4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2	19871,3	15004,6	11043,5	7886,1	5432,8	3585,6	2246,1	1317,8	712,5	345,4	144,0	43,3	5,6	-	-
4	3	45206,6	34395,2	25621,1	18645,6	13229,1	9135,6	6131,6	3989,5	2505,9	1505,0	860,3	468,9	240,6	114,4	45,8
6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	5	2599,1	1643,4	956,2	493,8	211,4	64,1	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	16873,8	12423,0	8930,4	6255,1	4258,5	2810,5	1789,8	1088,8	622,3	328,1	152,9	58,7	17,2	4,2	0,6
6	7	22936,8	15931,4	10591,8	6678,6	3953,5	2180,5	1122,4	549,6	261,4	115,7	46,2	16,2	5,4	1,4	0,2
9	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	11	35873,4	27380,9	20473,9	14949,2	10605,3	7252,7	4723,7	2881,6	1603,8	783,4	315,7	93,3	12,2	-	-
7	12	70667,7	54941,8	41971,4	31449,3	23070,1	16541,0	11577,5	7905,0	5277,6	3476,3	2288,1	1510,4	986,9	627,7	383,3
9	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	14	30816,5	22527,9	16083,2	11156,6	7479,5	4812,4	2945,1	1692,2	895,7	422,9	169,1	49,1	6,3	-	-
9	15	79298,4	62048,6	47876,9	36298,5	26970,0	19592,7	13878,7	9552,4	6363,2	4082,2	2511,5	1476,5	830,0	446,9	226,4
9	16	111333,8	89739,5	71456,3	56088,1	43330,9	32878,5	24429,6	17718,5	12503,9	8556,3	5663,9	3631,9	2273,2	1410,6	878,5
9	17	83663,1	65280,7	50280,2	38154,0	28478,4	20869,3	14980,7	10517,6	7212,0	4818,8	3129,9	1969,7	1207,5	729,0	429,7
9	18	35599,5	25463,2	17762,6	12062,6	7961,0	5091,6	3132,3	1826,6	979,8	456,3	169,2	44,3	8,5	0,9	-
14	19	5857,7	4167,5	2861,9	1864,3	1129,8	618,5	290,9	106,6	24,7	2,5	-	-	-	-	-
17	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	22	52343,8	39022,3	28457,3	20168,2	13831,8	9132,5	5763,9	3442,3	1918,9	976,6	436,5	156,8	40,2	8,5	2,0

ÖAN: Örnek Alan Numarası, AGN: Ağaç No, TÖÖYYA: Toplam Ökse Otu Yaprak Yüzey Alanı, ÖÖYYA: Ökse Otu Yaprak Yüzey Alanı

Ek 5.' in devamı

ÖAN	AGN	TÖÖYYA cm ²	-1 ÖÖYYA	-2 ÖÖYYA	-3 ÖÖYYA	-4 ÖÖYYA	-5 ÖÖYYA	-6 ÖÖYYA	-7 ÖÖYYA	-8 ÖÖYYA	-9 ÖÖYYA	-10 ÖÖYYA	-11 ÖÖYYA	-12 ÖÖYYA	-13 ÖÖYYA	-14 ÖÖYYA
71	23	738,3	381,5	171,6	67,3	26,1	9,0	2,4	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-
71	24	2487,4	1458,0	795,5	406,7	196,9	83,4	25,4	3,3	0,0	0,0	-	-	-	-	-
71	25	16680,1	10725,6	6494,7	3674,6	1950,7	1010,9	552,8	322,3	188,0	100,2	45,0	15,1	2,8	0,2	-
71	26	82638,6	61175,2	44315,6	31357,7	21658,7	14610,3	9630,0	6186,8	3847,1	2275,7	1265,4	665,4	342,1	180,4	95,1
71	27	26557,3	17813,1	11387,4	6841,0	3787,3	1889,6	837,4	339,1	138,0	52,7	15,4	2,0	-	-	-
71	28	60540,2	42979,2	29553,6	19558,5	12381,5	7462,4	4269,8	2321,1	1201,0	565,1	221,5	61,4	7,5	-	-
88	29	13918,5	8585,9	5082,7	2887,5	1510,7	699,5	270,9	84,1	21,7	2,8	-	-	-	-	-
88	30	6205,8	4149,9	2631,6	1561,4	849,0	408,3	160,2	42,7	5,0	-	-	-	-	-	-
88	31	21876,9	15309,9	10395,0	6834,1	4333,7	2654,0	1583,9	927,7	530,0	293,3	154,2	74,3	31,2	9,5	1,2
88	32	16532,5	10950,0	6929,8	4147,2	2292,9	1137,5	484,5	164,9	39,8	4,5	-	-	-	-	-
88	33	64637,9	42795,3	27513,0	17195,7	10323,2	5886,4	3159,1	1587,7	721,5	290,1	102,6	31,8	6,3	0,5	-
88	34	22137,3	15955,8	11135,3	7483,8	4810,4	2939,5	1701,3	931,5	480,8	226,8	95,2	34,0	9,6	1,6	0,1
88	35	26278,8	18350,2	12353,2	7965,7	4876,5	2799,0	1478,5	701,6	295,4	113,0	40,2	11,6	1,5	-	-
91	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
91	37	25013,5	15918,0	9444,3	5122,4	2475,8	1038,0	374,6	113,3	26,2	3,0	-	-	-	-	-
91	38	9716,3	5571,2	2851,5	1233,2	406,9	81,2	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-
99	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ÖAN: Örnek Alan Numarası, AGN: Ağaç No, TÖÖYYA: Toplam Ökse Otu Yaprak Yüzey Alanı, ÖÖYYA: Ökse Otu Yaprak Yüzey Alanı

ÖZGEÇMİŞ

Murat ÖZTÜRK, 17 Mart 1987' de Van' da doğdu. İlköğretimi Van İMKB İlköğretim Okulu, lise eğitimini ise Van Atatürk Lisesi ' nde tamamladı. 2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümünden fakülte ve bölüm birinciliği dereceleri ile mezun oldu. Eylül 2012' de Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Aralık 2013'de Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalına, Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) ile Araştırma Görevlisi olarak atandı. İngilizce bilen Murat ÖZTÜRK, halen Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.