

Pavlonya Odununun Bazı Özellikleri ve Kullanım Alanları

*Alperen KAYMAKCI¹, Bekir Cihad BAL², İbrahim BEKTAŞ³

¹KÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Kastamonu

²KSÜ Aardırın Meslek Yüksek Okulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, Kahramanmaraş

³KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar: akaymakci@kastamonu.edu.tr

Geliş Tarihi:15.08.2011

Özet

Bu çalışmada, bazı pavlonya odun türlerinin anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri literatür çalışmalarından yararlanılarak bir araya getirilmiş, böylece odunun Türkiye’de daha iyi tanınması amaçlanmıştır. Pavlonya özellikle Çin ve Japonya’da özel ormancılık kapsamında önemli düzeylerde kültürü yapılan hızlı gelişen bir ağaç türüdür. Türkiye’de pavlonya türleri park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilmekle birlikte, odun üretimi amacıyla plantasyon tesisi veya bu amaçla araştırmalara konu olması on yılı geçmemektedir. Elde edilen literatür bilgilerine dayanılarak pavlonya odunun mobilya üretiminde, ambalaj kutularında ve sandıklarında, kontrplak üretiminde, doğrama, tavan döşemesi ve kağıt hamuru üretiminde değerlendirmesi önerilmektedir

Anahtar Kelimeler: Pavlonya, Anatomik özellikler, Fiziksel özellikler, Mekanik Özellikler, Kullanım alanları.

Some Properties and Uses of *Paulownia* Wood

Abstract

In this study, the anatomical, physical, mechanical and chemical properties of some paulownia wood species were presented by using literature researches, so the aim of this work was to recognize paulownia wood species in Turkey. Paulownia is a fast growing species cultivated significantly as a part of private forests especially in China and Japan. Paulownia species were cultivated for parks and gardens in Turkey but it has been less than ten years since it was a subject of research. subject to researches were not more than ten years. Based on the information given in the literature, paulownia woods can be used for the production of furniture, pulp, packaging material, woodworking and roof beams.

Keywords: Paulownia, Anatomical properties, Physical properties, Mechanical properties, Usage areas

Giriş

Dünya nüfusundaki devamlı artış orman ürünleri üretimi ile tüketimi arasındaki açığın her yıl biraz daha büyümesine neden olmaktadır (Constantino and Haley, 1988; Zobel, 1984; Zhang ve ark, 1997; As, 1992; Ay, 1994).

Bu açığın temel sebepleri bilinçsiz, düzensiz, aşırı ve plansız tüketimlerdir. Bunun sonucunda fiziksel ve genetik açılardan tahrip olmuş; bitki- toprak- su doğal dengesi bozulmuş; zengin flora-fauna biyolojik çeşitliliğimiz azalmış; odun arz açığı yanında sel, heyelan, çığ ve toprak erozyonu gibi doğal afetler sosyal yaşamı tehdit eder seviyelere ulaşmıştır. Kalite ve kantite bakımından yetersiz olan ormanlarımızda ki bu açığın kapatılması

amacıyla ağaçlandırma çalışmalarına özel bir önem verilmekte ise de üretim açığının karşılanması şu durumda oldukça güç olarak görülmektedir (As, 1992; Ay, 1994; Bowyer ve ark, 2005; Zobel 1984).

Türkiye’de odun hammaddesine olan talebin her geçen gün biraz daha artması, arz-talep dengesizliğinden meydana gelen sürekli bir arz açığı oluşturmaktadır. Küresel nüfus artışına paralel olarak, dünyada 1950–1990 yılları arasındaki odun hammaddesi tüketimi mevcut miktarları ile 2000–2030 yılları için yapılmış talep tahminleri arasında çok ciddi dengesizlikler mevcuttur. Buna göre; dünyada 2020’li yıllarda odun hammaddesi toplam talebinin yaklaşık “5.6 milyar m³/yıl” düzeyini, üretim açığının ise,

yaklaşık “2 milyar m³/ yıl” sınırını aşması beklenmektedir. Bu konuda öngörülen çözümler ve düşünceler arasında odun talebini azaltıcı tedbirlerin alınması, odun ihtiyacının ithalat yoluyla karşılanması ve odun ihtiyacının üretim yoluyla artırılması düşünülebilir. Odun ihtiyacının üretim yoluyla artırılması en kısa sürede ve en ekonomik çözüm yoludur. Bunun içinde kısa sürede verim gücü yüksek ve özel sektör ormancılığına konu olabilecek hızlı gelişen türlerde yapılacak endüstriyel ağaçlandırmalar hızla gelişmiştir (Özkurt, 2002).

Plantasyon ormancılığının çevresel olarak en büyük faydası hızlı gelişen türlerin ekonomik olarak değerleri yüksek ağaç türlerinin yerine kullanılabilme olanağıdır. Bu sayede ormanlar üzerindeki baskı azaltılmış ve aynı zamanda sosyal bir sorumluluk bilinci de yerine getirilmiş olmaktadır. Dünyada plantasyon ormancılığı kapsamında yetiştirilen hızlı gelişen türler (söğüt, kavak, pavlonya, okaliptüs vs.) orman ürünleri endüstrisi (MDF, Yonga levha, Lif levha, kâğıt ve karton üretimi) için alternatif birer hammadde kaynağı olmuşlardır (As, 1992; Ay, 1994; Anonim, 2001; Birler, 2006).

Hızlı gelişen türler aynı zamanda orman ürünleri sektörü dışında bir alanda daha kullanım alanı bulabilmektedir. Bu türlerin kesimlerine müteakip geride kalan köklerinde bulunan selüloz da faydalanılarak etanol elde edilmesi gelecekte petrole olan bağımlılığı bir nebze azaltacaktır. Hızlı gelişen türlerin 5–6 yıl içersinde kabul edilebilecek bir boya ulaşması, bu ağaçların kök sisteminin de oldukça iyi olmasını gerektirmiştir (Steeves, 2006).

Türkiye’de, yerli ve yabancı orijinli hızlı gelişen çeşitli ağaç türleri ile endüstriyel plantasyonlar kurulması mümkündür. Halkımız tarafından yaygın olarak tesis edilen kavak ve okaliptüs ağaçlandırmaları, endüstriyel plantasyonlar için başarılı bir örnek oluşturmaktadır (Birler, 2006).

Bu çalışma kapsamına konu olan pavlonya odunu özellikle Çin ve Japonya’da özel ormancılık kapsamında önemli düzeylerde plantasyonu yapılan hızlı gelişen bir ağaç türüdür. Pavlonya odununun hızlı

gelişen bir tür olması, açık renkli olması ve aynı yoğunluktaki benzer ağaç türleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek direnç özellikleri göstermesi dolayısıyla üzerinde dikkatle durulması gereken bir ağaç türüdür. Tüm dünyanın aksine pavlonya odununun plantasyonu Türkiye’de yeterince gerçekleştirilememiştir. Türkiye’de pavlonya türleri Türkiye’de park ve bahçelerde eskiden beri yetiştirilmekle birlikte, odun üretimi amacıyla plantasyon tesisi veya bu amaçla araştırmalara konu olması on yılı geçmemektedir (Anonim, 1998; Acar, 1999; Boydak, 1999; Yavuzşefik ve ark., 2001; Ayan ve ark., 2002; Ulu ve ark., 2002; Sağlam, 2003).

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de henüz tam anlamıyla tanınmayan ve endüstriyel olarak kullanılmayan pavlonya odununun özellikleri ve kullanım alanlarının kapsamlı olarak araştırılması ve elde edilen çıktılarının uygulamada değerlendirilmesi ile kullanıcılara ve araştırmacılara yardımcı olmasını sağlamaktır.

Hızlı Gelişen Tür Kavramı

Pavlonya’nın hızlı gelişen bir türdür ve 1965 yılında Akdeniz Ormancılık Sorunları Araştırma Komitesinin Atina’da yaptığı toplantıda hızlı gelişen ağaç türleri için şu tanım ortaya konmuştur: “Çevresinin yerli türlerine uygulanan idare süresinin 1/3 kadar bir idare süresi boyunca çap olarak yerli türlerin kesim sırasındaki ulaştığı değere ulaşabilen türlere hızlı büyüyen ağaç türleri denilir” (As, 1992). Tablo 1’de bazı hızlı gelişen ağaç türleri gösterilmektedir.

Diğer bir tanımlamada ise hızlı gelişen türün “en uygun yetiştirme ortamında 30 yıl idare süresi içinde yılda 9–12 m³/ha artım yapabilen, 5 yıllık idare süresi sonunda yılda 12 m³’den fazla artım yapabilen türler” olduğu vurgulanmaktadır (Taşdemir, 1996). Öte yandan Naock (1979)’da hızlı gelişen ağaç odunlarında kuru ağırlığın göz önüne alınması gerektiği, özellikle odunun kullanım alanlarında hacim esasının yanıltıcı olabileceği, bu nedenle de kuru kitlenin ton/ha olarak dikkate alınmasının sağlıklı sonuç vereceği belirtilmektedir.

Tablo 1. Yerli ve yabancı hızlı gelişen ağaç türleri (Birler, 2006)

YERLİ		YABANCI
YAPRAKLI	İĞNE YAPRAKLI	YAPRAKLI
Titrek Kavak (<i>P. tremula</i>)	Kızılçam (<i>Pinus brutia</i>)	Doğu kavağı (<i>P. deltooides</i>)
Kara Kavak (<i>P. nigra</i>)	Fıstıkçamı (<i>Pinus pinea</i>)	Kırmızı sıtma ağacı
Söğüt türleri (<i>Salix sp.</i>)	Toros sediri (<i>Cedrus libani</i>)	(<i>E. camaldulensis</i>)
Kızılbaş (<i>Alnus sp.</i>)	Servi (<i>Cupressus sp.</i>)	Yabancı akasya
Dişbudak (<i>Fraxinus sp.</i>)	Halep çamı (<i>P. halepensis</i>)	(<i>Robinia pseudoacacia</i>)
Ihlamur (<i>Tilia sp.</i>)		Melez kavağı
Kayın (<i>Fagus sp.</i>)		(<i>Populus x euramaricana</i>)
Akçağaç (<i>Acer sp.</i>)		Pavlonya türleri
Servi (Asya) Kavağı		(<i>Paulownia sp.</i>)
<i>Populus usbekistanica</i>		

Pavlonya Hakkında Genel Bilgiler Dünyadaki Durumu

Pavlonya daha ziyade kral ağacı veya Çin imparatorluk ağacı olarak bilinen ve Çin'e bir armağan olduğuna inanılan bir ağaç türüdür. Pavlonya ağacı aynı zamanda Princess Tree, Royal *paulownia*, Empress Tree ve Kiri adı ile de bilinmektedir (Geyer, 2000).

Pavlonya "Scrophulariaceae" familyasından kabul edilmekte olup, bazı bilim adamları tarafından ayrı bir tür olduğu, bazı bilim adamlarına göre de Bignoniaceae familyasından olduğu söylenmektedir. Ağacın Latince adı "*Paulownia*" ise İsviçreli botanikçi Thunberg tarafından verilmiş ve detayları 1781 senesinde "Japanese of Flora"da yayımlanmıştır. 1835 senesinde, Hollandalı botanikçiler Zuccarini ve Siebold, uzun çalışmalar sonucu Pavlonya'nın Scrophulariaceae familyasından olduğunu açıklamışlardır. Çin'deki tüm pavlonya plantasyonlarından toplanan bilimsel veriler ve araştırmalar sonrasında bu günde kabul edilmekte olan 9 değişik türü belirlenmiştir. Bunlar: *P. tomentosa*, *P. elongata*, *P. fortunei*, *P. catalpifolia*, *P. kawakamii*, *P. farbesii*, *P. austrails*, *P. albiphloea*, *P. taiwaniana*'dır (Huaxin, 1986; Ching, 1983). Bu türler içerisinde genel olarak; *Paulownia elongata*, *Paulownia tomentosa* ve *Paulownia fortunei* türlerinin kültürünün yapılması önerilmektedir (Kays ve ark, 1992).

Bu türler kültürünün yapıldığı yerlere kolay bir şekilde adapte olabilir ve oldukça geniş bir dağılım sağlayabilir. Pavlonya, günümüzde basta Çin olmak üzere Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri,

Japonya, Vietnam, Laos, Tayland, Hindistan, Yeni Zelanda, Malezya olmak üzere kırktan fazla ülkede yetiştirilmektedir. Pavlonyanın Almanya, Güney Avrupa ülkeleri gibi ılıman bölgelerde de tarımsal ormancılık kapsamında dikimi yapılabilmektedir. Bu türlerin İran'da da kültürü yapılmakta ve çap ve boyut olarak oldukça memnun edici sonuçlar elde edilmektedir (Kaymakcı, 2010; Akyıldız ve Kol, 2010; Abbasi, 2000). Bugün dünyada yaklaşık 2.4 milyon hektarda çeşitli amaçlar doğrultusunda pavlonya tarımı yapılmaktadır (Kaplan, 2008; Johnson, 2000).

Türkiye'deki Durumu

Türkiye'de yabancı ağaç türlerinin kullanımı 1940'lı yıllarda başlamış ve 1950–69 yılları arasında çeşitli kuruluşlar tarafından yabancı tür ithal çalışmaları yapılmıştır. Ancak bu konudaki sistemli çalışmalar Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü'nce 1969 yılında başlamıştır. Türkiye'de, türlerin ekolojik ve silvikültürel özellikleri hakkında yeterli bilgiye sahip olunmadan yapılan bazı endüstriyel plantasyonlar başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bütün bu olumsuzluklar ve yanlış ve eksik yönlendirme sorunu yaşayan uygulayıcılar küçük alanlarda tesis ettikleri plantasyonlarda hayal kırıklığı yaşamaktadır (Kaplan, 2008; Acar, 1999).

Ağacın kullanım alanlarının belirlenmesinde fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerin büyük etkisi bulunmaktadır. Odun özelliklerinin kapsamlı bir şekilde bilinmesi kullanım yerleri hakkında ipuçları vermektedir. Pavlonya odunlarının morfolojik, fiziksel, mekanik ve

kimyasal özelliklerinin belirlemek amacıyla Türkiye’de ve dünyada çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar doğrultusunda pavlonya odunların optimum kullanım alanları belirlenmiştir. Pavlonya odununa ait anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerine ait çalışma sonuçları Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’te verilmiştir.

Morfolojik Özellikler

Pavlonya odununun morfolojik özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2’de bazı ağaç türleri ve yıllık bitkiler için belirtilen lif uzunluğu lif genişliği, lümen çapı ve lif çeper kalınlığı değerleri gösterilmektedir. Bilindiği üzere morfolojik özellikler yanı sıra hacim-yoğunluk değeri ve çözünürlük değerleri odunun kağıt yapımına uygunluğunu ve verimi inceleyen en önemli faktörlerden bazılarıdır.

Tablo 2. Bazı ağaç türleri ve yıllık bitkiler için belirtilen lif uzunluğu lif genişliği, lümen çapı ve lif çeper kalınlığı değerleri

Tür	Çeper Kalınlığı (µm)	Lümen Genişliği (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Boyu (mm)	Kaynak
<i>P.elongata</i>	8.6	19.2	36.3	0.82	Ateş ve ark, 2008
<i>P.elongata</i>	2.75	30	35.0	1.03	Nasir ve Mahmood,
<i>P.fortunei</i>	3.69	26	33.0	1.04	Nasir ve Mahmood, 2000
<i>P.tomentosa</i>	4.05	31	39.0	0.95	Nasir ve Mahmood, 2000
<i>E.globulus</i>	-	7.0	18.0	1.28	Teresa ve ark, 2000
Bambu	4.6	6.9	15.1	2.30	Deniz ve Ateş, 2000
Pamuk sapı	4.12	16.75	24.98	0.81	Tutuş ve ark, 2010
Mısır sapı	1.32	10.7	24.3	1.32	Usta ve ark, 1990
İğne	13- 17	15-30	32-43	3-7	As ve ark, 2002

Tablo 2’den anlaşılacağı üzere pavlonya odununun lif boyu iğne yapraklı ağaçlardan kısa, yapraklı ağaç lifleriyle hemen hemen aynıdır. Pavlonya odunun çeper kalınlığı değerleri iğne yapraklı ağaç odunlarından daha düşüktür. Daha önce yapılan çalışmalarda lif uzunluğunun artması ve hücre çeperi kalınlığındaki artışın kâğıdın fiziksel direnç özellikleri üzerinde önemli oranda etkili olduğu belirlenmiştir (Ateş ve ark, 2008).

Fiziksel Özellikleri

Pavlonya odununun fiziksel özellikleri Tablo 3’te verilmiştir. Tablo 3’deki farklı araştırmacılara ait çalışma sonuçları incelendiğinde, pavlonya odununun düşük yoğunluklu ağaçlar sınıfına dâhil olduğunu görülebilmektedir. Pavlonya türleri

arasındaki mevcut farklılıkların türlerin anatomik yapısındaki değişikliklerden ve yetiştirme ortamı şartları faktörlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Bektaş, 1997; Dündar, 2001; Bektaş ve ark, 1999). Yine tablo 3’deki pavlonya odunlarına ait daralma ve genişleme yüzdeleri incelendiğinde; pavlonya odununun düşük çalışma yüzdelerine sahip olduğu görülebilmektedir. Daralma ve genişleme yüzdelerine üzerine en etkili faktörlerden birisi yoğunluktur. Bozkurt ve Göker (1987) tarafından, yoğunluk ile hacmen daralma miktarları arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Çünkü yoğunluğun artması ile odunda su tutabilen iç yüzey artmakta ve bünyesine daha fazla su bağlanabilmektedir.

Tablo 3. Pavlonya odunu fiziksel özellikleri

Tür	D ₁₂ ₃ (g/cm ³)	D ₀ ₃ (g/cm ³)	β (%)			α (%)			Kaynaklar
			r	t	v	r	t	v	
<i>P. catalpihofa</i>	0.290	0.233	-	-	-	-	-	-	Anonim, 1984
<i>P. elongata</i>	0.264	0.209	-	-	-	-	-	-	Anonim, 1984
<i>P. farbesii</i>	0.269	0.219	-	-	-	-	-	-	Anonim, 1984
<i>P. fortunei</i>	0.309	0.258	-	-	-	-	-	-	Anonim, 1984
<i>P. tomentosa</i>	0.315	0.236	-	-	-	-	-	-	Anonim, 1984
<i>P. elongata</i>	0.362	0.298	-	-	-	2.42	5.62	8.50	Kaygın ve ark, 2009
<i>P. tomentosa</i>	0.312	0.294	2.77	5.01	7.78	2.48	5.92	8.40	Akyıldız ve Kol, 2010
<i>P. elongata</i> (J)*	-	-	1.99	4.89	6.88	-	-	-	Bao ve ark, 2001
<i>P. elongata</i> (M)**	-	-	1.89	4.21	6.10	-	-	-	Bao ve ark, 2001
Sahil çamı	0.462	0.420	3.7	6.3	10.1	3.6	6.7	10.5	As, 1992
Kızılcıcam	0.550	0.510	4.6	6.8	12.2	4.6	7.7	12.7	Bektaş, 1997
Istranca meşesi	0.711	0.674	5.2	9.3	14.5	-	-	-	Dündar, 2001
Sarıçam	0.567	0.544	-	-	-	4.9	9.6	15.4	Korkut ve Bektaş, 2008
Uludağ göknarı	0.456	0.438	-	-	-	4.17	8.45	13.62	Korkut ve Bektaş, 2008
Boylu ardıç	0.526	0.496	-	-	12.1	-	-	14.80	Bektaş ve ark, 2005
Dallı servi	0.615	0.542	3.9	6.1	10.73	4.21	6.98	12.14	Bektaş ve ark, 2010
Aksöğüt	0.511	0.480	2.35	8.67	11.74	2.49	9.66	12.76	Bektaş ve ark, 2009

* genç odun ** olgun odun

Mekanik Özellikler

Pavlonya odununun mekanik özellikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4'de pavlonya odununun bazı mekanik özelliklerine ait değerler gösterilmektedir. Herhangi bir ağaç türü odununun mekanik olarak dış kuvvetlerin etkilerine karşı koyma derecesi yani mekanik direnç özelliklerini etkileyen en önemli iki faktör ağaç türü ve yoğunluktur. Yoğunluk azaldıkça ağaç türünde birim hacimdeki hücre çeper maddesi miktarında azalış olacağından yüklemelere karşı koyamayacaktır. Bahsedilen durum pavlonya ağacı odunlarında da görülmektedir. Pavlonya odunu düşük yoğunluğa sahip olduğundan dolayı buna paralel olarak mekanik özellikleri de düşüktür. Tablo 4'de pavlonya odununun bazı ağaç türleri ile mukayesesi gösterilmektedir. Tablo 4'den pavlonya odununa ait mekanik özelliklerin karşılaştırılan diğer ağaç türü odunlarından düşük olduğu görülebilmektedir. Bunun en

önemli sebeplerinden biri yoğunluğunun karşılaştırılan diğer ağaç türlerine oranla düşük olmasıdır.

Kimyasal özellikler

Pavlonya odununun kimyasal özellikleri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5'de pavlonya odununun bazı kimyasal özelliklerine ait değerler gösterilmektedir. Pavlonya odununun lignin holoselüloz ve selüloz oranları yapraklı ağaçlarla ve yaygın odun dışı ürünlerle benzer özellikler taşıdığı görülmektedir. Pavlonya odununun hacim-yoğunluk değerinin (0.213 g/cm³, 0.219 g/cm³ ve 0.225 g/cm³) düşük, çözünme yüzdesinin yüksek olması hamur üretim veriminin düşük olmasına yol açacaktır (Ateş ve ark., 2008; Kaymakcı, 2010).

Tablo 4. Pavlonya odunu mekanik özellikleri (Anonim, 1984)

Tür	D ₁₂₃ (g/cm ³)	σ _{B//} ^a	σ _E ^b	σ _{M//} ^c		σ _{ç//} ^d	a ^e	Sertlik			Kaynak
				r	t			r	t	l	
<i>P. catalpifolia</i>	0.290	196	329	41	47	521	1.71	87	94	151	Anonim, 1984
<i>P. elongata</i>	0.264	159	289	44	44	394	1.32	84	86	125	Anonim, 1984
<i>P. farbesii</i>	0.269	160	363	42	35	518	2.14	114	121	171	Anonim, 1984
<i>P. fortunei</i>	0.309	188	405	56	50	563	3.25	124	124	215	Anonim, 1984
<i>P. tomentosa</i>	0.315	223	406	51	56	605	3.48	117	135	183	Anonim, 1984
<i>P. elongata</i>	0.317	260	444	-	-	-		0.84*	0.92*	2.01*	Akyıldız ve Kol, 2010
Sahil çamı	0.462	384	711	66	-	-	1.49	2.07*	1.81*	4.14*	As, 1992
Kızılcıam	0.550	428	601	-	-	-	4.2	2.7*	2.42*	4.76*	Bektaş, 1997
Doğu kayını	-	617	122 7	10	-	-	8.5	-	-	-	Güler ve ark, 2004
Ak söğüt	0.511	371	623	-	-	-	-	-	-	-	Bektaş ve ark, 2009

^aLiflere paralel basınç direnci (kg/cm²), ^bEğilme direnci (kg/cm²), ^cMakaslama direnci (kg/cm²). ^dLiflere paralel çekme direnci (kg/cm²), ^eŞok direnci (Kgm/cm²).

*Değerler Brinell sertlik değerleridir.

Pavlonya Odununun Kullanım Alanları

Yukarıda verilen bilgiler ışığında pavlonya odunu için optimum kullanım alanları incelenmiştir.

Pavlonya Odununun Mobilya Üretiminde Kullanılması

Pavlonya odunu görünümünün, renk ve tekstürünün güzel olması, işlenme esnasında düzgün yüzey vermesi, çivi ve vida tutma özelliğinin iyi, üst yüzey işlemlerine uygun, böcek ve mantar zararlarına karşı dayanıklı, rutubet alışverişinden dolayı boyutlarda meydana gelen daralma ve genişleme miktarının az olmasından dolayı mobilya üretiminde kullanılması önerilebilir (Kaymakcı, 2010). Pavlonya odunu özellikle mutfak dolapları ve altlıklarının üretiminde, vitrin ve büfelerin yapımında bunun yanı sıra raf olarak, mobilyaların görünmeyen kısımlarında, çok yüksek direnç istemeyen

sürtünme ve aşınma olmayan mobilya aksamında kullanılabilir. Sonuç olarak pavlonya odunu ilgili standartlara uygun şekilde hazırlandığı takdirde, mobilya sanayinde döşeme ve iç dekorasyonda çok önemli alternatif bir ağaç malzeme olabilir.

Pavlonya Odununun Kurşun Kalem İmalatında Kullanılması

Pavlonya odununun oldukça gevrek, bıçak veya kalemtraşla kolayca açılacak yapıda olması, liflerinin düzgün ve birbirine paralel olması, lif kıvrıklığı ihtiva etmemesi, son derece az budak içermesi, özgül ağırlığının ve mekanik özelliklerinin kurşun kalem üretimi için asgari şartları taşıması, yıllık halka içersinde yaz odunu oranının az olması ve işlendiğinde düzgün yüzeyler sağlaması dolayısıyla kurşun kalem imalatında alternatif bir hammadde olarak kullanılabilirliğini göstermektedir (Kaplan, 2008; Kaymakcı, 2010).

Tablo 5. Pavlonya odunu kimyasal özellikleri (%)

Tür	Holoselüloz	Selüloz	Lignin	Kül	Alkol Benzen	%1 NaOH	Sıcak Su Çöz.	Soğuk Su Çöz.	Kaynak
<i>P. elongata</i>	78.8	48.3	22.1	-	-	-	12.8	11.6	Kalaycıoğlu ve ark, 2005
<i>P. elongata</i>	75.74	43.61*	20.5	0.21	3.76	24.5	10.05	8.50	Ateş ve ark, 2008
Okalıptüs	80.42	50.17*	23.30	0.47	3.29	23.56	9.91	5.62	Ayata, 2008
Bambu	70.5	43.3*	24.5	1.35	3.94	25.1	6.47	-	Deniz ve Ateş, 2002
Buğday sapı	74.5	38.2*	15.3	4.7	7.8	40.59	13.99	10.75	Deniz ve ark, 2004

* Alfa selüloz değeridir.

Pavlonya Odununun Ambalaj Malzemesi Olarak Kullanılması

Ağaç malzemenin ambalaj sanayinde kullanılmasının en önemli sebepleri yeterli direnç özelliklerine sahip olması, hafif oluşu, kolay işlenebilmesi, renginin açık, kokusuz olması, elastik olması ve kolayca tutkallanabilmesi gibi özellikler gelmektedir. Ambalaj malzemesinin kolay taşınabilir, görünümünün güzel, kokusuz ve en önemlisi ucuz olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra tekrar sökülüp birleştirilebilmesi yoluyla diğer hususlarda kullanılabilmesi gerekmektedir. Kerestesinin kokusuz olma özelliğinden dolayı bazı sıvıların, gıda maddelerinin ve sebze-meyvelerin taşınmasında tercih edilebilir (Göker, 1977). Pavlonya odununun diğer ağaç türlerinden yaklaşık %40 daha hafif olması, taşıma, paketleme kasa ve kutularında kullanıldığında, yükleme hacmini arttırmaktadır. Pavlonya odununun gövdesinin budaksız, düz ve uzun bir yapıya sahip olması ambalaj sanayii oldukça önemlidir. Bu şekilde daha büyük malzemeler için avantaj sağlayabilir. Pavlonya türlerinin Türkiye’de daha yaygın hale getirilmesiyle ambalaj sanayii için daha ucuz ve kolay bir şekilde temin edilebilecektir (Kaymakcı, 2010).

Pavlonya Odununun Müzik Aletleri Yapımında Kullanılması

Müzik aletleri yapımında kullanılacak ağaç malzemenin homojen büyümüş, düzgün lifli, dar yıllık halkalı, yeknesak ve ince tekstüre sahip olması gerekmektedir. Boyut stabilitesinin yüksek olması istenmektedir. Ayrıca kolay işlenmeli ve yüzey işlemlerine

uygun olmalıdır (Göker, 1977). Bu türün doğal olarak yetiştiği Çin’de, pavlonya türleri müzik aletleri yapımında sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun en önemli sebebi ses iletim özelliklerinin iyi olması ve bol miktarda bulunabilmesidir (Kaymakcı, 2010).

Pavlonya Odununun Kontrplak Üretiminde Kullanılması

Kontrplak üretiminde genel olarak dağınık traheli yapraklı ağaç türleri kullanılmaktadır. Tomrukların silindirik, yıllık halkaların yavaş büyüme göstermesi, liflerin düzgün ve öze paralel olması, reaksiyon odununun bulunmaması, çapın en az 35 cm olması, kolay soyulabilmesi, tutkallanabilme özelliğinin iyi olması, kısmen reçinesiz, fazla mineral madde içermemesi, daralma yüzdesinin az olması, ekstrem yoğunluklarının olmaması, yüzey işlemlerine uygun olması ve ilkbahar ve yaz odunu arasındaki farkın az olması istenmektedir (Göker, 1977). Pavlonya odununun bahsedilen bu özellikleri kısmen sağladığı düşünülmektedir. Ancak Pavlonya odununun yoğunluğunun düşük olması sebebiyle aşınma ve sürtünme özellikleri düşüktür. Bundan dolayı Pavlonya odunundan elde edilecek kaplamanın orta tabakalarda kullanılması önerilmektedir (Kaymakcı, 2010).

Pavlonya Odununun Yonga Levha Üretiminde Kullanılması

Yonga levha üretiminde iğne yapraklı ağaç türleri yapraklı ağaç türlerinden daha fazla kullanılmaktadır. Yonga levha üretiminde değerlendirilecek ağaç

malzemenin permeabilitesinin düşük, kolay yongalanabilen, yüzey işlemlerine uygun, yoğunluğunun 0.350- 0.650 g/cm³ civarında olması istenmektedir. Pavlonya odununun yonga levha üretiminde kullanılmasına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Kalaycıoğlu ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada, düşük yoğunluğa sahip olan pavlonya odununun yonga levha üretiminde alternatif bir hammadde kaynağı olduğunu belirtmiştir. Diğer bir çalışmada Amir ve ark (2009) yaptıkları araştırmada %50'nin üzerinde pavlonya yongasının, yonga levha üretiminde kullanılabilmesini belirtmiştir. Pavlonya odununun yonga levha üretiminde değerlendirilebilmesi için Türkiye'de bu türün yetiştirilmesine ilişkin çalışmaların artması gerekmektedir. Bu sağlandığı takdirde pavlonya odununun yonga levha üretiminde kullanılabilme potansiyeli mevcuttur (Kaymakcı, 2010).

Pavlonya Odununun Doğrama ve Tavan Döşemelerinde Kullanılması

Doğrama olarak kullanılacak ağaç malzemenin boyutsal stabilitesinin yüksek, dayanıklı, empenye edilebilir, kolay işlenen, yüzey işlemlerine uygun, homojen yapıda, budaksız, lif kıvrıklığı az olması istenir (Göker, 1977). Pavlonya odununun bu özellikleri gösterdiği söylenebilir. Özellikle tavan döşemeleri için aşınma ve sürtünme dirençlerinin önemsiz oluşu bu amaçla kullanımını oldukça yaygın hale getirebilir. Bunun yanı sıra özellikle daralma ve genişleme miktarlarının az oluşu, kolay boya tutması ve hafif oluşundan dolayı kapı doğramalarında kullanılabilmesi düşünülmektedir (Kaymakcı, 2010).

Pavlonya Odununun Kâğıt Endüstrisinde Kullanılması

Kâğıt üretiminde değerlendirilecek ağaç malzeme liflerinin uzun ve kuvvetli olması gerekmektedir. Hammaddenin birim hacimdeki lif miktarının fazla olması gerekmektedir. Yani ağaç malzemenin hacim-ağırlık değerinin yüksek olması gerekmektedir. Ayrıca kullanılacak hammaddenin bol miktarlarda temin edilebilmesi gerekmektedir (Göker, 1977). Pavlonya odunu diğer yapraklı ağaç odunları ile karşılaştırıldığında lif boyunun daha uzun

olduğu söylenebilir. Ancak hacim ağırlık değerinin düşük olması hamur veriminin düşük olacağını göstermektedir. Bunun yanı sıra kısa paranzim hücrelerinin fazlalığı, viskozitesinin düşük oluşu ve kapa numarasının yüksek oluşu gibi olumsuz faktörlerde mevcuttur. Ancak Pavlonyanın hızlı gelişen bir tür olması, odununu hafif, yumuşak ve renginin açık oluşu bu türü kâğıt endüstrisinde kullanılmasında en büyük avantajıdır. Pavlonya odununu kâğıt üretiminde kullanılmasına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Ateş ve ark (2008) tarafından yapılan çalışmada Pavlonya odunu diğer iğne yapraklı ağaç malzeme lifleriyle birlikte kullanılırsa başarılı sonuçlar elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada Ashori ve Nourbakhsh (2009) *Paulownia fortunei* odununun kimyasal ve morfolojik özellikleri temel alarak yaptıkları araştırmada, pavlonya odununun kâğıt üretimine uygun olduğunu tespit etmişlerdir (Kaymakcı, 2010).

Pavlonya Odununun Bina İnşaatlarında Kullanılması

Ağaç malzemenin bina inşaatlarında kullanılabilmesi için direnç özelliklerinin çok yüksek olması, boyut stabilitesinin yüksek olması, doğal dayanıklılığının yüksek olması, empenye işlemi için permeabilitesinin uygun olması ve çivi ve vida tutma dirençlerinin yüksek olması gerekmektedir (Göker, 1977; Dündar, 2001). Bilindiği üzere Pavlonyanın hızlı gelişen bir tür olması sebebiyle yoğunluğu düşük bulunmaktadır. Buna paralel olarak direnç özellikleri de yoğunluğuna paralel olarak düşük olmaktadır. Ancak Pavlonya odunu yüksek mekanik direncin gerektirmediği kısımlarda kullanılabilir. Pavlonya odununun hafif ve boyutsal stabilitesinin yüksek olması, çatı sırtı kirişi ve iç kısım çatı sistemlerinin yapımında kullanılmasında avantaj sağlar. Bu şekilde kullanımında yapısını uzun yıllar bozmadan kullanılabilir (Kaymakcı, 2010).

Pavlonya Odununun Yakacak Olarak Kullanılması

Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle beraber ağaç malzemenin yakacak olarak kullanılması oldukça azalmıştır. Ancak geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde ormanlar

halen vazgeçilmez yakacak kaynağıdır (Göker, 1977).

Pavlonya odunun Türkiye’de henüz tanınmamış ve birkaç teşebbüs haricinde deneme aşamasında oluşu, bu türün yakacak olarak kullanımını sınırlandırmaktadır. Pavlonya odunun taşınmasının kolay oluşu ve reçinesiz olmasından dolayı yakacak odun olarak kullanımı düşünülebilir. Ancak hızlı gelişen bir tür olması dolayısıyla yoğunluğu düşüktür. Bu da bu türün kalori değerinin çok düşük olmasına neden olmaktadır (Göker, 1977; Kaymakcı, 2010).

Sonuç ve Öneriler

1. Pavlonya odunu yüksek mekanik direncin gerekmediği iç çatı sistemlerinin yapımında ve tavan malzemesi olarak, binalarda ses ve ısı izolasyonunun sağlanması için inşaat sektöründe kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

2. Pavlonya odunu, hafif oluşu, kolay işlenmesi ve en önemlisi hızlı gelişen bir tür olması dolayısıyla ambalaj malzemesi olarak kullanılması büyük avantajlar sağlayabilir.

3. Pavlonya odununun kâğıt hamuru endüstrisinde kullanılması durumunda, hacim-ağırlık değerinin düşük olmasından dolayı hamur verimi düşük olacaktır. Ancak, Pavlonya odununun diğer iğne yapraklı ağaç lifleriyle birlikte kullanılması durumunda hamur verimine ilişkin bu olumsuzlukları ortadan kaldıracaktır.

4. Pavlonya odunun mobilya endüstrisinde mutfak dolapları, vitrin, büfe, raf, mobilyaların görünmeyen kısımlarında, aşınma ve sürtünme olmayan mobilya aksamında kullanılabilir. Bunun yanı sıra masa ve sandalye üretiminde değerlendirilebilir. *Paulownia* odunundan yapılan sandalye ve masalar hafif ve uzun ömürlü olur.

5. Pavlonya odunu hızlı gelişen bir tür olması ve yoğunluğuna nazaran yüksek direnç değerleri göstermesi sebebiyle özellikle mühendislik ürünü ağaç malzemelerin üretiminde ve ham kereste olarak kullanımda yüksek bir potansiyele sahiptir.

6. Pavlonya birim zamanda daha fazla çap ve boy artımı sağlaması dolayısıyla, bu türlerin daha geniş alanlarda yetiştirilmesi ve plantasyonları genişletilmesi sağlanabilir.

7. Pavlonyanın dikkat çeken diğer bir özelliği de diğer türlerin 20–30 yılda gösterdiği büyümeyi birkaç yılda sağlayabiliyor olmasıdır. Yetiştiricilik yapmak isteyenlere kısa sürede gelişen bir tür olması açısından önemli kazanç kapısı sağlayacak olan *Paulownia* türlerinin Türkiye’de yaygın hale getirilmesi yetiştiriciye yeni bir gelir kapısı olabilir.

8. Pavlonya benzeri hızlı gelişen odun türleri hakkında üniversiteler ve diğer eğitim kurumları tarafından araştırmalar yapılmalı, çeşitli seminerler, sempozyumlar ve konferanslar düzenlenerek bu türün daha iyi tanınmasında kullanıcılara destek olunmalıdır. Aynı zamanda bu konuya yönelik devlet teşviki sağlanarak plantasyonların sayısının artması sağlanmalıdır.

9. Bu türe yönelik anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerin tespitinden sonra araştırmacılar *Paulownia* odununun LVL (Laminated Veneer Lumber), PSL (Parallel Strand Lumber), Yonga Levha, Lif Levha , Odun Plastik Kompozit gibi mühendislik ürünü ağaç malzemeler üretiminde kullanılabilme potansiyeli üzerine araştırmalar yapmalıdırlar.

Kaynaklar

Abbasi, N. 2000. Growth and adaptability of *Paulownia fortunei*, Book of abstracts of the National Conference on Management of Northern Forest on Sustainable Development, 5–7 September 2000, Ramsar, Iran.

Acar, F. C., 2009. *Paulownia* Türlerini Türkiye’de Yetiştirme Şartları, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

Acar, F. C. 1999. *Paulownia*, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi, ISSN 1300-9532, Sayı 1, İzmir.

Anonim, 1984. *Paulownia* in China, Cultivation and Utilization, CAF, Beijing, China, 56-64 p.

Anonim, 2001. *Paulownia* – The Times has Come, *Paulownia* Reforestation Project, Aquarius EcoSystems, Eco Ranchos, Pacific Tree Company, Pp:1-5.

Anonim, 1998. *Paulownia* türlerinin Türkiye’ye adaptasyonu ve tanıtılması. T.C. Orman Bakanlığı, Araştırma Projesi No: 15.101102, İzmir.

As, N., Koc, H., Dogu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S. 2002. The Chemical, Mechanical,

Physical and Anatomical Properties of Economically Important Wood in Turkey, IU Istanbul, J. For. pp. 70-88.

As, N. 1992. *Pinus. Pinaster* Ait Değişik Irkların Fiziksel, Mekaniksel ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi (Basılmamış Doktora Tezi), İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

Ashori, A., Nourbakshs, A. 2009. Studies on Iranian Cultivated *Paulownia*-a Potential Source of Fibrous Raw Material for Paper Industry, Eur. J. Wood Prod., 67, 323-327.

Ates, S., Ni, Y., Akgül, M., Tozluoğlu, A. 2008. Characterization and Evaluation of *Paulownia elongata* as a Raw Material for Paper Production, African Journal of Biotechnology, 7 (22), 4153–4158.

Ay, N. 1994. Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco) Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (Basılmamış Doktora Tezi), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.

Ayan, S., Gerçek, V., Şahin, A. 2002. *Paulownia* Sieb. & Zucc. Tür ve Orijinlerinin Fidanlık Aşaması performansları. SDÜ Orman Fak. Derg. A(2), 41-56.

Ayata., Ü. 2008. Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus grandis*)'ün Odun Özellikleri ve Kağıt Endüstrisinde Kullanımının Araştırılması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye

Bao, F.C., Jiang, Z.H., Jiang, X.M., Lu, X.X., Luo, Q.X., Zhang, Y.S. 2001, Differences in Wood Properties between Juvenile Wood and Mature Wood in 10 Species Grown in China, Wood Science and Technology, 35, 363- 375, Verlag.

Bektaş, İ. 1997. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul

Bektaş, i., Tutuş, A., Eroğlu, H. 1999. Türkiye'de doğal olarak yetişen Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) odunlarının lif morfolojisinin kağıt yapımına uygunluğunun araştırılması, Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 23, Ek sayı: 3, 589-597.

Bektaş, İ., Alma, M. H., As, N. 2005. The effect of 120 years of service on various physical and mechanical properties of Scotch pine wood used as roof beam, Wood Research, 50 (1).

Bektaş, İ., Kaymakcı, A., Kabakcı, A., Ulaş. C. E. 2009. Kahramanmaraş Aksöğüt Odununun Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi ve Başlıca Kullanım Alanları, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi, ISSN: 1302–0943, Syf:563–568.

Bektaş, İ., Kurt, R., Kaymakcı, A., Karakuş, K. 2010. Kahramanmaraş'ta yetiştirilen Dalı Servi'nin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Başlıca Kullanım Alanları, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Cilt:V, Sayfa: 1834-1844.

Birler, A. 2006. Endüstriyel Plantasyonlar (Orman Ağaçları Tarımı) Anadolu Üniversitesi yayınları s.114–116.

Bowyer, J., Guillry, P., Fernholz, K. 2005. Fast Growth Tree Plantations for Wood Production- Environmental Threat or A Means of "Saving" Natural Forests, Dovetail Partners, Inc.

Boydak, M. 1999. *Paulownia* Türleri Mucize Ağaçlar Olabilirler mi?, Orman Mühendisliği Dergisi, Yıl 36, Sayı. 9, Ankara.

Bozkurt, A.Y., Göker, Y. 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Yayın No: 3445. O.F. Yayın No: 388. İstanbul.

Ching, C. 1983. 'Research on the wood properties and utilization of the genus *Paulownia*', Forestry Science in China, 19, No. 1–3.

Deniz, I, Ates, S. 2002. Determination of Optimum Kraft Pulping Conditions Using Bamboo (*Pyllotachys bambusoides*). 2nd. National Black Sea Forestry Congress Proceedings, Artvin, Turkey, pp. 1072- 1084.

Dündar, T. 2001. Demirköy yöresi İstranca meşelerinin (*Quercus hartwissiana* Stev.) fiziksel özellikleri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 51, Sayı: 2.

Geyer, A.W. 2000. *Paulownia* Tree Trails in Eastern Kansas, Transactions of the Kansas Academy of Science, 103(1-2), 95-97.

Göker, Y., As, N., Dündar, T. 2001. Hızlı Yetişen Yabancı Orjinli Bazı Çam Türleri ile Oluşturulan Ormanların, Orman Ürünleri Yönünden Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt: 51, Sayı: 1.

Göker, Y. 1977. Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları (*P. nigra* var. *pallasiana*)'nın Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar, OGM Yayınları Sıra No: 613, Seri No: 22, Ankara.

Güler, C., Bektaş, İ., Bastürk, M. A. 2004. Some mechanical properties of Eastern Beech wood, Journal of the Institute of Wood Science, Vol: 16, No:4.

Huaxin, Z. 1986. Chinese *Paulownia*, A Marvellous Tree Species, The Chinese Academy of Forestry, Research Institute of Forestry, Beijing, China.

Johnson, V. D. 2000. Use of *Paulownia* for Forest Plantations in the Leon Region of Nicaragua, Chemonics International Inc.

- Kalaycıoğlu, H., Deniz, İ., Hiziroğlu, S. 2005. Some of the Properties of Particleboard Made from *Paulownia*, The Japan Wood Research Society, J Wood Sci, 51:410–414.
- Kaplan, D. 2008. *Paulownia* Ağacının Kursun Kalem Endüstrisinde Kullanım Olanakları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın.
- Kaygın, B., Gunduz, G., Aydemir, D. 2009. Some Physical Properties of Heat-Treated *Paulownia (Paulownia elongata)* Wood, *Drying Technology*, Volume 27, Number 1, pp. 89-93(5).
- Kaymakcı, A. 2010. *Paulownia (Paulownia elongata)* Odununun Bazı Anatomik, Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri İle Kullanım Alanları Üzerine Araştırmalar, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Syf: 116.
- Kays, J., Johnson, D., Stringer, J. 1992. How to Produce and Market *Paulownia*, Maryland Cooperative Extension, University of Maryland, Bulletin: 319.
- Korkut, S., Bektaş, İ. 2008. The effect of heat treatment on physical properties of Uludağ fir (*Abies bornmuelleriana* Mattf.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood, *Forest Product Journal*, Vol 58, No:3.
- Nasir, M. G., Mahmood, I. 2000. Preliminary Study on Wood Properties of *Paulownia* Species Grown in Peshawar, Pakistan Forest Institute, Strengthening the Forest Products Research, Peshawar.
- Naock, W. E. 1979. *Theor. Chem. Acta*, 531, 101.
- Özkurt, A. 2002. Türkiye'deki Okaliptüs Plantasyonları: Problemler, Yönetim ve Fırsatlar, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, Sayı:8.
- Sağlam, İ. 2003. *Paulownia* Sieb. & Zucc. Türlerinin Kastamonu Yöresine Adaptasyonu, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sezgin AYAN) Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Steeves, A. S. 2006. Fast Growing Trees Could Take Root as Future Energy Source, Purdue University, USA.
- Taşdemir, C. 1996. Türkiye'de hızlı gelişen yabancı tür ağaçlandırmalarının adaptasyon ve gelişme yönünde incelenmesi, İÜ Fen bilimleri enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul.
- Teresa, Q., Helena, P., Hans, G.R. 2000. Within-Tree Variation in Phloem Cell Dimensions and Proportions in *Eucalyptus globulus*. *IAWA J.* 21 (1): 31–40.
- Tutuş, A., Ezici, A.C., Ateş, S. 2010. Chemical, Morphological and Anatomical Properties of Cotton Stalks (*Gossypium hirsutum* l.) in Pulp Industry, *Scientific Research and Essay*, 5 (12), 1553–1560.
- Ulu, F., Çetiner, Ş., Eren, N., Ayan, S., 2002. Results of the Field Stage in Third Year of Species and Provenances Trials of *Paulownia* Sieb.&Zucc. in Eastern Black Sea Region, *Proceedings IUFRO Meeting: Management of Fast Growing Plantations*, DIV. 4.04.06, p. 174-182, İzmit, Türkiye.
- Usta, M., Kırıcı, H., Eroglu, H. 1990. Soda-Oxygen Pulping of Corn (*Zea mays indurata* sturt). In: *Tappi Pulping Conference: Toronto, Ontario, Canada, Proceeding Book 1*, pp. 307–312.
- Yavuzşefik, Y., Çiçek, E., Çetin, B. 2001. Ülkemiz Açısından Yabancı Tür Konusunda Bir Değerlendirme ve Düzce'de *Paulownia* Yetiştirilmesi Üzerine İlk Tespitler, *Orman Mühendisliği Dergisi*, Yıl 38, Sayı 4, Ankara.
- Zhang, Y., Wallace, J.M., Battisti, D.S. 1997. ENSO-like interdecadal variability: 1900–93. *J. Climate*, 10, 1004–1020.
- Zobel, B. 1984. The changing quality of the world wood supply. *Wood Sci. and Technol.* 18:1-17.