



Bazı Orman Ağaçlarında Dal ve Gövdenin Karşılaştırmalı Odun Anatomisi

Esra PULAT^{1*}, Barbaros YAMAN¹

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, 74100, BARTIN

Öz

Orman ağaçlarında gövde ve dal odunu arasındaki anatomik, fiziksel ve mekanik farklılıklar uzun yıllardan beri bilinmektedir. Türkiye’de yapılan odun anatomisi çalışmalarında genellikle gövde odununa yoğunlaşılmıştır. Türlerin gövde ve dal odunları trahe veya traheid yoğunlukları, trahe veya traheid teğet ve radyal çapı, özışını yoğunluğu, özışını yüksekliği ve genişliği vb. özellikler bakımından farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada, *Pinus brutia*, *Alnus glutinosa*, *Juglans regia* ve *Robinia pseudoacacia* türlerinde gövde ve dal odunlarının anatomik özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. *P. brutia*’nın dal odununda, gövde odununa kıyasla, traheid teğet ve radyal çapları daha dar, 1mm²’deki traheid sayısı ise daha fazladır. Benzer şekilde, *A. glutinosa*, *J. regia* ve *R. pseudoacacia*’nın dal odunlarında trahe teğet ve radyal çapları daha dar, 1mm²’deki trahe sayıları daha fazladır. Özışınları, *P. brutia*, *J. regia* ve *R. pseudoacacia* dal odunlarında gövde odunlarına kıyasla daha dar, *A. glutinosa*’da ise daha geniştir. Çalışılan türlerden *P. brutia* ve *R. pseudoacacia*’nın dal odununda 1 mm’deki özışını sayısı, gövde odununa kıyasla, daha fazladır. Diğer iki türde 1 mm’deki özışını sayısı bakımından dal ve gövde odunu arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. İncelenen bütün türlerin dal odunlarında özışını yüksekliği, bazı istisna örnek ağaçlar olmakla birlikte, daha düşüktür.

Anahtar Kelimeler: Odun Anatomisi, Gövde Odunu, Dal Odunu

Comparative Wood Anatomy of Branch and Trunk Wood of Some Forest Trees

Abstract

The anatomical, physical and mechanical differences between stem and branch wood in forest trees have been known for many years. Anatomical studies in Turkey have mainly focused on stem wood with little attention on branch wood. However stem and branch woods differ significantly for vessel or tracheid frequency, vessel or tracheid’s tangential and radial diameter, ray frequency, ray width and ray height etc. In this study, stem and branch woods of *Pinus brutia*, *Alnus glutinosa*, *Juglans regia* and *Robinia pseudoacacia* species were compared for some of the anatomical properties. For *P. brutia*, the tangential and radial tracheid diameters are narrower and the number of tracheids per mm² is higher in the branch wood compared to the stem wood. Similarly, the tangential and radial diameters of vessels are narrower and vessel frequencies are higher in the branch woods compared to the stem woods for *A. glutinosa*, *J. regia* and *R. pseudoacacia*. Ray widths of *P. brutia*, *J. regia* and *R. pseudoacacia* are narrower in branches than in stems. But for *A. glutinosa* ray width is narrower in stem wood. In branch woods of *P. brutia* and *R. pseudoacacia*, ray frequency is higher than in stem wood. In the other two species, there is no statistically significant difference between branch and stem wood in terms of ray frequency. In all species examined, ray height is shorter in branch wood, with some exceptional example trees.

Keywords: Woody Anatomy, Stem Wood, Branch Wood

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Esra PULAT (Arş. Gör.) Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Botaniği
Bölümü, 74100, Bartın-Türkiye. Tel: +90 (378) 223 5167, Fax: +90 (0378) 223 5021,
E-mail: esraozkanpulat@gmail.com

Geliş (Received) : 22.11.2017
Kabul (Accepted) : 30.11.2017
Basım (Published) : 01.12.2017

1. Giriş

Odun anatomisi araştırmaları, genellikle ağaçların gövde odunu üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak, günümüzde, orman ağaçlarının gövde odunları yanında dal ve kök odunlarının endüstriyel kullanım olanakları üzerine de araştırmalar yapılmaktadır (Bowyer ve Haygreen, 1996; Stokke, 1986; Yaman, 2014; Goulart ve ark., 2015). Hatta dalların gövdeye birleşim noktalarında veya atal kısımlarında oluşan odunun anatomisi ve mekaniği hakkında çalışmalar bulunmaktadır (Özden ve ark., 2017). Ayrıca, kök odunu jeomorfolojik araştırmalar için de büyük önem arz etmektedir (Yaman, 2017).

Odun anatomisinde türlerin teşhis ve tanımında kullanılan tanı anahtarları genellikle gövde anatomisindeki farklılıklara dayanır (Benkova ve Schweingruber, 2004; Akkemik ve Yaman, 2012). Arkeolojik kazılar gibi değişik alanlardan gelen bilinmeyen ahşap veya karbonize odun örneklerinin teşhisinde genellikle bu anahtarlar kullanılmaktadır. Ancak, arkeolojik kazılarda ele geçen veya teşhis için ksiloloji laboratuvarlarına gönderilen odun materyalleri arasında gövde odunu yanısıra dal odunları da bulunabilmektedir (Yaman, 2011; Yaman ve Hüryılmaz, 2014). Gövde odunu özelliklerine dayalı tanı anahtarları kullanılarak yapılan teşhislerde, dal ve gövde odunlarında nitel ve / veya nicel özelliklerdeki farklılıklar nedeniyle, zaman zaman bazı sorunlar yaşanabilmektedir. Bu nedenle odun anatomisi disiplininde türlerin gövde odunları yanısıra dal odunu anatomik özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

Ülkemizin doğal odunsu türlerinin odun anatomisi özellikleri birçok araştırıcı tarafından detaylı biçimde çalışılmıştır. Bunlar arasında, Göknar (*Abies* sp.) (Aytuğ, 1959), Ardiç (*Juniperus* sp.) (Eliçin, 1977), Akçaağaç (*Acer* sp.) (Yaltırık, 1971), Üvez (*Sorbus* sp.) (Gökşin, 1982), Kızılağaç (*Alnus* sp.) (Merev, 1983), Meşe (*Quercus* sp.) (Merev, 1998), Kavak (*Populus* sp.) (Saribaş, 1989; Serdar, 2003, Yaman ve Saribaş, 2004), Söğüt (*Salix* sp.) (Serdar, 2003) ve Dişbudak (*Fraxinus* sp.) (Erşen Bak, 2006) cinslerine ait türler ile Lübnan Sediri (*Cedrus libani*) (Erdin, 1983; Yaman, 2007a), Yabani Kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench) (Yaman, 2009), Yaygın Ceviz (*Juglans regia*) (Yaman, 2008), Kayacık (*Ostrya carpinifolia*) (Doğu ve ark., 2000), Anadolu Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis*) (Efe, 1986), Sarıçam (*Pinus sylvestris*) (Yaman, 2007b) sayılabilir. Ancak, bütün bu çalışmalarda incelenen anatomik özellikler çalışılan türlerin gövde odunlarına aittir. Diğer taraftan Türkiye'nin doğal türleri ile ilgili muhtelif odun anatomisi kitaplarında da benzer bir durum söz konusudur (Merev, 1998; Akkemik ve Yaman, 2012; Erdin ve Bozkurt, 2013).

Bu araştırmada, Türkiye'de doğal yayılış gösteren dört farklı türün (Kızıılam (*Pinus brutia* Ten.), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Gaertner.), Yaygın ceviz (*Juglans regia* L.) ve Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.)) dal ve gövde odunları "karşılaştırmalı anatomi" çerçevesinde incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

İncelenen türlerin her birisi için iki adet olmak üzere, toplam sekiz adet örnek ağaç seçilmiştir. Seçilen ağaçların düzgün ve sağlıklı olmasına, yara veya kavuk içermemesine özen gösterilmiştir (Aytuğ, 1961). Gövde ve dallara ait odun materyalleri, sırasıyla yerden 1,30 m. yükseklikteki gövde kısımları ile aynı örnek ağaçların ulaşılabilir yükseklikteki 3-4 yaşındaki dallarından alınmıştır. Odun materyallerinin gövdeden alınmasında 1,2 cm çaplı artım burgusu, dallarda ise uzun saplı testere kullanılmıştır. Odun materyallerinin temin edildiği örnek ağaçlara ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Odun materyallerinin alındığı örnek ağaçlara ait bilgiler.

Örn. No	Tür Adı	Gövde apı _{1,30} (cm)	Dal apı (cm)	Mevkii	Koordinat
1	<i>Pinus brutia</i>	38	2,3	Bakacak	41°43'58.22" K 32°22'09.41" D
2	<i>Pinus brutia</i>	38	2,3	Bakacak	41°43'58.22" K 32°22'09.41" D
3	<i>Alnus glutinosa</i>	27	2,2	Bartın-Amasra Yolu	41°40'13.23" K 32°21'44.71" D
4	<i>Alnus glutinosa</i>	22	2,2	Bartın-Amasra Yolu	41°40'13.23" K 32°21'44.71" D
5	<i>Juglans regia</i>	85	3,0	aybükü	41°32'02.18" K 32°19'30.32" D
6	<i>Juglans regia</i>	68	3,2	aybükü	41°32'02.18" K 32°19'30.32" D
7	<i>Robinia pseudoacacia</i>	15	2,9	Ağdacı	41°36'09.87" K 32°20'06.38" D
8	<i>Robinia pseudoacacia</i>	20	2,9	Ağdacı	41°36'09.87" K 32°20'06.38" D

2.2. Metot

Örnek ağaçlardan alınan odun materyalleri, mikrotomla kesit alabilmek amacıyla, enine, radyal ve teğet yüzeyler oluşacak şekilde 1x1x1 cm'lik küpler haline getirilmiştir. Dallarda reaksiyon odunu (iğne yapraklı ağaçlarda basınç odunu, geniş yapraklı ağaçlarda çekme odunu) oluşmakta ve normal odun yapısından farklılık göstermektedir (Gardiner ve ark., 2014). Bu nedenle, reaksiyon odunundan kaçınmak için, odun küpleri reaksiyon odunu-karşı odun hattının karşı tarafından son oluşan iki yıllık halkayı içerecek şekilde alınmıştır. Gövde odunlarından da son iki yıllık halka içerilecek şekilde küpler çıkarılmıştır. Böylece hem gövde hem de dallarda aynı yıllarda oluşan yıllık halkalar çalışılmıştır. Elde edilen odun küpleri öncelikle suda kaynatılarak yumuşatılmış, ardından küplerin enine, radyal ve teğet yüzeylerinden mikrotomla 15-20 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Safranin ile boyanan kesitler, hava kurusu hale getirildikten sonra, ksilende bekletilip lam üzerine alınmış ve 3-5 damla entellan damlatılarak 45 derecelik açıyla lamel ile kapatılmıştır (Gaertner ve Schweingruber, 2013).

Traheid, trahe ve özışınları ile ilgili ölçümler Olympus CX-21 modeli ışık mikroskopunda, amaca göre seçilen farklı objektifler (x4, x10, x40) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Odun elemanlarının ölçüm ve sayım işlemleri okülere takılan mikrometre ve mikrokarelay ile doğrudan lam-lamel arasındaki kesitler üzerinde gerçekleştirilmiştir (Yaman, 2002). Araştırma kapsamında IAWA Committee (1989 ve 2004) tarafından önerilen terminoloji kullanılmıştır. Sayısal verilerin işlenmesi ve istatistiksel olarak değerlendirmesinde (aritmetik ortalama, standart sapma, t-testi) Mikrosoft Excel 7.0 ve SPSS-22 paket programlarından yararlanılmıştır (Özdamar, 2015). Dal ve gövde odunu arasında incelenen anatomik özellikler açısından istatistiksel bir fark olup olmadığını belirlemek için t-testi (Independent Sample t test) uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyinin belirlenmesinde $p \leq 0,05$ güven düzeyi esas alınmıştır (Can, 2014).

3. Bulgular

Araştırmada *Pinus brutia*, *Alnus glutinosa*, *Juglans regia* ve *Robinia pseudoacacia*'nın dal ve gövde odunlarına ait bazı anatomik özellikler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İncelenen anatomik özellikler; *P. brutia*'da traheid teğet ve radyal çapı, 1mm²'deki traheid sayısı, *A. glutinosa*, *J. regia* ve *R. pseudoacacia*'da trahe teğet ve radyal çapı, 1mm²'deki trahe sayısı ile tüm türlerde 1 mm'deki özışını sayısı, özışınının hücre ve mikrometre olarak yüksekliği, özışınının hücre ve mikrometre olarak genişliğidir. Bazı türlerde (*P. brutia* ve *R. pseudoacacia*), ilkbahar ve yaz odunu ayrımı belirgin olduğu için, yukarıda değinilen özellikler ilkbahar ve yaz odununda ayrı ayrı incelenmiştir. Her bir örnek ağaca ait bulgular Tablo 1, 2, 3 ve 4'de verilmiştir. Ayrıca her tür için incelenen anatomik özelliklerin ortalama değerleri Şekil 1 – 11'de gösterilmiştir.

Tablo 1. *Pinus brutia* Gövde ve Dal Odununda Özelliklerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Özellikler	Örnek1				Örnek2			
	Gövde Odunu		Dal Odunu		Gövde Odunu		Dal Odunu	
	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma
TSi	609,0	52,3	1649,0 ^{***}	152,7	853,0	84,0	1832,0 ^{***}	215,6
TSy	1246,5	107,4	2489,0 ^{***}	269,4	1555,5	197,0	2387,0 ^{***}	137,4
TTÇi	34,3	7,1	15,0 ^{***}	3,4	32,6	6,9	19,7 ^{***}	4,5
TRÇi	34,8	6,3	16,1 ^{***}	2,8	31,0	4,8	19,8 ^{***}	2,7
TTÇy	19,7	6,8	14,3 ^{***}	2,8	19,5	5,6	16,5 [*]	4,9
TRÇy	12,2	5,1	7,8 ^{***}	2,5	11,9	3,3	9,7 ^{**}	2,8
OIS	4,5	1,0	7,6 ^{***}	2,3	4,9	1,4	5,5 ^{ns}	1,5
OIYh	5,9	2,5	4,6 [*]	2,9	7,4	3,4	5,0 ^{***}	2,0
OIYµm	134,3	59,2	112,5 ^{ns}	58,4	155,9	77,5	112,2 ^{***}	33,8
OIGh	1,0	0,0	1,0 ^{ns}	0,2	1,0	0,0	1,0 ^{ns}	0,2
OIGµm	15,3	2,5	13,3 ^{**}	4,7	15,1	2,2	12,1 ^{***}	3,0

TSi: İlkbahar Odununda 1 mm²'deki Traheid Sayısı, TSy: Yaz Odununda 1 mm²'deki Traheid Sayısı, TTÇi: İlkbahar Odunu Traheid Teğet Çapı, TRÇi: İlkbahar Odunu Traheid Radyal Çapı, TTÇy: Yaz Odunu Traheid Teğet Çapı, TRÇy: Yaz Odunu Traheid Radyal Çapı, OIS: 1mm'den Geçen Özışını Sayısı, OIYh: Özışınının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIYµm: Özışınının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIGh: Özışınının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIGµm: Özışınının Mikrometre Olarak Genişliği

* 0,05 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

** 0,01 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

*** 0,001 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

^{ns} İstatistiksel Olarak Anlamsız

Tablo 2. *Alnus glutinosa* Gövde ve Dal Odununa Ait Özelliklerin Sayısal Verileri

Özellikler	Örnek3				Örnek4			
	Gövde Odunu		Dal Odunu		Gövde Odunu		Dal Odunu	
	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma
VS	73,9	15,8	217,0 ^{***}	32,1	91,7	12,0	212,4 [*]	22,6
VTÇ	61,1	11,1	38,4 ^{***}	7,6	51,3	7,2	33,8 [*]	7,7
VRÇ	80,5	18,2	47,5 ^{***}	11,89	83,9	15,8	40,0 [*]	12,0
OIS	11,5	2,5	11,3 ^{ns}	1,5	14,8	2,4	13,7 ^{ns}	2,1
OIYh	12,1	6,9	9,6 ^{**}	5,2	13,5	7,2	11,5 [*]	5,5
OIY μ m	243,6	133,2	191,4 ^{***}	100,8	281,9	154,1	231,3 [*]	104,4
OIGh	1,1	0,3	1,0 ^{**}	0,0	1,1	0,2	1,0 [*]	0,0
OIG μ m	11,2	2,7	11,5 ^{ns}	2,4	11,3	2,0	11,9 [*]	2,0

VS: 1 mm²'deki Trahe Sayısı, VTÇ: Trahe Teğet Çapı, VRÇ: Trahe Radyal Çapı, OIS: 1mm'den Geçen Özışın Sayısı, OIYh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIY μ m: Özışının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIGh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIG μ m: Özışının Mikrometre Olarak Genişliği

* 0,05 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

** 0,01 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

*** 0,001 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

^{ns} İstatistiksel Olarak Anlamsız

Tablo 3. *Juglans regia* Gövde ve Dal Odununa Ait Özelliklerin Sayısal Verileri

Özellikler	Örnek1				Örnek2			
	Gövde Odunu		Dal Odunu		Gövde Odunu		Dal Odunu	
	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma
VS	9,9	1,1	22,1 ^{***}	3,5	10,0	3,3	36,7 ^{***}	2,7
VTÇ	129,0	41,0	94,0 ^{***}	16,5	139,0	36,5	88,9 ^{***}	18,7
VRÇ	159,7	64,9	107,2 ^{***}	24,6	181,8	55,5	94,0 ^{***}	21,2
OIS	6,8	0,9	7,8 ^{ns}	1,6	7,0	1,2	7,6 ^{ns}	2,7
OIYh	15,6	7,6	16,2 ^{ns}	10,9	14,9	6,7	13,0 ^{ns}	7,8
OIY μ m	257,2	112,5	242,3 ^{ns}	111,1	247,2	97,9	210,4 [*]	111,5
OIGh	2,2	1,4	1,9 ^{***}	0,8	2,9	1,4	1,8 ^{***}	0,8
OIG μ m	36,5	16,7	19,7 ^{***}	7,9	26,6	12,9	19,3 ^{***}	8,1

VS: 1 mm²'deki Trahe Sayısı, VTÇ: Trahe Teğet Çapı, VRÇ: Trahe Radyal Çapı, OIS: 1mm'den Geçen Özışın Sayısı, OIYh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIY μ m: Özışının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIGh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIG μ m: Özışının Mikrometre Olarak Genişliği

* 0,05 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

** 0,01 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

*** 0,001 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

^{ns} İstatistiksel Olarak Anlamsız

Tablo 4. *Robinia pseudoacacia* Gövde ve Dal Odununa Ait Özelliklerin Sayısal Verileri

Özellikler	Örnek5				Örnek6			
	Gövde Odunu		Dal Odunu		Gövde Odunu		Dal Odunu	
	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S.Sapma	Ort.	S.Sapma
VS _i	4,6	2,1	17,8 ^{***}	4,5	6,4	1,8	32,0 ^{***}	13,6
VS _y	39,9	19,1	89,5 ^{***}	30,0	110,6	20,8	114,0 ^{ns}	34,7
VTÇ _i	180,3	37,3	134,0 ^{***}	40,0	193,0	35,2	133,2 ^{***}	33,1
VRÇ _i	247,7	48,6	141,3 ^{***}	40,9	218,3	50,9	111,7 ^{***}	28,8
VTÇ _y	54,3	26,8	31,9 ^{***}	15,0	67,1	36,0	32,4 ^{***}	16,4
VRÇ _y	65,1	34,6	32,4 ^{***}	13,4	64,9	36,6	31,1 ^{***}	15,3
OIS	6,6	1,3	8,7 ^{***}	1,1	5,0	1,1	7,1 ^{***}	1,3
OIYh	33,1	16,0	17,8 ^{***}	9,8	22,6	12,4	13,8 ^{***}	8,9
OIY μ m	495,7	231,1	244,0 ^{***}	129,9	310,8	176,7	187,8 ^{***}	116,0
OIGh	4,0	1,5	2,0 ^{***}	0,6	3,1	0,9	1,9 ^{***}	0,7
OIG μ m	33,8	14,9	13,9 ^{***}	4,3	19,0	5,7	14,9 ^{***}	6,8

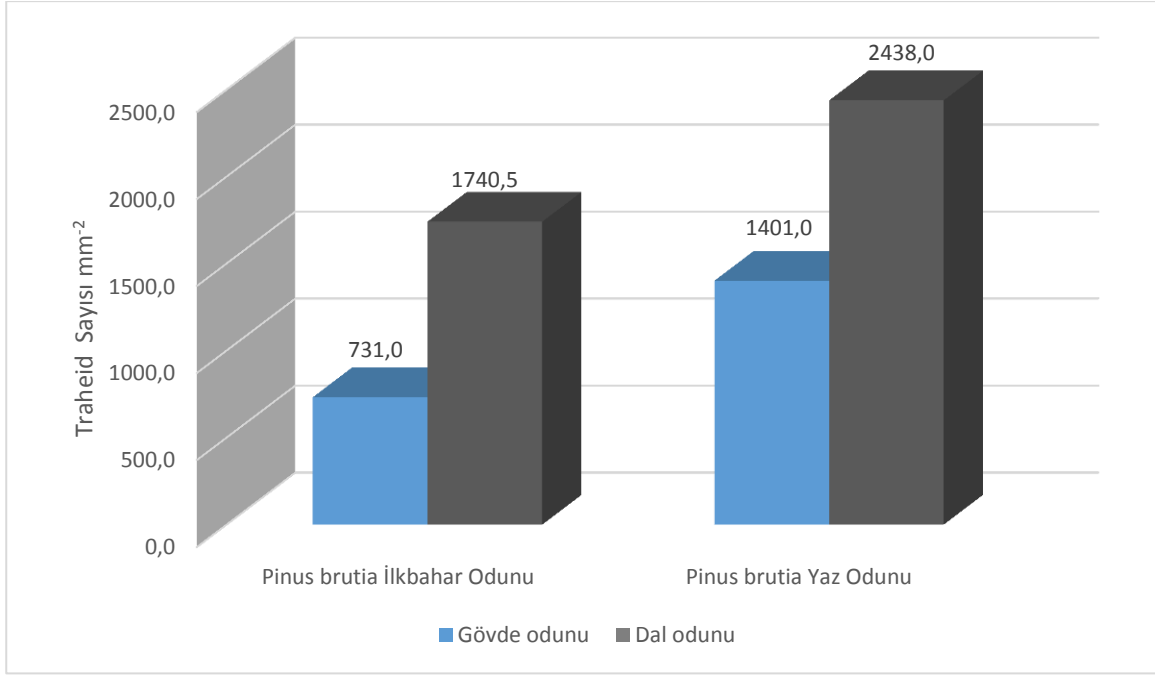
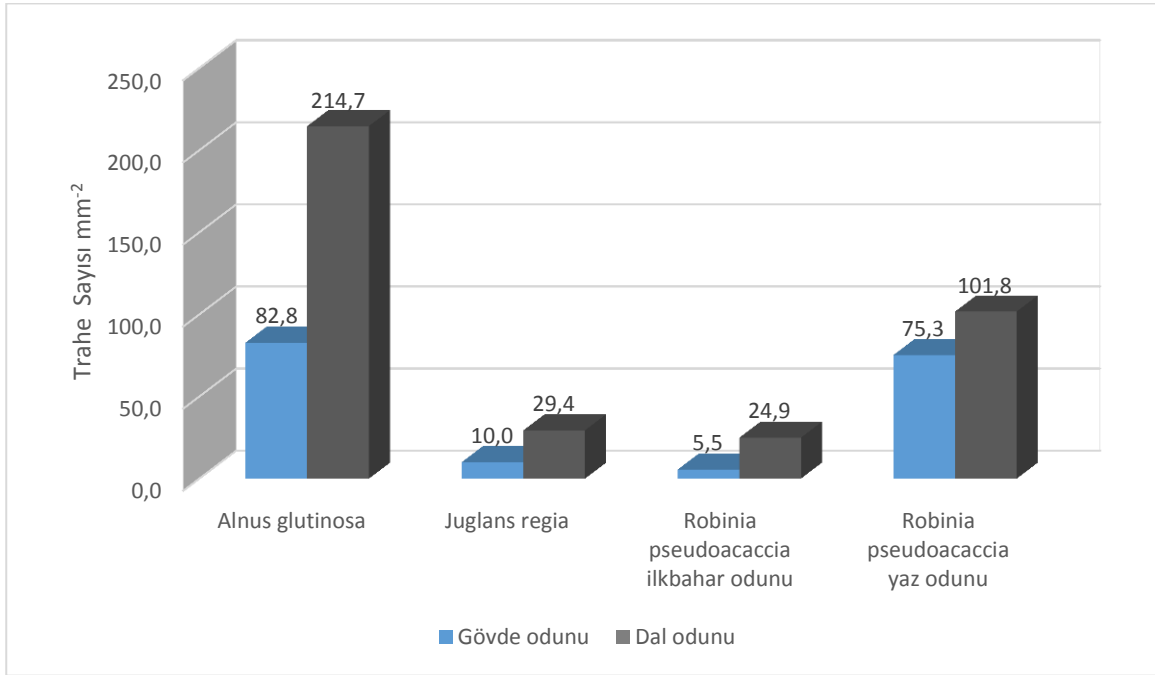
VS_i: İlkbahar odununda 1 mm²'deki Trahe Sayısı, VS_y: Yaz odununda 1 mm²'deki Trahe Sayısı, VTÇ: Trahe Teğet Çapı, VRÇ: Trahe Radyal Çapı, OIS: 1mm'den Geçen Özışın Sayısı, OIYh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIY μ m: Özışının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIGh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIG μ m: Özışının Mikrometre Olarak Genişliği

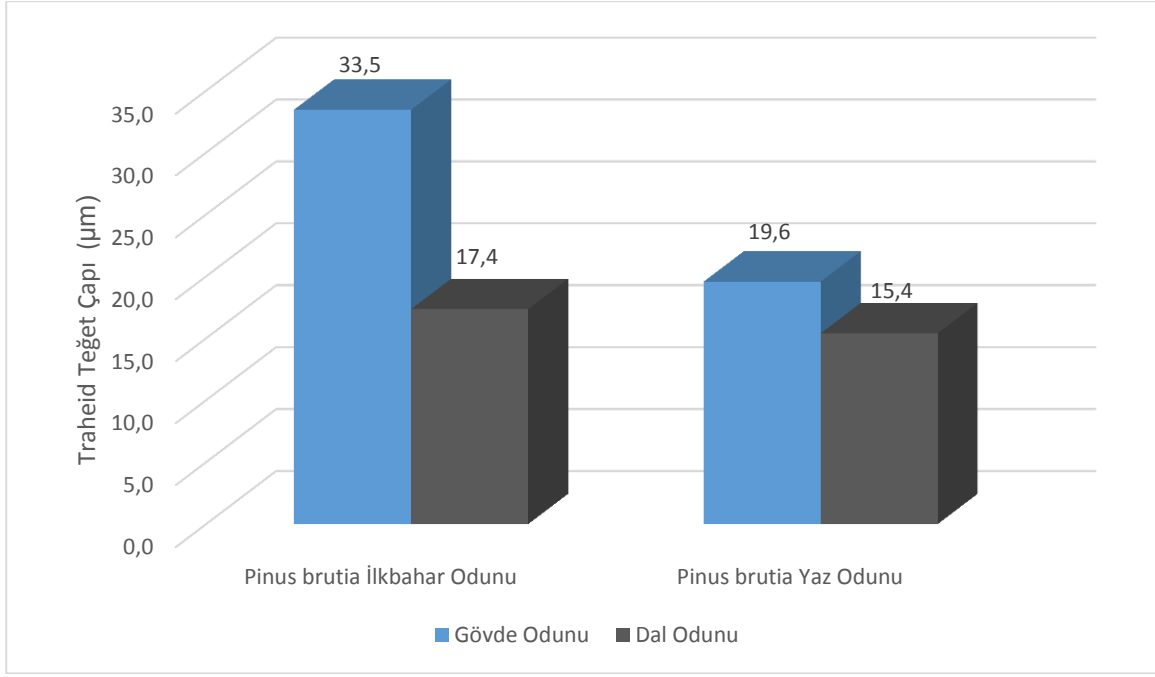
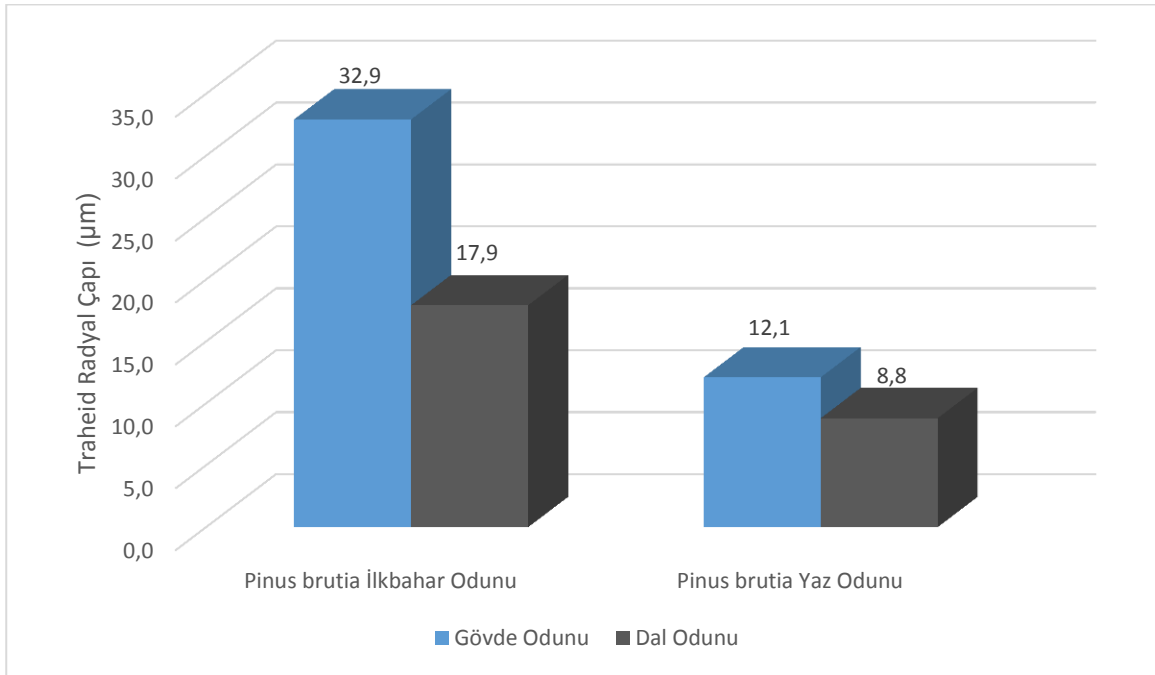
* 0,05 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

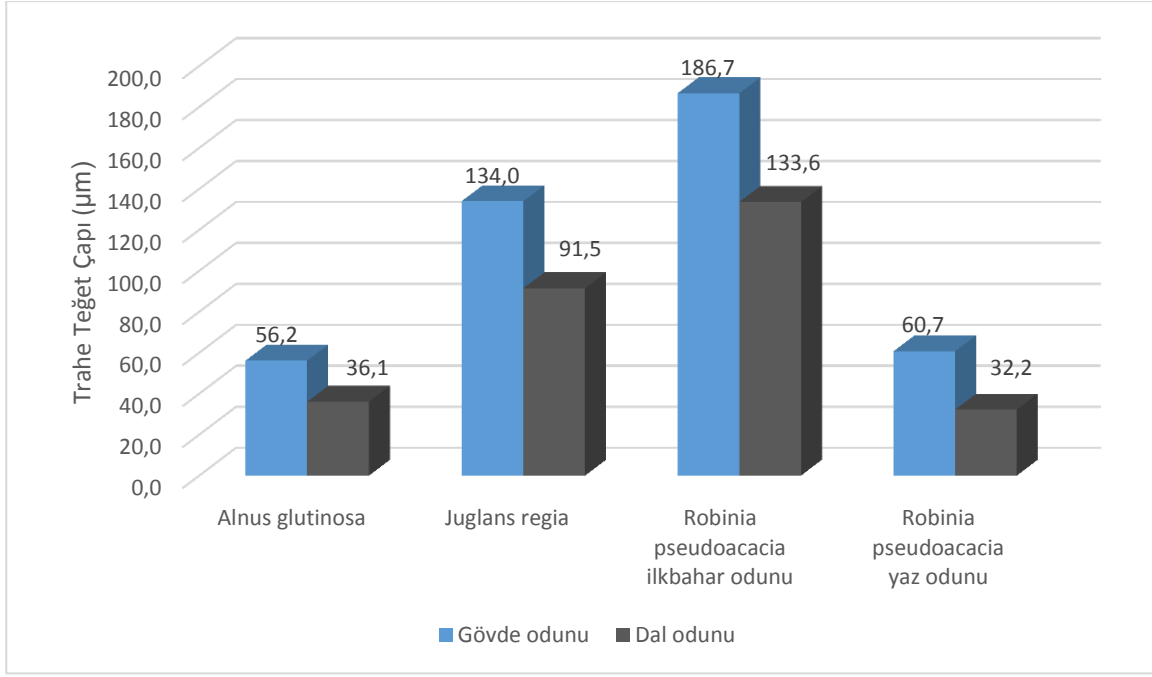
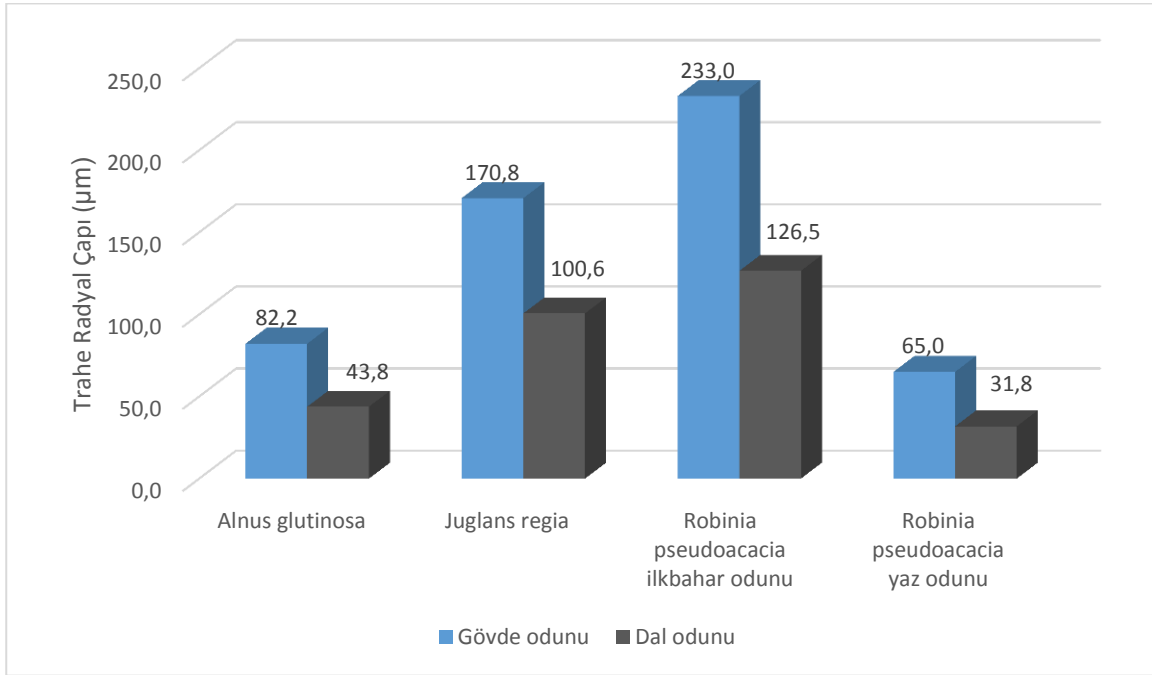
** 0,01 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

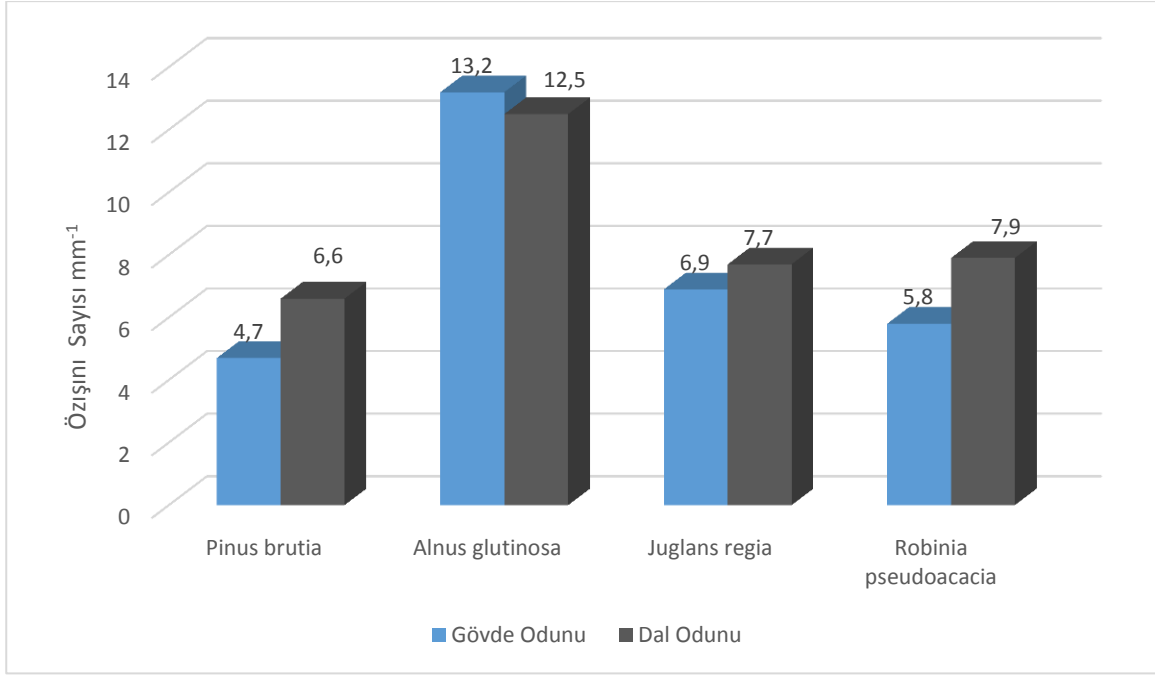
*** 0,001 Güven Düzeyinde İstatistiksel Olarak Anlamlı

^{ns} İstatistiksel Olarak Anlamsız

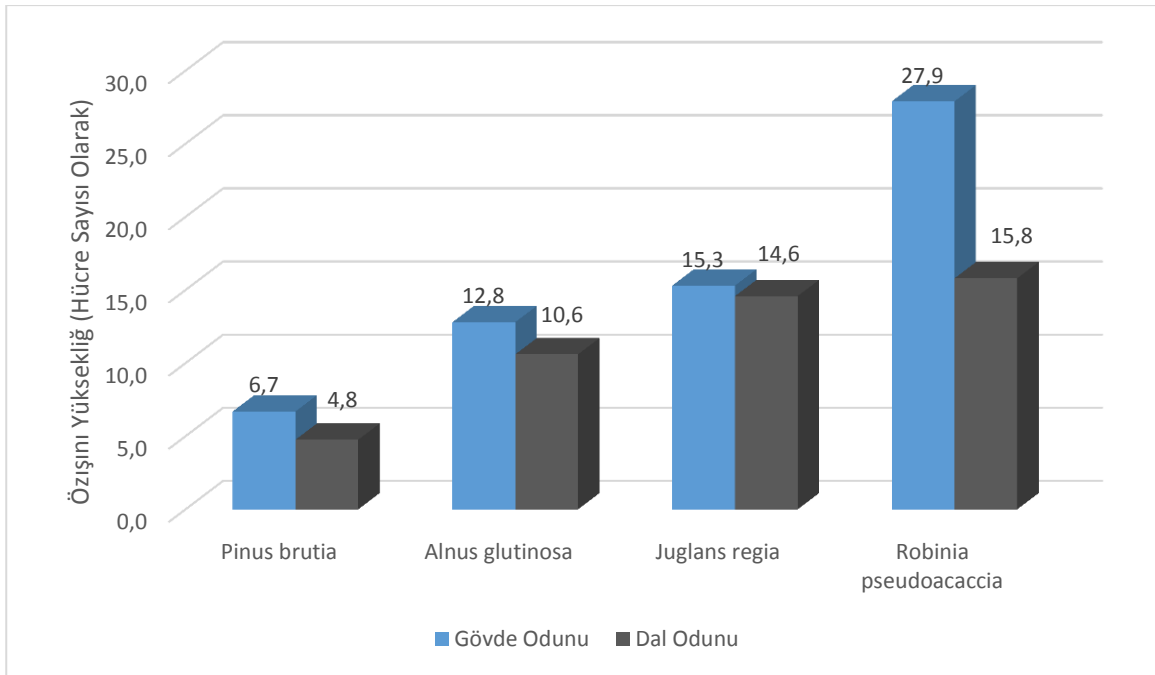
Şekil 1. *Pinus brutia* Gövde ve Dal Odununda 1mm²'deki Traheid SayılarıŞekil 2. İncelenen *Angiosperm* Türlerinin Gövde ve Dal Odununda 1mm²'deki Trahe Sayıları

Şekil 3. *Pinus brutia* Gövde ve Dal Odunu Traheid Teğet ÇaplarıŞekil 4. *Pinus brutia* Gövde ve Dal Odunu Traheid Radyal Çapları

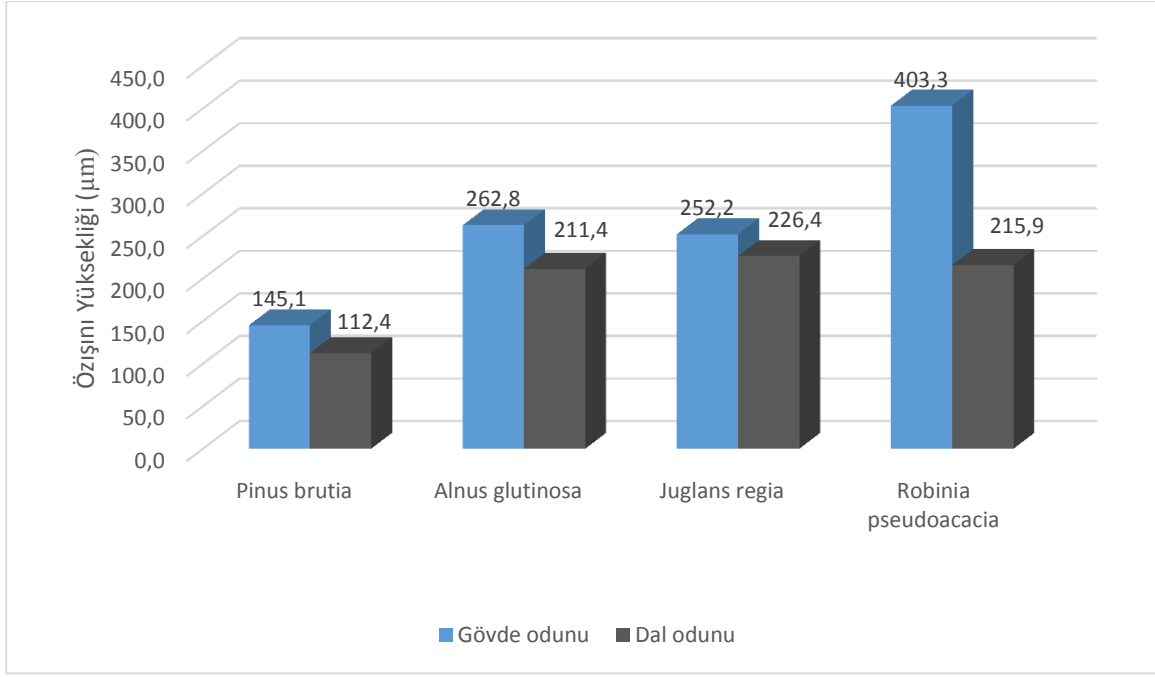
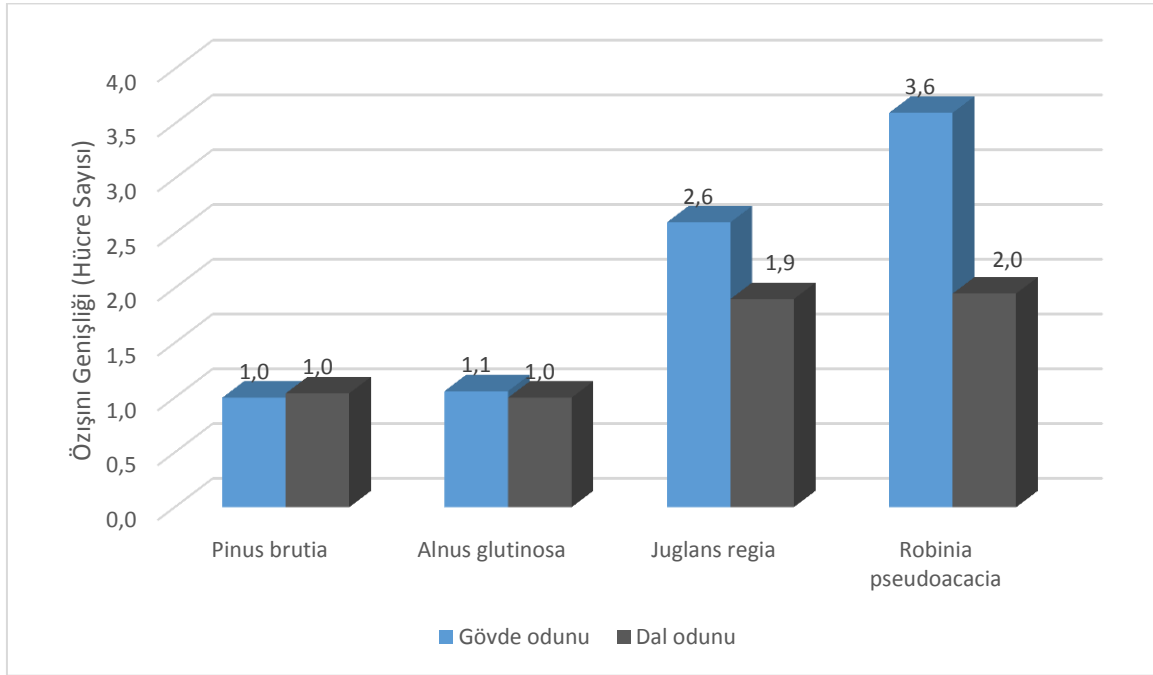
Şekil 5. İncelenen *Angiosperm* Türlerinin Trahe Teğet ÇaplarıŞekil 6. İncelenen *Angiosperm* Türlerinin Trahe Radyal Çapları



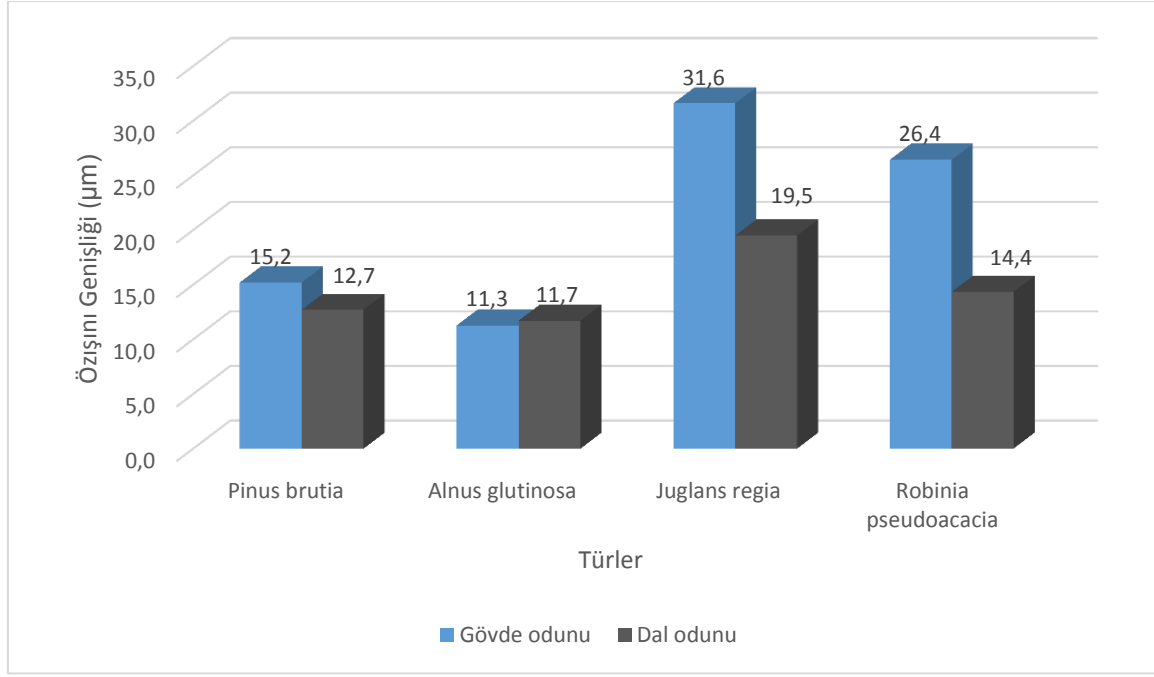
Şekil 7. İncelenen Türlerin 1mm'deki Özişimi Sayıları



Şekil 8. İncelenen Türlerin Özişimi Yükseklikleri (Hücre Sayısı Olarak)

Şekil 9. İncelenen Türlerin Özişini Yükseklikleri (μm olarak)

Şekil 10. İncelenen Türlerin Özişini Genişlikleri (Hücre Sayısı Olarak)



Şekil 11. İncelenen Türlerin Özışını Genişlikleri (µm olarak)

4. Tartışma ve Sonuç

Türlerin gövde ve dal odunları nitel ve nicel anatomik özellikler bakımından önemli farklılıklar göstermektedir (Zimmermann ve Potter, 1982; Wilson ve ark., 1986; Merev, 2003; Marcati ve ark., 2014; Yaman 2014). *Pinus brutia*'nın gövde ve dal odununda yıllık halka sınırları belirgindir. Gövde odununda yıllık halkalar geniş, dal odununda daha dardır. İlbahar odunu traheidleri ince çeperli ve geniş lümenlidir. Gövdede ilkbahar odunu traheidleri 4 veya 6 köşeli, yaz odunu traheidleri 4 köşelidir. Dal odununda da aynı özellikler görülmektedir. *Pinus brutia* odununun karşılaşma yeri geçitleri türün tanınmasında önemli ayırt edici özelliklerden birisidir. Bu tür için, Crivellaro ve Schweingruber (2013) karşılaşma yeri geçitlerinin cupressoid tip ve taxodioid tipte olduğunu, Akkemik ve Yaman (2012) ise pinoid tipte olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda karşılaşma yeri geçitleri çoğunlukla pinoid tipte nadir de olsa cupressoid tiptedir. Gövde odununda ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş hızlı, dal odununda yavaştır. Bozkurt (1992) *Pinus resinosa* Ait. traheid çaplarının dal odununda gövde odunundan %25 daha küçük olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada *P. brutia* dal odununda, gövde odununa kıyasla, ilkbahar odunu traheid teğet çapı % 48,1; ilkbahar odunu traheid radyal çapı % 45,5 daha dardır. Aynı türün dal odununda yaz odunu traheid teğet ve radyal çapları, gövde odununa göre, sırasıyla % 21,4 ve % 27,4 daha dardır. *P. brutia* dal odununda 1 mm²'deki traheid sayısı gövde odununa kıyasla ilkbahar ve yaz odununda sırasıyla % 58 ve % 42,5 daha fazladır.

Farklı türler üzerine yapılan birçok çalışmada dal odunu trahe çaplarının, gövde odununa göre, daha dar olduğu belirtilmiştir. *Acer rubrum* L. (Zimmermann ve Potter, 1982), *Ficus carica* L. (Yaman, 2014) ve *Terminalia superba* Engl. & Diels (Dadzie ve ark., 2016) türlerinde trahe çaplarının dal odununda daha dar olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada da *A. glutinosa*, *J. regia* ve *R. pseudoacacia* dal odunundaki trahe teğet ve radyal çapları gövde odununa göre daha dardır.

Quercus velutina Lam., *Ficus carica* ve *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville türlerinde trahe sıklığının en yüksek oranda dallarda olduğu ifade edilmiştir (Stokke ve Manwiller, 1994; Yaman, 2014; Goulart ve ark., 2015). Vurdu (1977) *Alnus glutinosa*'da birim alandaki trahe sayısının dal odununda gövde ve kök odunundan daha fazla olduğunu belirtmiş, gövdenin alt kısımlarından üst kısımlarına gidildikçe artan trahe sayısını gövde çapının azalması ve dallardaki trahe bağlantısı ile ilişkilendirmiştir. Çalışmamızda da *A. glutinosa* ve *J. regia* dal odununda 1 mm²'deki trahe sayısı, gövde odununa kıyasla, sırasıyla % 61,4 ve % 66,2 daha fazladır. *R. pseudoacacia*'da ilkbahar odunundaki 1 mm²'deki trahe sayısı dal odununda daha fazladır (% 77,9), ancak yaz odunundaki 1 mm²'deki trahe sayısı bakımından dal ve gövde odunu arasında bir örnek ağaçta anlamlı fark varken diğer örnek ağaçta fark yoktur. Trahe oranı yıllık halkaların dar veya geniş olmasıyla da ilişkili olduğu için (Şanlı, 1977), bu durum iki örnek ağaç arasındaki yıllık halka genişliklerindeki farktan kaynaklanmış olabilir.

Vurdu (1977) *A. glutinosa*'da özışını oranının kökten gövdeye doğru gidildikçe arttığını, en yüksek oranın ise dallarda olduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan Stokke (1986) *Quercus velutina*'da kök, gövde ve dallarda özışını yüzdeleri karşılaştırmış ve en yüksek oranın yan köklerde (%36,3), en düşük oranın ise dallarda (%17,0) olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Yaman (2014) *Ficus carica* L. subsp. *carica*'da mm'deki özışını sayısı bakımından gövde ve dal odunu arasında anlamlı bir fark olmadığını ifade etmiştir. Bu çalışmada *A. glutinosa* ve *J. regia* dal ve gövde odunlarında 1 mm'deki özışını sayısı bakımından anlamlı fark bulunmazken, *R. pseudoacacia* ve *P. brutia* dal odunlarında özışını sayısı sırasıyla ortalama % 26,6 ve % 28,2 daha fazladır.

Merev (1998) *R. pseudoacacia* gövde odununda yıllık halkanın $\frac{3}{4}$ 'ünün ilkbahar odunu zonu, $\frac{1}{4}$ 'ünün yaz odunu zonu olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da *R. pseudoacacia* gövde ve dal odununda yıllık halkaların $\frac{3}{4}$ 'ünü ilkbahar odunu zonu, $\frac{1}{4}$ 'ünü yaz odunu zonu oluşturduğu ve ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin tedrici olduğu tespit edilmiştir. Crivellaro ve Schweingruber (2013) *R. pseudoacacia* gövde odununda 1 mm²'deki trahe sayısını, ilkbahar ve yaz odunu ayırımı yapmadan, 200'den fazla olarak ifade etmiştir. Merev (1998) aynı türde gövde odununda 1 mm²'deki trahe sayısını 49,7 olarak vermiştir. Çalışmamızda *R. pseudoacacia* gövde odununda 1mm²'de trahe sayısı bir örnek ağaçta 22,3; diğer örnek ağaçta 58,5 iken, bu değerler dal odununda sırasıyla 53,7 ve 73,0 olarak tespit edilmiştir.

Ficus carica subsp. *carica* ve *Stryphnodendron adstringens* türlerinde özışınlarının dal odunlarında gövde odunlarına göre daha dar olduğu belirtilmektedir (Yaman, 2014; Gaulart ve ark., 2015). Bu çalışmada da *P. brutia*, *J. regia* ve *R. pseudoacacia* dal odunlarında özışınları (μm olarak) sırasıyla % 16,4; % 38,2 ve % 45,5 daha dardır. Ancak, *A. glutinosa*'da özışınları bir örnek ağacın dal odununda % 5 daha geniş iken diğerinde dal ve gövde odunu arasında anlamlı fark yoktur. Buna rağmen, bu türde hücre sayısı olarak özışını genişliklerinin her iki örnek ağaçta dal ve gövde odunu arasında anlamlı fark göstermesi; dal ve gövdedeki özışını paransim hücrelerinin boyut farkından kaynaklanmış olabilir.

İncelenen bütün türlerin dal odunlarında özışını yüksekliği, bazı istisna örnek ağaçlar olmakla birlikte, gövde odunlarına kıyasla daha düşüktür. Yaman (2014) *Ficus carica*'da özışını yüksekliği bakımından dal ve gövde odunu arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmiştir. İncelenen türlerden *J. regia*'nın her iki örnek ağacında özışını yüksekliği (hücre sayısı) bakımından dal ve gövde odunları arasında anlamlı bir fark olmamakla birlikte, bir örnek ağaçta özışını yüksekliği (μm olarak) dal odununda daha düşüktür. Bu durum özışını paransim hücre yüksekliğinin dal ve gövde odununda farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Benzer bir durum *P. brutia*'da da vardır. Bu türde de özışını yüksekliği dal odunlarında daha düşüktür. Ancak, bir örnek ağaçta, hücre sayısı olarak özışını yüksekliği bakımından, dal ve gövde odunu arasında anlamlı fark varken, μm cinsinden fark yoktur. Daha önce de değinildiği gibi, bu sonuç hücre sayımı yapılan ve ölçülen özışınlarındaki paransim hücre boyutlarının aynı türün örnek ağaçları arasında farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Not: Bu makale, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Esra Pulat tarafından hazırlanan Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

1. Akkemik Ü, Yaman B (2012). Wood Anatomy of Eastern Mediterranean Species. Verlag Kessel, Kessel Publishing House, Remagen-Oberwinter, Germany.
2. Aytuğ B (1959). Türkiye Gökmar (Abies Tourn.) Türleri Üzerinde Morfolojik Esaslar ve Anatomik Araştırmalar İ.Ü. Or. Fak. Der. Cilt IX, Seri A, (2): 165-217.
3. Aytuğ B (1961). Odun Anatomisi Araştırmaları Hakkında Görüşler. İ.Ü.Orman Fak. Der. Cilt XI, Seri A, (2): 88-93.
4. Benkova VE, Schweingruber FH (2004). Anatomy of Russian Woods: an Atlas for The Identification of Threes, Shrubs, Dwarf Shrubs and Woody Lianas From Russia. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Bern, Stuttgart, Wien, Haupt, 456 pp.
5. Bowyer JL, Haygreen JG (1996). Forest Products and Wood Science. Iowa State University Press. Ames, Iowa.
6. Bozkurt AY (1992). Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No:3652, Fakülte Yayın No: 415, ISBN 975-404-230-6. İstanbul.
7. Can A (2014). Spss ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi. Pegem Akademi, 3. Baskı, Ankara.
8. Crivellaro A, Schweingruber FH (2013). Atlas of Wood, Bark and Pith Anatomy of Eastern Mediterranean Trees and Shrubs with a Special Focus on Cyprus, Springer, Heidelberg New York Dordrecht London.

9. **Dadzie PK, Amoah M, Frimpong-Mensah K, Shi SQ (2016).** Comparison of Density and Selected Microscopic Characteristics of Stem and Branch Wood of Two Commercial Trees in Ghana, Wood Sci Technol, 50(1): 91-104.
10. **Doğu AB, Kartal SN, Köse Ç, Erdin N (2000).** Some Anatomical Properties and Wood Density of *Ostrya carpinifolia* Scop. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, 50 (2):166-176.
11. **Efe, A (1986).** *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla Ağacı)'nin Morfolojik ve Palinolojik özellikleri Üzerine Araştırmalar. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
12. **Eliçin, G (1977).** Türkiye Doğal Ardiç (*Juniperus L.*) Taksonlarının Yayılışları ile Önemli Morfolojik ve Anatomik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. İ. Ü. Yayın No: 2327, O.F. Yayın No: 232, s. 109, İstanbul.
13. **Erdin N (1983).** Toros Sediri (*Cedrus libani A. Rich.*) Odununun Anatomik Yapısı ve Özgül Ağırlığı Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 33(2): 232-293.
14. **Erdin N, Bozkurt Y (2013).** Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 5145, Orman Fak. Yayın No:506, İstanbul.
15. **Erşen Bak F (2006).** Türkiye'de Yetişen Oleaceae Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
16. **Gardiner B, Barnett J, Saranpää P, Gril J (2014).** The Biology of Reaction Wood. ISBN: 978-3-662-51936-3, Springer-Verlag, Berlin.
17. **Gartner H, Schweingruber FH (2013).** Microscopic Preparation Techniques for Plant Stem Analysis. Verlag Kessel, Kessel Publishing House, Remagen-Oberwinter, Germany.
18. **Goulart SL, Riberio A, Mori FA (2015).** Anatomia Do Lenho De Raiz, Tronco e Galho De Barbatimao (*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville. Cerne, 21(2): 329-338.
19. **Gökşin A (1982).** Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Üvez (*Sorbus L.*) Taksonlarının Yayılışları ile Önemli Bazı Morfolojik ve Anatomik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 120, Ankara.
20. **IAWA Committee (1989).** IAWA List of Microscopic Feature for Hard Wood Identification. IAWA J. 10 (3):1-69.
21. **IAWA Committee (2004).** IAWA List of Microscopic Feature for Soft Wood Identification. IAWA J. 25 (1):1-70.
22. **Marcati CR, Longo LR, Wiedenhoeft A, Barros CF (2014).** Comparative Wood Anatomy of Root and Stem of *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae). Rodriguesia 65(3):567-576.
23. **Merev N (1983).** Türkiye Kızılağaç (*Alnus Mill.*)'ları Odunlarının İç Yapıları. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Genel Yayın No: 7, Fakülte Yayın No: 2, Trabzon.
24. **Merev N (1998).** Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi. K.T.Ü.Orman Fakültesi, Genel Yayın No. 189, Fakülte Yayın No.27, K.T.Ü. Matbaası, Trabzon.
25. **Merev N (2003).** Odun Anatomisi. K.T.Ü. Orman Fakültesi. Genel Yayın No: 209, Fakülte Yayın No: 31, K.T.Ü. Matbaası, Trabzon.
26. **Özdamar K (2015).** Paket Programlarla İstatistiksel Veri Analizi Cilt 1, Nisan Kitapevi, 10. Baskı, Ankara.
27. **Özden S, Slater D, Ennos R (2017).** The Fracture of Green Wood Formed within the Forks of Hazel. Trees 31: 903-917.
28. **Sarıbaş M (1989).** Türkiye'nin Euro-Siberien (Euxine) Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen Kavakların Morfolojik (Dış Morfolojik, İç Morfolojik ve Palinolojik) Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Tek. Bül. No.148, İzmit.
29. **Serdar B (2003).** Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Salicaceae Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
30. **Stokke DD (1986).** Stem, Branch, and Root Wood Anatomy of Black Oak (*Quercus velutina* Lam). Retrospective Theses and Dissertations. 8312. Iowa State University.
31. **Stokke DD, Manwiller FG (1994).** Proportions of Wood Elements in Stem, Branch, and Root Wood of Black Oak (*Quercus velutina*). IAWA Journal, 15 (3): 301-310.
32. **Şanlı İ (1977).** Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nin Türkiye'de Çeşitli Yörelerde Oluşan Odunları Üzerine Anatomik Araştırmalar. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
33. **Wilson K, Biol FI, White DJB (1986).** The Anatomy of Wood: Its Diversity and Variability. Stobart and Son Ltd., London.
34. **Vurdu H (1977).** Anatomical Characteristics of Stem, Branch and Root Wood in European Black Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Ph. D. Dissertation. Library, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, USA.
35. **Yaltırık F (1971).** Yerli Akçaağaç (*Acer L.*) Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Araştırmalar. İ. Ü. Yay. No.1661, O. F. Yay. No. 179, İstanbul.

36. **Yaman B, Sarıbaş M (2004).** Türkiye'nin Euxine Bölgesindeki Doğal Kavak (*Populus L.*) Taksonlarında Yükseltiyle İlişkili Olarak Trahe Hücre Boyutlarındaki Varyasyonlar. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A (1): 111-123.
37. **Yaman B (2002).** Türkiye'nin Euro-Siberian (Euxine) Bölgesinde Doğal olarak Yetişen Yabani kiraz (*Cerasus avium (L.) Moench*)'ın Morfolojik, Anatomik ve Palinolojik Özellikleri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın.
38. **Yaman B (2007a).** Anatomy of Lebanon Cedar (*Cedrus libani A. Rich.*) Wood with Indented Growth Rings. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 49(1): 19–23.
39. **Yaman B (2007b).** Comparative Wood Anatomy of *Pinus sylvestris* and Its var. *compacta* in the West Black Sea Region of Turkey. IAWA Journal, 28 (1): 75–81.
40. **Yaman B (2008).** Variation in Quantitative Vessel Element Features of *Juglans regia* Wood in the Western Black Sea Region of Turkey. Agrociencia, 42(3): 357-365.
41. **Yaman B (2009).** Yabani Kiraz (*Cerasus avium (L.) Moench*). G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 3(1): 114-122.
42. **Yaman B (2011).** Anatomy of Archaeological Wood Charcoals from Yenibademli Mound (Imbros), Western Turkey. Mediterranean Archaeology and Archaeometry 11: 33–39.
43. **Yaman B (2014).** Anatomical Differences between Stem and Branch Wood of *Ficus carica* subsp. *carica*. Modern Phytomorphology, 6: 79-83.
44. **Yaman B, Hüryılmaz H. (2014).** The Identification of Wood Charcoals from an Early Bronze Age Mound (Yenibademli) in Western Turkey. Drewno, 57(193): 97-108.
45. **Yaman B (2017).** Bir Karaçam Kökünün Anatomisi: Heyelan İzleri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(1):1-8.
46. **Zimmerman MH, Potter D (1982).** Vessel-Lenght Distribution in Branches, Stem and Roots of *Acer rubum L.*, IAWA Bulletin n.s., 3 (2): 103-109.