Ziraat ve Orman Ürünleri Alanında Uluslararası Derleme, Araştırma ve Çalışmalar



EDİTÖRLER
PROF. DR. KORAY ÖZRENK
DOÇ. DR. ALİ BOLAT

SERÜVEN YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2025

ISBN • 978-625-8559-94-1

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak
Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA
Telefon / Phone: 05437675765
web: www.seruvenyayinevi.com
e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

ZİRAAT VE ORMAN ÜRÜNLERİ ALANINDA ULUSLARARASI DERLEME, ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR

Editörler

PROF. DR. KORAY ÖZRENK

DOÇ. DR. ALİ BOLAT

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

TOPRAKSIZ TARIMDA BİTKİ YETİŞTİRME ORTAMI OLARAK KULLANILAN ORGANİK VE İNORGANİK MATERYALLERİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Bülent YAĞMUR, Caner İsmail KAHRAMAN —1

Bölüm 2

FARKLI DOZLARDA AZOTLU GÜBRE UYGULAMALARININ KALANCHOE CALANDİVA VE CAMPANULA BİTKİLERİNİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bülent YAĞMUR, Gökçe ALYÖRÜK IŞIK —21

Bölüm 3

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA BAZI ENERJİ BİTKİLERİNİN KULLANIM ALANLARI VE ÖNEMİ

Mehtap ANDIRMAN —51

Bölüm 4

BİYOÇEŞİTLİLİK-EKOSİSTEM FONKSİYONLARI (BEF) TEORİSİ ÇERÇEVESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM

Muhsin YILDIZ, Murat KARA —71

Bölüm 5

TARIMSAL SULAMADA UYGULANABİLECEK AKILLI SULAMA SİSTEMLERİ

Murat YILDIRIM —97

Bölüm 6

ÇEVRESEL KİRLETİCİLER VE RUMİNANTLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Sevil ÇALIŞKAN ELEREN, Şeniz ÖZİŞ ALTINÇEKİÇ—109

Bölüm 7

HİDROPONİK YEŞİL YEM: ALTERNATİF BİR YEM KAYNAĞI

Şükrü Sezgi ÖZKAN, Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU —133

Bölüm 8

ESANSİYEL YAĞLARIN BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE KANATLI HAYVAN BESLENMESİNDEKİ ETKİLERİ

Alp ATAY —151

Bölüm 9

SİLAJ ORTAMINDA MİKROORGANİZMALARIN ROLÜ VE ETKİLERİ

Cemal POLAT —177

Bölüm 10

HİJYENİK YEM ÜRETİMİ

Cemal POLAT, Korcan DENİZHAN—195

Bölüm 11

KÜÇÜKBAŞ HAYVANLARDA HAYVAN REFAHI VE STRES YÖNETİMİ KRİTERLERİ

Duygu KAŞIKÇI, Elif Rabia ŞANLI —215

Bölüm12

FARKLI KÖKLENDİRME MASASI SICAKLIKLARI İLE OKSİN UYGULAMALARININ *ROSMARİNUS OFFİCİNALİS* 'PYRAMİDALİS' ÇELİKLERİNDE KÖKLENME ÜZERİNE ETKİLERİ

Deniz GÜNEY, Fahrettin ATAR, İbrahim TURNA—237

Bölüm 13

HAYVAN ISLAHINDA GENETİK ÇEŞİTLİLİK VE VERİM İKİLEMİ: GEÇMİŞTEN GELECEĞE PERSPEKTİF

İsa YILMAZ , Ömer Faruk YILMAZ —257

Bölüm 14

DOĞU LADİNİ FİDANLARINDA SÜRGÜN TİPİ VARYASYONLARININ ORİJİNLERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Deniz GÜNEY, Ali BAYRAKTAR —277

Bölüm 15

BİTKİ BESİN ELEMENTLERİNİN KÜLTÜR BİTKİLERİNDE ZARARLI BÖCEKLERE ETKİLERİ*

Erhan KOÇAK—293

Bölüm 16

ÇELİKLE BİTKİ ÜRETİMİNDE KÖKLENME BAŞARISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER ARASINDA YARALAMANIN YERİ

Ali BAYRAKTAR—307

Bölüm 17

HAVZA YÖNETİMİNDE YAŞANAN DARBOĞAZLAR VE

SORUNLAR

Saim YILDIRIMER, Ufuk DEMİRCİ / 331

Bölüm 14

DOĞU LADİNİ FİDANLARINDA SÜRGÜN TİPİ VARYASYONLARININ ORİJİNLERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Deniz GÜNEY[1], Ali BAYRAKTAR[2]

1 Prof. Dr. Deniz GÜNEY, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı
2 Dr. Öğr. Üyesi Ali BAYRAKTAR , Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı

1. Giriş

Orman ağacı türlerinde genetik ve morfolojik varyasyon, hem türlerin doğal yayılış alanlarında değişken çevre koşullarına uyum sağlamasını hem de ormancılık uygulamaları açısından materyal seçiminde kritik bir öneme sahiptir. Varyasyon düzeyinin yüksek olması, bir popülasyonun değişen iklim, toprak yapısı, nem ve ışık gibi çevresel faktörlere karşı dirençli olma kapasitesini artırır (Güney vd., 2015; Atar vd., 2024). Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link), Türkiye'nin kuzeydoğusunda, özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğal yayılış göstermekte olup ülkenin orman ekosisteminde önemli bir yer tutmaktadır (Atalay, 1992). Bu tür, yüksek nem ve yağış koşullarına uyum sağlamış, gölge toleransı yüksek, yavaş büyüyen ve uzun ömürlü bir iğne yapraklıdır. Doğu ladini, hem doğal ormanların sürdürülebilirliği hem de fidanlık üretiminde yüksek kalite hedefleri açısından ormancılık çalışmalarında önemli bir tür olarak değerlendirilir (Tüfekçioğlu vd. 2011; Turna, 2004).

Sürgün tipi, sürgün uzunluğu, tomurcuk oluşumu gibi özellikler fidanın ileriki yıllardaki gövde formu, dallanma düzeni ve mekanik dayanımını etkileyebilir. İbreli türlerde sürgün gelişimi ve tomurcuk farklılaşması, bireyin büyüme dinamiğini, morfolojik formunu ve adaptasyon yeteneğini doğrudan etkileyen önemli morfolojik özelliklerdendir (Turna vd., 2005; Cannell et al., 1976; Owens & Molder, 1979). Özellikle *Picea* türlerinde lammas, proleptic ve syleptic sürgünlerin oluşumu; yıl içindeki büyüme periyodunun uzunluğu, tomurcuk oluşum zamanı, genetik yapı ve çevresel koşullar tarafından belirlenmektedir (Collet & Chenost, 2006; Rossi et al., 2003). Bu sürgün tiplerinin görülme sıklığı ve uzunlukları, bireylerin büyüme stratejileri ile birlikte farklı orijinlerin adaptasyon kapasitelerini de yansıtır (Souza vd., 2000.; Costes, vd., 2014; Körner, 2012; Puntieri vd, 1998).

Odunsu türlerin vegetatif gelişiminde sürgün tipleri, bireylerin büyüme formu ve orman işletmeciliği açısından önemli belirleyicilerdir. Normal sürgünler, dormant tomurcuklardan ilkbaharda açılan ve bir büyüme mevsimi boyunca uzama gösteren sürgünlerdir. Lammas sürgünler, genellikle bir büyüme periyodunun ardından, aynı yıl içinde ikinci bir uzama dalgasıyla açılan ikinci büyüme dönemi sürgünleri olarak tanımlanır (Katrevics et al., 2018). Proleptic sürgünler, önceden oluşmuş tomurcuklardan yani bir önceki veya aynı yılın sonbaharında meydana gelen tomurcuklardan ertesi yıl uzama gösteren sürgünlerdir (Nárovcová & Nárovec, 2010). Buna karşılık sylleptic sürgünler, tomurcuk dinlenmesi olmadan aynı yıl içinde erken dönemde oluşup uzamaya geçen sürgünlerdir. Bu morfolojik çeşitlilik, özellikle genç ağaçlarda gövde formu, odun kalitesi ve adaptasyon potansiyeli açısından kritik rol oynamaktadır (Katrevics et al., 2018). Bu nedenle orman yetiştirme

çalışmalarında sürgün tiplerinin belirlenmesi ve anlaşılması, genetik ve silvikültürel kararlar için temel bir öneme sahiptir. Bu morfolojik farklılıklar, özellikle genç fidanlarda büyüme kalitesini ve gövde formunu etkileyerek orman yetiştirme çalışmalarında doğrudan uygulama alanı bulur (Moulia & Fournier, 1997). Lammas sürgünlerin aşırı gelişimi, gövde formunda düzensizliklere, eğriliklere ve odun dokusunda istenmeyen deformasyonlara neden olabilirken; proleptic sürgünlerin azlığı, fidanın apikal dominansını koruyarak dik formda ve düzgün eksenli bir gövde gelişimini desteklemektedir (Kozlowski & Greathouse, 1970; Yahyaoğlu & Genç, 2007). Bu nedenle sürgün tiplerinin belirlenmesi, fidan ıslahı ve orijin denemelerinde değerlendirilmesi gereken temel bir parametredir.

Son yıllarda artan sıcaklık dalgalanmaları, özellikle iğne yapraklı türlerde büyüme dönemlerinin süresini ve ritmini önemli ölçüde etkilemektedir. Birçok çalışma, sıcaklık değişimlerinin kambiyal aktiviteyi, hücre farklılaşmasını ve sürgün uzamasını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur (Rossi & Deslauriers, 2007). Ayrıca, fenolojik süreçler ile düşük sıcaklıklara dayanıklılık arasındaki etkileşimin, türlerin büyüme mevsimi süresini ve gelişim stratejilerini belirlemede önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Vitasse, vd. 2014). Özellikle boreal ve yüksek rakımlı bölgelerde, sonbahar sıcaklıklarının artması ilkbahar tomurcuk patlamasını geciktirerek iklim ısınmasının etkilerini kısmen dengelemekte, bu da morfolojik varyasyonun çevresel koşullara karşı bir adaptasyon göstergesi olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Heide, 2003). Bu nedenle, yüksek rakımlarda yetiştirilen ladin türlerinde gözlenen sürgün dinamikleri ve morfolojik farklılıklar, sıcaklık rejimindeki değişimlere bağlı bir ekolojik tepki olarak yorumlanabilir.

Bu bağlamda yürütülen çalışmada, repikaja alınmış altı yaşındaki Doğu ladini fidanlarında farklı sürgün tiplerinin (Normal, Lammas, Proleptic, Syleptic) dağılımı ve son yıllık sürgün uzunlukları incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı, farklı sürgün tiplerinin genç bireylerin büyüme performansı üzerindeki etkilerini ortaya koymak ve bu özelliklerin ladin fidan üretiminde kalite göstergesi olarak kullanılabilirliğini değerlendirmektir. Elde edilen bulgular, Doğu ladini fidanlarının morfolojik gelişim dinamiklerinin anlaşılmasına ve ıslah çalışmalarında seçim kriterlerinin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) türünün farklı orijinlerinden elde edilen altı yaşlı fidanlarda sürgün tipi varyasyonlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan fidanlar, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki doğal ladin populasyonlarından toplanan tohumlardan yetiştirilmiştir. Toplam 10 farklı orijine ait tohumlar, enlem, boylam ve yükselti basamakları bakımından çeşitlilik göstermekte olup, her biri türün doğal yayılış alanlarını temsil etmektedir (Tablo 1).

Tablo l. Deneme alanlarına ait genel özellikler

No	Orijinler	Yükseklik Basamağı (m)	Enlem (N)	Boylam (E)
1	Trabzon-Çaykara	1650-1950	40^0 34' 30"	40^0 23' 10"
2	Rize-İkizdere	1650-1950	40^0 34' 30"	40^{0}23' 10"
3	Rize-Ç. Hemşin	1350-1650	40° 52' 28"	40^0 56' 15"
4	Rize-Ç. Hemşin	1650-1950	40^0 52' 20"	40^0 56' 40"
5	Rize-Ç. Hemşin	1950-2250	40^0 48' 40"	40° 56' 45"
6	Torul-Kürtün	1350-1650	40^0 43' 30"	39^0 13' 15"
7	Torul-Örümcek	1350-1650	40° 39' 40"	39^0 01' 10"
8	Torul-Örümcek	1650-1950	40^0 39' 45"	39° 00' 25"
9	Artvin-Atilla	1050-1350	41° 07' 23"	41° 37' 22"
10	Artvin-Taşlıca	1650-1950	41° 08' 00"	41° 36' 40"

Tohumlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Serası fidanlık açık alan koşullarında standart yetiştirme ortamında ekilmiştir. Çimlenme sonrası fidanlar açık alan koşullarında büyümelerini sürdürmüş ve fidanlar altı yaşına ulaştığında homojen gelişim gösteren 400 birey rastgele seçilerek değerlendirmeye alınmıştır. Sulama, gübreleme ve ot kontrolü işlemleri standart fidanlık bakım esaslarına göre yürütülmüştür.

Her bir fidan üzerinde oluşan sürgün tipleri belirlenmiş ve son yıllık sürgün boy ölçümü (mm cinsinden) dijital kumpas ile 0,01 mm duyarlılıkla gerçekleştirilmiştir. Sürgün tipleri dört ana kategori altında sınıflandırılmıştır:

Normal sürgünler; Dormant tomurcuklardan ilkbaharda gelişen ve bir büyüme sezonu boyunca uzama gösteren sürgünler. Lammas sürgünler; Aynı yıl içinde, yaz sonu veya sonbaharda ikinci bir büyüme dalgası oluşturan sürgünler. Proleptic sürgünler; Bir önceki veya aynı yılın sonbaharında oluşmuş tomurcuklardan, ertesi yıl uzama gösteren sürgünler. Sylleptic sürgünler; Tomurcuk dinlenmesi olmadan, aynı büyüme dönemi içerisinde gelişen sürgünler.

Toplanan veriler, orijinler arası sürgün tipleri ve sürgün uzunluklarındaki farklılıkları belirlemek amacıyla istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Her sürgün tipi için varyans analizleri (ANOVA) uygulanmış, anlamlı farkların belirlenmesinde $p<0,05$ önem düzeyi esas alınmıştır. Gerekli durumlarda farklılıkların kaynaklarını belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Orijinlerin sürgün tipi bileşimleri bakımından benzerliklerinin ortaya konulması amacıyla hiyerarşik kümeleme analizi yapılmıştır. Bu amaçla her orijine ait Normal, Lammas, Proleptic ve Sylleptic sürgün sayılarına ilişkin veriler kullanılarak önce orijin bazında yüzdelik sürgün tipi değerleri hesaplanmıştır. Orijinler arası benzerlik, Öklid uzaklığına dayalı olarak, birleşme yöntemi olarak ise Ward'ın en küçük varyans yöntemi (Ward's method) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, orijinlerin sürgün tipi profillerine göre oluşan kümeleri göstermek üzere dendrogram şeklinde sunulmuş; ayrıca sürgün tipi yüzdelerinin kümelere göre değişimini görselleştirmek için bir ısı haritası (heat map) oluşturulmuştur. Küme sayısı, dendrogram üzerindeki kırılma noktaları ve kümeler arası mesafe büyüklükleri birlikte değerlendirilerek üç kümeli çözüm üzerinden yorumlanmıştır.. Veri analizleri IBM SPSS Statistics 25.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Grafiksel sunumlar için R yazılımı (ggplot2 paketi) kullanılmıştır.

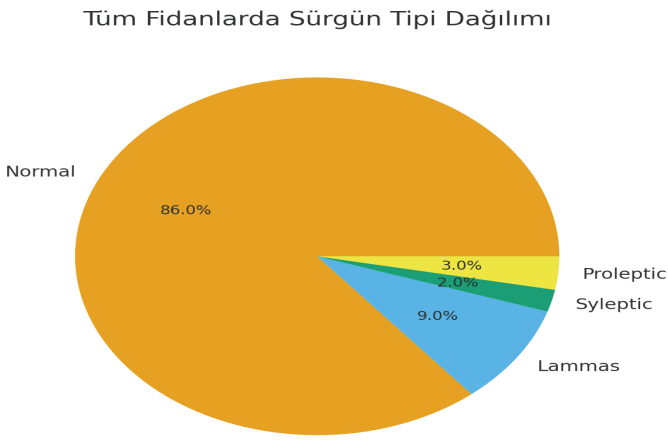
3. BULGULAR

Doğu ladini fidanlarında sürgün gelişiminin orijine bağlı olarak nasıl farklılaştığını değerlendirmek amacıyla 10 orijinden elde edilen toplam 400 fidanın sürgün tipleri ve son yıllık sürgün uzunlukları incelenmiştir. Her bir fidan için Normal, Lammas, Syleptic ve Proleptic sürgün tipleri belirlenmiş, bu tiplerin orijinler arasındaki dağılımları ile sürgün uzunluğuna ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Orijinlere göre sürgün tipleri (%) ve sürgün boyları (cm).

Orijin	n	Normal (%)	Lammas (%)	Syleptic (%)	Proleptic (%)	Ort. sürgün boyu (cm)	min–max (cm)
1	40	78	20	2	0	3,39	0,80–6,20
2	40	85	10	2.5	2.5	3,57	0,70–7,00
3	42	88	12	0	0	6,40	2,60–13,30
4	40	92	5	0	3	7,00	0,90–11,00
5	40	88	0	10	2	6,17	0,10–12,00
6	40	70	5	8	17	3,37	0,10–10,00
7	40	85	10	0	5	5,77	1,50–12,00
8	40	92	8	0	0	8,10	4,00–12,80
9	39	89	11	0	0	7,86	2,80–12,60
10	39	89	11	0	0	6,69	1,80–13,00

Sürgün tiplerine ilişkin yapılan gözlemler sonucunda; Normal Sürgün, Lammas Sürgün, Proleptic Sürgün ve Syleptic Sürgün olmak üzere 4 farklı sürgün tipi tespit edilmiştir. Tablo 2'den de görülebileceği gibi, tüm orijinler içerisinde Normal sürgün tipi bütün orijinler içerisinde çok yüksek oranda (%86) bulunmuştur. Bunu Lammas Sürgün tipi (%9) izlemiştir. Diğer sürgün tiplerinin ise daha az oranlarda (%2 ve %3) bulundukları belirlenmiştir. Gözlenen bu sürgün tipleri ölçümle değil de kategorik olarak incelendiği için, orijinler arasında sürgün tipleri bakımından farklılıklar olup olmadığını incelemek için gerekli istatistiksel analiz olan Chi-square testi uygulanmıştır. Orijinler arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda Pearson Chi-square değeri 0.05'ten küçük çıkmıştır. Buda sürgün tipi bakımından orijinlerin birbirlerinden farklı olduğunu göstermektedir. Doğu ladini fidanlarında belirlenen sürgün tiplerinin genel dağılımı şekil üzerinde gösterilerek tüm örneklemde hangi sürgün tipinin baskın olduğuna ilişkin görsel bir değerlendirme yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sürgün tiplerinin tüm orijinler için genel dağılımı (%)

Şekil 1'de, 10 orijine ait tüm fidanların sürgün tipine göre dağılımı özetlenmiştir. Normal sürgün tipinin büyük oranda baskınlığı dikkat çekmekte olup, Lammas sürgünleri sınırlı; Syleptic ve Proleptic sürgünler ise oldukça düşük oranlarda görülmektedir. Bulgular, türün gençlik döneminde sürgün gelişiminin büyük ölçüde Normal sürgün tipi üzerinden gerçekleştiğini göstermektedir.

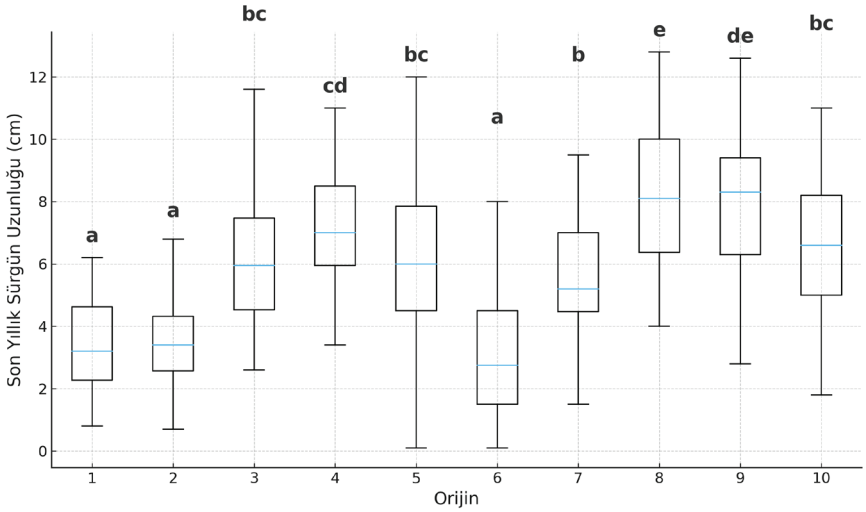
Orijinlere göre altı yıllık fidanlarda son yıllık sürgün uzunluklarının dağılımı Şekil 2'de sunulmuş olup, orijinler arasında sürgün gelişim performansının nasıl farklılık gösterdiği görsel olarak değerlendirilmiştir. Orijinlere göre son yıllık sürgün uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Orijinlere bağlı olarak son yıllık sürgün boylarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F	p-değeri
Gruplar Arası (Orijin)	1148.84	9	127.65	26.33	0.001
Gruplar İçi (Hata)	1886.03	389	4.85		
Toplam	3034.87	398			

Tablo 3 incelendiğinde, orijinlerin sürgün uzunluğu üzerinde yüksek düzeyde anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($F = 26.33$; $p <$

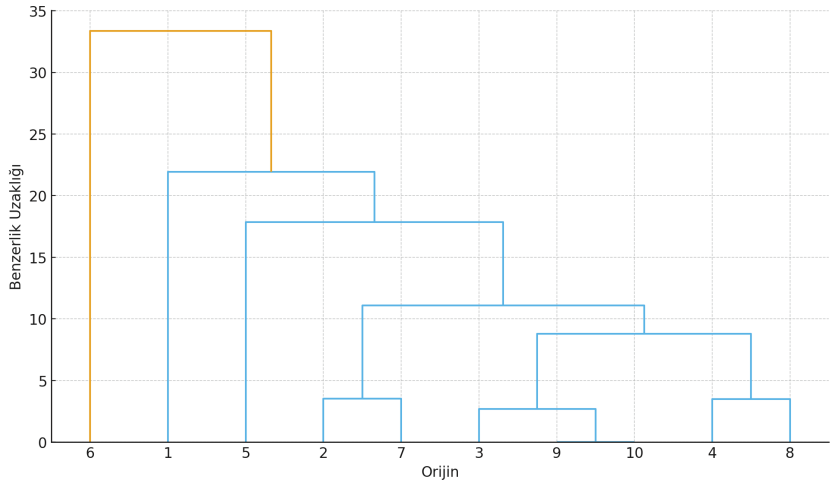
0.001). Bu bulgu, incelenen en az bir orijinin sürgün uzunluğu bakımından diğerlerinden farklı olduğunu göstermektedir. Farklılığın hangi orijinler arasında oluştuğunu ortaya koymak için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi, orijinlerin altı ayrı istatistiksel grupta toplandığını göstermiştir. Buna göre bazı orijinler birbirine benzer sürgün gelişimi gösterirken, özellikle 3, 4, 8 ve 9 numaralı orijinlerin yüksek sürgün performansıyla diğerlerinden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Orijinlere göre altı yıllık fidanlarda son yıllık sürgün uzunluğu

Şekil 2, orijinlere göre sürgün uzunluğu değerlerinin geniş bir değişkenlik sergilediğini ortaya koymaktadır. Bazı orijinlerde sürgün uzunlukları nispeten düşük değerlere yoğunlaşırken (ör. Orijin 1, 2, 6), bazı orijinlerde (ör. Orijin 3, 4, 8, 9) fidanların sürgün uzunluğunun belirgin şekilde yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durum, Doğu ladininde genetik orijinin sürgün gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Orijinlerin sürgün tipi profillerine göre benzerliklerini ortaya koymak amacıyla yapılan hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda, Doğu ladini orijinlerinin üç ana grupta toplandığı belirlenmiştir (Şekil 3). Analizde Normal, Lammas, Proleptic ve Sylleptic sürgün tiplerine ait orijin bazlı yüzdeler kullanılmış ve Ward yöntemi ile oluşturulan dendrogram üzerinden küme sayısı üç olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Doğu ladini orijinlerinin sürgün tipi yüzdelerine göre hiyerarşik kümeleme analizine ait dendrogram

Şekil 3'ten de görülebileceği gibi birinci küme; Rize–İkizdere, Rize–Çamlıhemşin 1350–1650 m, Rize–Çamlıhemşin 1650–1950 m, Rize–Çamlıhemşin 1950–2250 m, Torul–Örümcek 1350–1650 m, Torul–Örümcek 1650–1950 m Artvin–Atilla 1050–1350 m ve Artvin–Taşlıca 1650–1950 m orijinlerinden oluşmuştur. Bu grupta Normal sürgün tipi baskın olup ortalama olarak %88.7 Normal, %8.1 Lammas, %1.6 Proleptic ve %1.6 Sylleptic sürgün bulunmuştur. Dolayısıyla bu küme, büyük ölçüde Normal sürgünün hakim olduğu, diğer sürgün tiplerinin ise düşük oranlarda görüldüğü daha "konservatif" bir sürgün gelişim stratejisini temsil etmektedir.

İkinci kümeyi tek başına 1 numaralı Trabzon–Çaykara orijini oluşturmuştur. Bu orijinde Normal sürgün oranı %77.5'e düşerken Lammas sürgün oranı %20'ye yükselmiştir. Diğer sürgün tipleri ise oldukça düşük düzeyde kalmıştır (yaklaşık %2.5 Sylleptic, Proleptic yok). Bu yapı, Trabzon–Çaykara orijininde özellikle lammas sürgün oluşumunun belirgin şekilde arttığını ve bu orijinin ikinci büyüme dalgasına (lammas büyümesi) daha yatkın bir sürgün gelişim stratejisine sahip olabileceğini göstermektedir.

Üçüncü küme ise yine tek başına 6 numaralı Torul–Kürtün (1350–1650 m) orijinden oluşmuştur. Bu orijinde Normal sürgün oranı %70'e kadar düşerken, Proleptic sürgünler %17.5 ve Sylleptic sürgünler %7.5 gibi diğer orijinlere göre oldukça yüksek oranlara ulaşmıştır. Lammas sürgün oranı ise yaklaşık %5 düzeyinde kalmıştır. Bu sonuçlar, Torul–Kürtün orijininin proleptic ve sylleptic sürgün oluşumunun belirgin şekilde arttığı, dolayısıyla tomurcuk dinlenmesi ve sürgün uzama dinamikleri

açısından diğer orijinlerden oldukça farklı, daha "reaktif" bir büyüme stratejisi sergilediğini göstermektedir.

Genel olarak, kümeleme analizi Doğu ladini orijinleri arasında sürgün tipi bileşimleri bakımından belirgin bir yapısal varyasyon bulunduğunu ortaya koymuştur. Birinci kümedeki orijinler, normal sürgün oranı bakımından yüksek ve lammas/proleptic/sylleptic oranları bakımından düşük olması ile daha dengeli ve tek periyotlu bir sürgün gelişimi örüntüsü sergilerken; Trabzon–Çaykara orijini lammas sürgünlerdeki artış, Torul–Kürtün orijini ise proleptic ve sylleptic sürgünlerdeki yüksek oranlar nedeniyle diğerlerinden ayrışmıştır. Bu bulgular, Doğu ladininde farklı coğrafik orijinlerin sürgün gelişim stratejilerinin, genetik yapı ve yetişme ortamı koşullarına bağlı olarak çeşitlendiğini ve özellikle lammas, proleptic ve sylleptic sürgünlerin orijinler arası adaptif farklılıkların önemli göstergeleri olabileceğini göstermektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Doğu ladini orijinlerinde sürgün tipi bileşiminin farklılık göstermesi, türün fenolojik gelişiminde genetik ve çevresel faktörlerin birlikte rol oynadığını ortaya koymaktadır. Araştırmada bazı orijinlerde normal sürgün oluşumunun baskın olması, diğerlerinde ise lammas, proleptic veya sylleptic sürgün gibi ikincil büyüme biçimlerinin daha yüksek oranlarda görülmesi, genç bireylerde büyüme stratejilerinin tek tip olmadığını, orijinlerin adaptasyon süreçlerine bağlı olarak çeşitlendiğini göstermektedir. Bulgular özellikle Torul–Kürtün orijininde proleptic ve sylleptic sürgün oranlarının yüksek, Trabzon–Çaykara orijininde lammas sürgünlerinin belirgin olması gibi ayırt edici desenler ortaya koymuştur. Bu durum, Doğu ladininde sürgün gelişiminin yalnızca tür düzeyinde değil, populasyon düzeyinde de karmaşık ve esnek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Son yıllık sürgün boylarının orijinler arasında anlamlı düzeyde değişmesi, farklı orijinlerden gelen fidanların farklı büyüme potansiyellerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ancak sürgün boyu ile rakım arasındaki ilişki çalışmamızda doğrusal bir eğilim göstermemiş; hem yüksek hem de orta rakımlı orijinlerde farklı büyüme stratejilerinin ortaya çıktığı görülmüştür. Özellikle bazı orta rakım orijinlerinde sürgün boylarının oldukça yüksek olması, büyüme sezonu uzunluğu, mikroklima ve genetik farklılıkların rakımdan bağımsız olarak güçlü bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte yüksek rakımlı orijinlerin bir kısmında sürgün uzunluklarının daha düşük olması, kısa büyüme sezonunun büyüme miktarını kısıtlayabileceğini bildiren literatür ile (Körner, 2012) uyumludur. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Doğu ladininde sürgün uzunluğunun rakıma karşı tek yönlü bir yanıt

vermediği; bunun yerine orijine özgü genetik yapı ile büyüme ortamının etkileşiminin belirleyici olduğu anlaşılmaktadır (Turna ve Güney, 2009).

Lammas sürgünlerinin özellikle Trabzon–Çaykara orijininde yüksek çıkması, bu orijinin yaz ortasında ikinci büyüme atağı yapabilme kapasitesinin daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Lammas sürgünlerinin oluşumu çevresel koşulların yıl içindeki dalgalanmalarına oldukça duyarlıdır ve özellikle artan sıcaklıklar, yeterli nem ve uzun büyüme sezonu lammas sürgünlerini tetikleyen önemli faktörlerdir (Katrevics et al., 2018). Genç iğne yapraklılarda lammas sürgünlerinin sık görülmesi, özellikle üretim fidanlıklarında uygun yetişme koşulları sağlandığında, fidan boyunda hızlı artışa yol açabilmektedir (Cannell et al., 1976). Çalışmamızda lammas oranının belirli orijinlerde yüksek olması, bu bireylerin büyüme ritimlerinin çevresel faktörlere daha duyarlı olduğuna işaret etmektedir.

Lammas, proleptic ve sylleptic sürgünlerin toplam varyasyonu, orijinlerin büyüme stratejilerinin yalnızca çevresel koşullara değil, aynı zamanda genetik yapılarına da bağlı olduğunu göstermektedir. Özellikle Karadeniz Bölgesi'nin farklı yükselti ve bakı koşulları, Doğu ladininde yıllık büyüme ritminin ve sürgün gelişim yollarının çeşitlenmesine neden olmaktadır. Bu sonuçlar, Doğu Ladininin iklim değişikliği karşısında gösterdiği fenolojik hassasiyeti ortaya koyan çalışmalarla da örtüşmektedir (Dogan Ciftci et al., 2024; Tüfekçioğlu et al., 2011).

Çalışmamız ayrıca hiyerarşik kümeleme analizinin orijinler arasındaki morfolojik ve sürgün tipi farklılaşmayı başarıyla ortaya koyduğunu göstermiştir. Normal sürgün ağırlıklı orijinlerin tek bir büyük kümede toplanması, klasik ve kontrollü bir büyüme ritminin bu populasyonlarda baskın olduğunu göstermektedir. Buna karşın lammas veya proleptic sürgünleri belirgin olan orijinlerin ayrık kümeler oluşturması, populasyonlar arası fenolojik farklılaşmanın köklü bir genetik altyapıya sahip olabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, yüksek adaptasyon yeteneği olan türlerde coğrafik orijinlerin büyüme morfolojisi açısından anlamlı şekilde ayrıştığını ortaya koyan diğer çalışmalarla uyumludur (Hannerz ve Westin, 2000; Atar, 2022; Atar vd., 2023; Güney vd., 2023).

Doğu ladini fidanlarında belirlenen sürgün tipi varyasyonu, türün gençlik döneminde yüksek morfolojik plastisiteye sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda tüm orijinlerde normal sürgünlere ek olarak lammas, proleptik ve sınırlı düzeyde sylleptik sürgünlerin görülmesi, Doğu ladininin büyüme sezonu içinde birden fazla sürgün formu üretebildiğini ortaya koymuştur. Bu durum, özellikle nemli ve uzun büyüme sezonlarına sahip Doğu Karadeniz ekosistemlerinde yaz

sonu koşullarının büyümeyi tekrar uyarabilmesi ile ilişkilendirilebilir. Nitekim Musa Genç (1993), doğu ladini fidanlarında lammas ve proleptik sürgün oluşumunun özellikle Haziran sonrası dönemde çevresel koşullar elverişli olduğunda arttığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızdaki tüm orijinlerde yaz sürgünlerine rastlanması, bu bulguyu destekler niteliktedir. Öte yandan *Picea sitchensis* üzerinde yapılan bir araştırmada Cannell ve Jones (1979), lammas sürgünleri ile yıl içinde herhangi bir dönemde ortaya çıkan serbest büyüme tipinin genetik olarak kontrol edildiğini ve farklı orijinlerin yaz sürgünü oluşturma eğilimlerinin belirgin biçimde değiştiğini ortaya koymuştur. Bu sonuç, çalışmamızda orijinler arasında sürgün tipi yüzdelerinin önemli ölçüde farklılık göstermesiyle uyumludur ve sürgün tipi oluşumunda genetik faktörlerin etkili olduğunu desteklemektedir.

Doğu ladininde sürgün tipi bileşimi, sürgün uzunluğu ve dallanma mimarisine ilişkin varyasyonun orijinler arasında belirgin olduğu, bu varyasyonun hem çevresel hem de genetik faktörlerin etkisiyle şekillendiği söylenebilir. Genç bireylerde sürgün mimarisinin bu denli çeşitlilik göstermesi, türün geniş ekolojik toleransının ve farklı yetişme ortamlarına uyumunun önemli bir göstergesidir. Ayrıca fidan üretimi, yetiştirme teknikleri ve genetik ıslah çalışmalarında orijin seçiminin kritik önem taşıdığı açıkça ortaya çıkmaktadır. (Güney & Turna, 2005; İnceer et al., 2009; Atar ve Turna, 2022). Özellikle lammas, proleptic ve sylleptic sürgünlerin yoğun olduğu orijinlerin fidanlıklarda hızlı büyüme potansiyeli taşıdığı; buna karşın daha düşük varyasyon gösteren orijinlerin düzgün form ve daha kontrollü büyüme ritmi sergileyebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle Doğu ladini plantasyonları ve gençlik bakımı çalışmalarında orijin seçimi, türün biyolojik özellikleri ve sürgün gelişim stratejileri dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu bağlamda fidan üretimi ve orman ağacı fidanlarının gelişimi açısından morfolojik karakterlerin, özellikle ıslah ve üretim programlarında değerlendirilmesi gerekmektedir (Atar 2021; Güney vd., 2023). Fidan boyu, gövde çapı, sürgün-kök oranı ve tomurcuk özellikleri gibi morfolojik parametrelerin, fidan kalitesini tanımlamada ve sahadaki büyüme ile yaşama performansını tahmin etmede yaygın olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Thompson, 1985; Grossnickle & MacDonald, 2018; Ivetić ve ark., 2016). Ayrıca tomurcuk boyu ve sürgün deformiteleri ile sonraki yıllardaki boy büyümesi ve gövde formu arasında anlamlı ilişkiler vardır (Thompson, 1985).

Bu çalışma, Doğu ladini fidanlarında sürgün tipi çeşitliliğinin belirgin düzeyde orijine bağlı olduğunu ve farklı sürgün tiplerinin oluşumunun hem genetik hem de çevresel faktörler tarafından şekillendirildiğini ortaya koymuştur. Normal sürgünlere ek olarak tüm orijinlerde yaz sürgünlerinin görülmesi, türün yüksek bir morfolojik esnekliğe sahip

olduğuna işaret etmektedir. Ancak bu yaz sürgünlerinin uzunlukları ve görülme sıklıkları orijinler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıklar, populasyonların büyüme stratejilerinde genetik temelli varyasyonun güçlü bir bileşen olduğunu ve her orijinin çevresel koşullara verdiği büyüme tepkisinin farklılaştığını göstermektedir. Dolayısıyla sürgün tipi kompozisyonuna dayalı bu varyasyon, hem fidan üretim tekniklerinin hem de ıslah programlarında orijin seçim stratejilerinin şekillendirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, sürgün gelişim özelliklerinin doğru değerlendirilmesi, uygun orijinlerin belirlenmesi ve saha performansını yükseltmeye yönelik silvikültürel uygulamaların planlanması açısından temel bir araç niteliği taşımaktadır.

5. KAYNAKLAR

Atalay, İ. (1992). The ecology of the oriental spruce (Picea orientalis (L.) Link.) and its role in the forest ecosystems of Turkey. Forest Ecology and Management, 45, 61–70.

Atar, E., Atar, F., & Güney, D. (2023). *Carpinus orientalis* Mill. fidanlarının kalite özellikleri ve morfogenetik varyasyonlar. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 11(9), 1742–1750.

Atar, F. (2021). Effects of altitude on some seedling quality characteristics of *Carpinus betulus* L. (common hornbeam) and *Carpinus orientalis* Mill. (oriental hornbeam). Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 22(2), 257–265.

Atar, F. (2022). Population variability of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in the north-eastern part of Turkey according to the involucre morphology. Šumarski list, 146(11–12), 507–516.

Atar, F., & Turna, I. (2018). Fruit and seedling diversity among sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Turkey. Šumarski list, 142(11–12), 611–619.

Atar, F., Atar, E., Güney, D., & Turna, İ. (2024). Analyzing population diversity of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in native habitats in Türkiye: A focus on leaf characteristics. Austrian Journal of Forest Science, 141(3), 173–194.

Cannell, M. G. R., Thompson, S., & Lines, R. (1976). An analysis of inherent differences in shoot growth within some North temperate conifers. New Phytologist, 76(3), 955–972.

Cannell, M. G. R., & Jones, R. C. (1979). Free or lammas growth and progeny performance in Picea sitchensis. Silvae Genetica, 28, 240–254.

Collet, C., & Chenost, C. (2006). Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions. Annals of Forest Science, 63(2), 121–131.

Costes, E., Lauri, P.-É., & Regnard, J.-L. (2014). Bud structure, position and fate generate various branching patterns along shoots of closely related Rosaceae species: A review. Frontiers in Plant Science, 5, 666.

Dogan Ciftci, N., Şahin, A. D., Yousefpour, R., & Christen, A. (2024). Effects of climate trends and variability on tree health responses in the Black Sea and Mediterranean forests of Türkiye. Theoretical and Applied Climatology, 155, 3969–3991.

Genç, M. (1994). Shoot types in oriental spruce (Picea orientalis (L.) Link.) seedlings. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 18, 203–208.

Grossnickle, S. C., & MacDonald, J. E. (2018). Seedling quality: History, application, and plant attributes. Forests, 9(5), 283.

Güney, D., & Turna, İ. (2005). Doğu Ladini'nde (*Picea orientalis* (L.) Link) bazı morfolojik özelliklere bağlı olarak orijinler arası varyasyonlar. Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, I. Cilt, 20–22 Ekim 2005, Trabzon.

Güney, D., Atar, F., Turna, İ., & Bayraktar, A. (2023). Morphogenetic variations of Pinus sylvestris L. seedlings depending on altitude. Ormancılık Araştırma Dergisi, 10(1), 80-89.

Güney, D., Yahyaoğlu, Z., Turna, İ., Bayraktar, A., and Atar, F., (2019). Genetic diversity in *Picea orientalis* (L.) Link Populations in Different Turkey, Sumarsky, 11–12: 539–547.

Hannerz, M., & Westin, J. (2000). Growth cessation and autumn-frost hardiness in one-year-old Picea abies progenies from seed orchards and natural stands. Scandinavian Journal of Forest Research, 15, 309–317.

Heide, O. M. (2003). High autumn temperature delays spring bud burst in boreal trees, counterbalancing the effect of climatic warming. Tree Physiology, 23(13), 931–936.

Ivetić, V., Grossnickle, S. C., & Škorić, M. (2016). Forecasting the field performance of Austrian pine seedlings using morphological attributes. iForest – Biogeosciences and Forestry, 10, 99–107.

İnceer, H., Güney, D., Hayırlıoğlu, S., Özcan, M., Turna, İ., & Üçler, A. Ö. (2009). Karyotype variation within some natural populations of oriental spruce (*Picea orientalis*) in Turkey. Biologia, 64(6).

Katrevics, J., Neimane, U., Dzerina, B., Kitenberga, M., Jansons, J., & Jansons, A. (2018). Environmental factors affecting formation of lammas shoots in young stands of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in Latvia. iForest – Biogeosciences and Forestry, 11(6), 809–815.

Kozlowski, T. T., & Greathouse, T. E. (1970). Shoot growth and form of pines in the tropics. Unasylva, 24(4), 15–24.

Körner, C. (2012). Alpine Treelines: Functional Ecology of the Global High Elevation Tree Limits. Springer.

Moulia, B., & Fournier, M. (1997). Mechanics of the growing plant: regulation of form by tissue stress. Annual Review of Plant Biology, 48, 371–394.

Nárovcová, J., & Nárovec, V. (2010). A trend of proliferation of proleptic shoots in partial populations of Scots pine. Journal of Forest Science, 56(12), 571–579.

Owens, J. N., & Molder, M. (1979). Bud development in Douglas-fir and spruce species. Canadian Journal of Botany, 57(10), 1056–1070.

Puntieri, J. G., Barthélémy, D., Martinez, P., Raffaele, E., & Brion, C. (1998). Annual-shoot growth and branching patterns in Nothofagus dombeyi (Fagaceae). Canadian Journal of Botany, 76(4), 673–685.

Rossi, S., & Deslauriers, A. (2007). Effects of temperature on cambial activity and cell differentiation in conifers. Tree Physiology, 27(9), 1269–1276.

Rossi, S., Deslauriers, A., & Anfodillo, T. (2003). Assessing the timing of cambial activity in conifers using microcoring. Tree Physiology, 23(14), 1249–1256.

Souza, M. S., Puntieri, J. G., Barthélémy, D., & Brion, C. (2000). Bud content and its relation to shoot size and structure in Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl.) Krasser (Nothofagaceae). Annals of Botany, 85(4), 547–555.

Thompson, B. E. (1985). Seedling Morphological Evaluation – What You Can Tell by Looking. In: Duryea, M. L. (ed.), Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Proceedings of Workshop, 16–18 October 1984, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, USA.

Turna, İ. (2004). Variation of morphological characters of Oriental spruce (*Picea orientalis*) in Turkey. Biologia, Bratislava, 59(4), 519–526.

Turna, İ., Acar, C., Eroğlu, E., & Güney, D. (2005). Doğu ladini'nin dallanma geometrisi ve form gelişimi üzerine bir araştırma. In Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Cilt I, 20–22 Ekim 2005). Trabzon, Türkiye.

Turna, İ., & Güney, D. (2009). Altitudinal variation of some morphological characters of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in Turkey. African Journal of Biotechnology, 8(2), 202–208.

Tüfekçioğlu, A., Güner, S., & Tilki, F. (2011). Climate change and oriental spruce (Picea orientalis L.) ecosystems in Eastern Black Sea Region of Turkey. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9(1–2), 101–106.

Vitasse, Y., Lenz, A., & Körner, C. (2014). The interaction between freezing tolerance and phenology in temperate deciduous trees. Frontiers in Plant Science, 5, 541.

Yahyaoğlu, Z., & Genç, M. (Eds.). (2007). Fidan standardizasyonu: Standart fidan yetiştirmenin biyolojik ve teknik esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No. 75, Isparta.