

**PAULOWNIA (*Paulownia elongata*) ODUNUNUN
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR**

**RESEARCHES ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL
PROPERTIES OF PAULOWNIA (*Paulownia elongata*) WOOD**

İLYAS FATİH KISACIK

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim–Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2012

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **AĞAÇ İŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan, Prof. Dr. Erol BURDURLU

G.Ü. Teknik Eğitim Fak., Mobilya ve Dek. Eğt. Böl.

Üye (Danışman), Dr. Gülçin Cankız ELİBOL

H.Ü. Güzel San. Fak., İç Mim. ve Çevre Tas. Böl.

Üye, Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN

Karabük Üniv. Teknik Eğitim Fak., Mobilya ve Dek. Eğt. Böl.

Üye, Yrd. Doç. A. Cemil İLÇE

Düzce Üniv. Teknik Eğitim Fak., Mobilya ve Dek. Eğt. Böl.

Üye, Öğr. Gör. Dr. Yılmaz KILIÇ

H.Ü. Bala Meslek Y.O., Mobilya ve Dekorasyon Eğt. Pr.

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca/...../..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

PAULOWNIA (*P.elongata*) ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

İlyas Fatih Kısacık

ÖZ

Bu çalışmada, *Paulownia elongata* odununun fiziksel ve mekanik özellikleri ile yetiştirme yerinin bu özelliklere etkisi ve odunun kullanım yerleri araştırılmıştır. Türk Standartları'na göre, üç farklı yetiştirme yeri ve dokuz ayrı ağaçtan alınan örnekler üzerinde, laboratuvar koşullarında ölçme, deney ve hesaplamalar yapılarak odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiş, sonuçlar farklı türlerle karşılaştırılmış ve istatistiksel analizler yapılmıştır.

Paulownia elongata odununun fiziksel özelliklerine yönelik ortalama değerler, tam kuru yoğunluk 0.234 g/cm^3 , hava kurusu yoğunluk 0.278 g/cm^3 ve hacim-ağırlık 0.224 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. *Paulownia elongata* odununun mekanik özelliklerine yönelik ortalama değerler, liflere paralel basınç direnci 35.31 N/mm^2 , liflere paralel makaslama direnci 3.70 N/mm^2 ve eğilme direnci 29.52 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir.

Yetiştirme yerinin, ağacın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde, belirli güven düzeylerinde anlamlı farklılıklar oluşturabildiği; İzmir yöresinde yetişen *Paulownia elongata* odunu değerlerinin Manisa ve Aydın yöresinde yetişen *Paulownia elongata* odunu değerlerinden farklı grup oluşturduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde, *Paulownia elongata* odununun yoğunluk ve direnç özelliklerinin düşük olmasına rağmen birçok alanda kullanılabileceği ve bu yolla ülkemizde mevcut endüstriyel odun ihtiyacının bir bölümünün karşılanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Paulownia*, *Paulownia elongata*, fiziksel özellikler, mekanik özellikler.

Danışman: Dr. Gülçin Cankız ELİBOL, Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Anasanat Dalı

RESEARCHES ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PAULOWNIA (*P. elongata*) WOOD

İlyas Fatih Kısacık

ABSTRACT

In this study, the physical and mechanical properties of *Paulownia elongata* and the influence of the plantation area on these properties were investigated. In accordance with Turkish Standards, measurements, experiments and calculations were carried out under laboratory circumstances, by using samples taken from nine different trees grown in three different plantation areas in Turkey. The results were statistically analysed and compared with some other species.

Some average values obtained for some physical properties of *Paulownia elongata* are as follows; oven-dry specific gravity 0.234 g/cm^3 , air dry specific gravity 0.278 g/cm^3 and volume/weight value 0.224 g/cm^3 . Average values obtained for mechanical properties were found to be 35.31 N/mm^2 for compression strength parallel to grain (maximum crushing strength), 3.70 N/mm^2 for shear strength parallel to grain (maximum shearing strength) and 29.52 N/mm^2 for bending strength.

Furthermore, it was observed that the changes in the plantation places led to significant differences in some physical and mechanical properties within certain confidence levels. Also, *Paulownia elongata* wood grown in İzmir fell into another group among other samples taken from trees grown in Manisa and Aydın.

The results indicated that *Paulownia elongata* wood may be utilised in several areas despite its low specific gravity and strength values; and by this way, may contribute to meet a part of the industrial wood requirement in our country.

Keywords: *Paulownia*, *Paulownia elongata*, physical properties, mechanical properties.

Advisor: Dr. Gülçin Cankız ELİBOL, Hacettepe University, Faculty of Fine Arts, Department of Interior Architecture and Environmental Design

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, katkılarından dolayı aşağıda geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür ederim.

Sn. Prof. Dr. Salih ASLAN, tez konusunun belirlenmesinde yol gösterdiği gibi, emekli oluncaya kadar tez danışmanlığını da üstlenmiştir.

Sn. Dr. Gülçin Cankız ELİBOL (Tez Danışmanı), bilimsel uyarı ve önerileri ile çalışmaları yönlendirmekle kalmayıp, karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında ve sonuca ulaşılmasında ilgi ve alakasını esirgememiştir.

Sn. Prof. Dr. Erol BURDURLU, tez jürisinde yer almayı tereddütsüz kabul edip, engin bilgi ve tecrübeleri ile her konuda yardımcı olmuştur.

Sn. Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN, tez jürisinde bulunarak çalışmaya desteklerini vermiştir.

Sn. Yrd. Doç. A. Cemil İLÇE, tez jürisinde bulunarak çalışmaya desteklerini vermiştir.

Sn. Dr. Yılmaz KILIÇ, tez jürisinde bulunarak çalışmaya desteklerini vermiştir.

Muğla Üniv., Teknoloji Fak., Dekanı Sn. Prof. Dr. Osman GÖKTAŞ, laboratuvar çalışmaları için Muğla Üniversitesi'nin kapılarını sonuna kadar açmıştır.

Muğla Üniv., Teknoloji Fakültesi Dekan Yrd. Sn. Doç. Dr. Ali KASAL, laboratuvar çalışmaları için gerekli organizasyonu sağlamış ve deneylerin TS' ye uygun olması konusunda yol göstermiştir.

Muğla Üniv., Teknoloji Fak., Arş. Gör. Sn. Mehmet ACAR, laboratuvar cihazlarının kullanımında ve testlerin doğru yapılmasında teknik destek vermiştir.

Muğla Üniv., Teknoloji Fak., Dekan Yrd. Sn. Doç. Dr. Mehmet ÇOLAK, laboratuvar çalışmaları sırasında sıcak ilgi ve alaka göstermiştir.

Manisa Bragfor Fidancılık çalışanı Sn. Orm. Y. Müh. Şahin İNCEDEMİROĞLU, deneyler için gerekli *Paulownia elongata* örneklerinin teminini sağlamıştır.

| İÇİNDEKİLER DİZİNİ | <u>Sayfa</u> |
|--|---------------------|
| ÖZ | ii |
| ABSTRACT | iii |
| TEŞEKKÜR | iv |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xiv |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | xix |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Odun Hammaddesi Arz-Talep Durumu..... | 1 |
| 1.2. Endüstriyel Orman Plantasyonları Gereksinimi..... | 5 |
| 1.3. Hızlı Gelişen Tür ve Önemi..... | 8 |
| 1.4. <i>Paulownia</i> | 10 |
| 1.4.1. Dünyada tarihi gelişimi..... | 10 |
| 1.4.2. Yetiştirme..... | 12 |
| 1.4.3. Tarımsal ormancılık..... | 13 |
| 1.4.4. Botanik özellikler..... | 14 |
| 1.4.5. Mikroskobik yapı..... | 16 |
| 1.4.6. Makroskobik özellikleri..... | 16 |
| 1.4.7. Anatomik ve morfolojik özellikleri..... | 17 |
| 1.4.8. Fiziksel özellikleri..... | 18 |
| 1.4.8.1. <u>Yoğunluk</u> | 18 |
| 1.4.8.2. <u>Daralma</u> | 19 |
| 1.4.8.3. <u>Rutubet</u> | 19 |
| 1.4.8.4. <u>İzolasyon</u> | 19 |
| 1.4.8.5. <u>Isı iletkenliği</u> | 19 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.4.8.6. | <u>Ses iletkenliği</u> | 20 |
| 1.4.8.7. | <u>Dayanaklılık</u> | 20 |
| 1.4.8.8. | <u>Kurutma</u> | 21 |
| 1.4.8.9. | <u>Renk ve koku</u> | 22 |
| 1.4.9. | Mekanik özellikler..... | 23 |
| 1.4.10. | Kimyasal özellikler..... | 23 |
| 1.4.11. | Ekolojik istekleri..... | 24 |
| 1.4.11.1. | <u>Sıcaklık</u> | 24 |
| 1.4.11.2. | <u>Yağış</u> | 24 |
| 1.4.11.3. | <u>Işık</u> | 25 |
| 1.4.11.4. | <u>Rüzgar</u> | 25 |
| 1.4.11.5. | <u>Toprak</u> | 26 |
| 1.4.12. | Plantasyonların yetiştirilmesi..... | 27 |
| 1.4.12.1. | <u>Uygun yetiştirme ortamının seçimi</u> | 27 |
| 1.4.12.2. | <u>Tohum yoluyla fidan üretimi</u> | 27 |
| | <u>Tohum çimlendirme süreci</u> | 27 |
| 1.4.12.3. | <u>Kök çelikleri ile fidan üretimi</u> | 28 |
| 1.4.12.4. | <u>Genetik yöntemler (Doku kültürü)</u> | 30 |
| | <u>Tarihi gelişimi</u> | 30 |
| | <u>Tanımı ve amaçları</u> | 30 |
| | <u>İşlem aşamaları</u> | 30 |
| 1.4.12.5. | <u>Silvikültür ve gelişim evreleri</u> | 31 |
| 1.4.13. | Önemli hastalık ve zararlılar..... | 34 |
| 1.4.13.1. | <u>Witches' broom hastalığı</u> | 34 |
| 1.4.13.2. | <u>Sphaceloma Paulowniae hastalığı</u> | 34 |
| 1.4.13.3. | <u>Anthraxose hastalığı</u> | 34 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1.4.13.4. | <u>Böcekler</u> | 35 |
| 1.4.14. | <i>Paulownia</i> 'nın Türkiye'deki durumu..... | 36 |
| 1.4.14.1. | <u>Türkiye'de yetiştirme şartları</u> | 36 |
| 1.4.14.2. | <u>Türkiye'de gelişimi ve yayılımı</u> | 38 |
| 1.4.15. | Kalite sınıflandırma çalışmaları..... | 39 |
| 1.4.16. | <i>Paulownia</i> 'nın kullanım alanları..... | 40 |
| 1.4.16.1. | <u>Bal hammaddesi</u> | 40 |
| 1.4.16.2. | <u>Hayvan yemi</u> | 40 |
| 1.4.16.3. | <u>Gübre</u> | 41 |
| 1.4.16.4. | <u>Rüzgar perdesi</u> | 41 |
| 1.4.16.5. | <u>Hava filtresi</u> | 41 |
| 1.4.16.6. | <u>Erozyon ve enerji</u> | 41 |
| 1.4.16.7. | <u>İlaç yapımında</u> | 42 |
| 1.4.16.8. | <u>Odun ve kereste</u> | 42 |
| | <u>Ev yapımında</u> | 42 |
| | <u>Kağıt, kaplama ve izolasyonda</u> | 42 |
| | <u>Yonga levha imalatında</u> | 43 |
| | <u>Mobilya ve doğrama imalatında</u> | 43 |
| | <u>Çiftlik aletlerinde</u> | 43 |
| | <u>El sanatlarında</u> | 43 |
| 2. | ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 46 |
| 3. | MATERYAL VE METOT | 51 |
| 3.1. | Materyal..... | 51 |
| 3.1.1. | Deneme plantasyonu seçimi..... | 51 |
| 3.1.2. | Deneme ağacı seçimi ve örneklerin alınması..... | 52 |
| 3.1.3. | Test örneklerinin hazırlanması..... | 53 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.1.4. | Test örneklerinin kondisyonlanması..... | 55 |
| 3.2. | Metot..... | 55 |
| 3.2.1. | Fiziksel özelliklerin belirlenmesi..... | 57 |
| 3.2.1.1. | <u>Hava kurusu yoğunluk (D_{12}).....</u> | 57 |
| 3.2.1.2. | <u>Tam kuru yoğunluk (D_0).....</u> | 58 |
| 3.2.1.3. | <u>Hacim-ağırlık değeri (R).....</u> | 59 |
| 3.2.1.4. | <u>Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları ($V_{ç-b}$).....</u> | 60 |
| 3.2.1.5. | <u>Lif doygunluğu noktası rutubeti (LDN).....</u> | 60 |
| 3.2.1.6. | <u>Odunun alabileceği en yüksek su miktarı (r_{max}).....</u> | 61 |
| 3.2.1.7. | <u>Sorpsiyon (çalışma) denemeleri ($\beta_v-\alpha_v$).....</u> | 61 |
| | <u>Daralma denemeleri (β).....</u> | 62 |
| | <u>Genişleme denemeleri (α).....</u> | 63 |
| 3.2.2. | Mekanik özelliklerin belirlenmesi..... | 64 |
| 3.2.2.1. | <u>Liflere paralel basınç direnci (σ_w).....</u> | 64 |
| 3.2.2.2. | <u>Eğilme direnci (σ_{bw})</u> | 66 |
| 3.2.2.3. | <u>Eğilmede elastikiyet modülü (E_w).....</u> | 67 |
| 3.2.2.4. | <u>Liflere paralel makaslama direnci (T_w).....</u> | 69 |
| 3.2.2.5. | <u>Dinamik eğilme direnci (A_w).....</u> | 70 |
| 3.2.2.6. | <u>Liflere paralel çekme direnci (σ_w).....</u> | 71 |
| 3.2.2.7. | <u>Liflere dik çekme direnci (σ_w).....</u> | 73 |
| 3.2.2.8. | <u>Statik sertlik (Janka) değeri (HJ).....</u> | 74 |
| 3.2.3. | Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel metotlar..... | 75 |
| 4. | BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 77 |
| 4.1. | Fiziksel Özellikler..... | 77 |
| 4.1.1. | Hava kurusu yoğunluk (D_{12})..... | 78 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.1.2. | Tam kuru yoğunluk (D_0)..... | 81 |
| 4.1.2.1. | <u><i>Paulownia elongata</i> odununda tam kuru yoğunluk değişimi</u> | 84 |
| 4.1.3. | Hacim-ağırlık değeri (R)..... | 85 |
| 4.1.4. | Daralma (β_v)..... | 87 |
| 4.1.5. | Genişleme (α_v)..... | 91 |
| 4.1.6. | Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı ($V_{\zeta-b}$)..... | 94 |
| 4.1.7. | Lif doygunluğu rutubet noktası (LDN)..... | 97 |
| 4.1.8. | Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı (r_{max})..... | 98 |
| 4.2. | Mekanik Özellikler..... | 99 |
| 4.2.1. | Eğilme direnci (σ_{bw})..... | 99 |
| 4.2.1.1. | <u>Eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi</u> | 102 |
| 4.2.2. | Eğilmede elastikiyet modülü (E_w)..... | 103 |
| 4.2.2.1. | <u>Eğilmede elastikiyet modülü-yoğunluk ilişkisi</u> | 106 |
| 4.2.3. | Liflere paralel basınç direnci (σ_w)..... | 108 |
| 4.2.3.1. | <u>Liflere paralel basınç direnci-yoğunluk ilişkisi</u> | 110 |
| 4.2.4. | Liflere paralel makaslama direnci (T_w)..... | 112 |
| 4.2.4.1. | <u>Liflere paralel makaslama direnci-yoğunluk ilişkisi</u> | 115 |
| 4.2.5. | Dinamik eğilme direnci (A_w)..... | 117 |
| 4.2.5.1. | <u>Dinamik eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi</u> | 119 |
| 4.2.6. | Liflere paralel çekme direnci (σ_w)..... | 121 |
| 4.2.7. | Liflere dik çekme direnci (σ_w)..... | 124 |
| 4.2.8. | Janka (sertlik) değeri (HJr)..... | 126 |
| 5. | SONUÇ VE ÖNERİLER | 130 |
| 5.1. | Sonuçlar..... | 130 |
| 5.2. | Öneriler..... | 132 |
| 5.2.1. | İç mekanda kullanımı..... | 133 |

| | | |
|---------|---|------------|
| 5.2.2. | Dış mekanda kullanımı..... | 134 |
| 5.2.3. | İnşaat yapı elemanı olarak kullanımı..... | 134 |
| 5.2.4. | Yonga levha, lif levha ve kağıt üretiminde kullanımı..... | 134 |
| 5.2.5. | Masif panel ve laminasyonda kullanımı..... | 135 |
| 5.2.6. | Ambalaj ürünleri, kibrit ve kürdan imalatında kullanımı..... | 136 |
| 5.2.7. | Müzik aletleri, oyuncak ve kurşun kalem imalatında kullanımı..... | 136 |
| 5.2.8. | Özel mühendislik projelerinde kullanımı..... | 137 |
| 5.2.9. | Yat-tekne dekorasyonunda kullanımı..... | 138 |
| 5.2.10. | Yakacak odun ve diğer amaçlarla kullanımı..... | 138 |
| | KAYNAKLAR DİZİNİ | 139 |
| | ÖZGEÇMİŞ | 146 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | | |
|-------------|--|----|
| Şekil 1.1. | Dünya'da <i>Paulownia</i> yetişme alanları..... | 12 |
| Şekil 1.2. | Çin'de <i>Paulownia</i> ve buğdayın birlikte üretilmesi..... | 14 |
| Şekil 1.3. | <i>Paulownia</i> yaprak ve çiçekleri..... | 15 |
| Şekil 1.4. | <i>Paulownia</i> meyve ve tohumları..... | 28 |
| Şekil 1.5. | Tohum yöntemiyle <i>Paulownia</i> fidanı üretimi..... | 28 |
| Şekil 1.6. | Kök çelikleri ile <i>Paulownia</i> fidanı üretimi..... | 29 |
| Şekil 1.7. | Doku kültürü ile <i>Paulownia</i> fidanı üretimi..... | 31 |
| Şekil 1.8. | Gelişmiş <i>Paulownia</i> ağacı..... | 32 |
| Şekil 1.9. | <i>Paulownia</i> 'da mantar, virüs, rüzgar ve güneş zararları..... | 35 |
| Şekil 1.10. | <i>Paulownia</i> plantasyonu..... | 37 |
| Şekil 1.11. | Türkiye'de <i>Paulownia</i> yetişme alanları..... | 39 |
| Şekil 1.12. | <i>Paulownia</i> 'nın kullanım alanlarından örnekler..... | 44 |
| Şekil 3.1. | Yedi yaşında <i>Paulownia</i> plantasyonu..... | 52 |
| Şekil 3.2. | Manisa, Aydın ve İzmir yörelerindeki <i>P.elongata</i> plantasyonlarından alınan odun örnekleri..... | 53 |
| Şekil 3.3. | Deneme numunelerinin hazırlanması..... | 54 |
| Şekil 3.4. | Deneme numunelerinin şerit testere, planya, kalınlık ve boylama makinasında hazırlanması..... | 55 |
| Şekil 3.5. | Ebatlanmış ve kondisyonlanmış deneme numuneleri..... | 56 |
| Şekil 3.6. | Deneme numunelerinin TS'ye uygunluk kontrolü..... | 56 |
| Şekil 3.7. | Numunelerin hava kuru rutubetine gelmesi için bekletilmesi..... | 58 |
| Şekil 3.8. | Etüv iklimlendirme ve hassas terazi cihazları ile deneme numuneleri..... | 59 |
| Şekil 3.9. | Damıtık suda bekletme düzeneği ve deneme numuneleri..... | 64 |
| Şekil 3.10. | Liflere paralel yöndeki basınç direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri..... | 65 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Şekil 3.11. | Eğilme direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri..... | 67 |
| Şekil 3.12. | Eğilmede elastikiyet modülü deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri..... | 69 |
| Şekil 3.13. | Liflere paralel makaslama direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri..... | 70 |
| Şekil 3.14. | Dinamik eğilme direnci deneyi, test cihazı ve deneme numuneleri..... | 71 |
| Şekil 3.15. | Liflere paralel çekme direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri..... | 72 |
| Şekil 3.16. | Liflere dik çekme direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri..... | 74 |
| Şekil 3.17. | Janka (sertlik) deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri..... | 75 |
| Şekil 4.1. | <i>P.elongata</i> odununda, tam kuru yoğunluğun ağacın boyuna yönde değişimi..... | 84 |
| Şekil 4.2. | Manisa (MT) <i>P.elongata</i> odununun eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 102 |
| Şekil 4.3. | İzmir (İM) <i>P.elongata</i> odununun eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 102 |
| Şekil 4.4. | Aydın (AB) <i>P.elongata</i> odununun eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 103 |
| Şekil 4.5. | Manisa (MT) <i>P.elongata</i> odununun eğilmede elastikiyet modülü-yoğunluk ilişkisi..... | 106 |
| Şekil 4.6. | İzmir (İM) <i>P.elongata</i> odununun eğilmede elastikiyet modülü-yoğunluk ilişkisi..... | 107 |
| Şekil 4.7. | Aydın (AB) <i>P.elongata</i> odununun eğilmede elastikiyet modülü-yoğunluk ilişkisi..... | 107 |
| Şekil 4.8. | Manisa (MT) <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 111 |
| Şekil 4.9. | İzmir (İM) <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 111 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Şekil 4.10. | Aydın (AB) <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 112 |
| Şekil 4.11. | Manisa (MT) <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel makaslama direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 115 |
| Şekil 4.12. | İzmir (İM) <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel makaslama direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 116 |
| Şekil 4.13. | Aydın (AB) <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel makaslama direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 116 |
| Şekil 4.14. | Manisa (MT) <i>P.elongata</i> odununun dinamik eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 120 |
| Şekil 4.15. | İzmir (İM) <i>P.elongata</i> odununun dinamik eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 120 |
| Şekil 4.16. | Aydın (AB) <i>P.elongata</i> odununun dinamik eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi..... | 121 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 1.1. Türkiye’de yuvarlak odun üretiminin arz kaynaklarına göre durumu..... | 2 |
| Çizelge 1.2. Türkiye’de orman ürünleri talep ve karşılama durumu..... | 3 |
| Çizelge 1.3. Türkiye’de yuvarlak odun arz kaynağına göre tüketim durumu..... | 4 |
| Çizelge 1.4. Bazı <i>Paulownia</i> türleri ile bazı ağaç türleri ve yıllık bitkilerin morfolojik özellikleri..... | 17 |
| Çizelge 1.5. <i>Paulownia</i> odununun bazı fiziksel özellikleri..... | 18 |
| Çizelge 1.6. <i>P.elongata</i> odununda ısı işlem sonrasında oluşan bazı fiziksel değişimler..... | 22 |
| Çizelge 1.7. <i>Paulownia</i> odunu mekanik özellikleri..... | 23 |
| Çizelge 1.8. <i>Paulownia</i> odunu kimyasal özellikleri..... | 23 |
| Çizelge 1.9. <i>Paulownia</i> ekolojik istekleri..... | 26 |
| Çizelge1.10. <i>Paulownia</i> tomruğunda kalite sınıflandırması..... | 40 |
| Çizelge 3.1. <i>P.elongata</i> deneme ağaçları ile yetiştirme yörelerinin özellikleri..... | 51 |
| Çizelge 4.1. <i>P.elongata</i> odununun hava kuru yoğunluk değerleri..... | 77 |
| Çizelge 4.2. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin hava kuru yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması..... | 79 |
| Çizelge 4.3. <i>P.elongata</i> odununun hava kuru yoğunluk varyans analiz sonuçları..... | 79 |
| Çizelge 4.4. <i>P.elongata</i> odununun hava kuru yoğunluk Duncan testi | 80 |
| Çizelge 4.5. <i>P.elongata</i> odununun hava kuru yoğunluk değerlerine göre Duncan testi..... | 81 |
| Çizelge 4.6. <i>P.elongata</i> odununun tam kuru istatistik değerleri..... | 81 |
| Çizelge 4.7. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin tam kuru yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması..... | 82 |
| Çizelge 4.8. <i>P.elongata</i> odununun tam kuru yoğunluk değerlerine göre varyans analizi..... | 83 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Çizelge 4.9. | <i>P.elongata</i> odununun tam kuru yoğunluk değerlerine göre Duncan testi..... | 83 |
| Çizelge 4.10. | <i>P.elongata</i> odununun hacim-ağırlık istatistik değerleri..... | 85 |
| Çizelge 4.11. | <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin hacim-ağırlık değerlerinin karşılaştırılması..... | 85 |
| Çizelge 4.12. | <i>P.elongata</i> odununun tam hacim-ağırlık değerlerine göre varyans analizi..... | 86 |
| Çizelge 4.13. | <i>P.elongata</i> odununun hacim-ağırlık değerlerine göre Duncan testi..... | 87 |
| Çizelge 4.14. | <i>P.elongata</i> odununun daralma istatistik değerleri..... | 87 |
| Çizelge 4.15. | <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin daralma değerlerinin karşılaştırılması..... | 88 |
| Çizelge 4.16. | <i>P.elongata</i> odununun daralma değerlerine göre varyans analizi..... | 89 |
| Çizelge 4.17. | <i>P.elongata</i> odununun daralma değerlerine göre Duncan testi..... | 90 |
| Çizelge 4.18. | <i>P.elongata</i> odununun genişleme istatistik değerleri..... | 91 |
| Çizelge 4.19. | <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin genişleme değerlerinin karşılaştırılması..... | 92 |
| Çizelge 4.20. | <i>P.elongata</i> odununun genişleme değerlerine göre varyans analizi..... | 93 |
| Çizelge 4.21. | <i>P.elongata</i> odununun genişleme değerlerine göre Duncan testi..... | 93 |
| Çizelge 4.22. | <i>P.elongata</i> odununun hücre çeper maddesi ve hava boşluğu oranı istatistik değerleri..... | 94 |
| Çizelge 4.23. | <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin hücre çeper maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerinin karşılaştırılması..... | 95 |
| Çizelge 4.24. | <i>P.elongata</i> odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerine göre varyans analizi..... | 96 |
| Çizelge 4.25. | <i>P.elongata</i> odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerine göre Duncan testi..... | 97 |
| Çizelge 4.26. | <i>P.elongata</i> odununun lif doygunluğu noktası istatistik değerleri..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| Çizelge 4.27. <i>P.elongata</i> odununun içine alabileceği en yüksek su miktarı istatistik değerleri..... | 98 |
| Çizelge 4.28. <i>P.elongata</i> odununun eğilme direnci istatistik değerleri..... | 99 |
| Çizelge 4.29. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin eğilme direnç değerlerinin karşılaştırılması..... | 100 |
| Çizelge 4.30. <i>P.elongata</i> odununun eğilme direnç değerlerine göre varyans analizi..... | 101 |
| Çizelge 4.31. <i>P.elongata</i> odununun eğilme direnç değerlerine göre Duncan testi..... | 101 |
| Çizelge 4.32. <i>P.elongata</i> odununun eğilmede elastikiyet modülü istatistik değerleri..... | 103 |
| Çizelge 4.33. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin karşılaştırılması..... | 104 |
| Çizelge 4.34. <i>P.elongata</i> odununun eğilmede elastikiyet modülü değerlerine göre varyans analizi..... | 105 |
| Çizelge 4.35. <i>P.elongata</i> odununun eğilmede elastikiyet modülü değerlerine göre Duncan testi..... | 105 |
| Çizelge 4.36. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel basınç direnci istatistik değerleri..... | 108 |
| Çizelge 4.37. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin liflere paralel basınç direnç değerlerinin karşılaştırılması..... | 109 |
| Çizelge 4.38. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel basınç direnç değerlerine göre varyans analizi..... | 110 |
| Çizelge 4.39. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel basınç direnç değerlerine göre Duncan testi..... | 110 |
| Çizelge 4.40. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel makaslama direnci istatistik değerleri..... | 113 |
| Çizelge 4.41. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin liflere paralel makaslama direnç değerlerinin karşılaştırılması..... | 113 |
| Çizelge 4.42. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel makaslama direnç değerlerine göre varyans analizi..... | 114 |

| | |
|---|-----|
| Çizelge 4.43. <i>P.elongata</i> odununun dinamik eğilme direnci istatistik değerleri..... | 117 |
| Çizelge 4.44. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin dinamik eğilme direnç değerlerinin karşılaştırılması..... | 117 |
| Çizelge 4.45. <i>P.elongata</i> odununun dinamik eğilme direnç değerlerine göre varyans analizi..... | 118 |
| Çizelge 4.46. <i>P.elongata</i> odununun dinamik eğilme direnç değerlerine göre Duncan testi..... | 119 |
| Çizelge 4.47. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel çekme direnci istatistik değerleri..... | 121 |
| Çizelge 4.48. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin liflere paralel çekme direnç değerlerinin karşılaştırılması..... | 122 |
| Çizelge 4.49. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel çekme direnç değerlerine göre varyans analizi..... | 123 |
| Çizelge 4.50. <i>P.elongata</i> odununun liflere paralel çekme direnç değerlerine göre Duncan testi..... | 123 |
| Çizelge 4.51. <i>P.elongata</i> odununun liflere dik çekme direnci istatistik değerleri..... | 124 |
| Çizelge 4.52. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin liflere dik çekme direnç değerlerinin karşılaştırılması..... | 125 |
| Çizelge 4.53. <i>P.elongata</i> odununun liflere dik çekme direnç değerlerine göre varyans analizi..... | 125 |
| Çizelge 4.54. <i>P.elongata</i> odununun liflere dik çekme direnç değerlerine göre Duncan testi..... | 126 |
| Çizelge 4.55. <i>P.elongata</i> odununun Janka (sertlik) istatistik değerleri..... | 126 |
| Çizelge 4.56. <i>P.elongata</i> ile diğer bazı <i>Paulownia</i> türlerinin Janka (sertlik) değerlerinin karşılaştırılması..... | 127 |
| Çizelge 4.57. <i>P.elongata</i> odununun Janka (sertlik) değerlerine göre varyans analizi..... | 128 |
| Çizelge 4.58. <i>P.elongata</i> odununun Janka (sertlik) değerlerine göre Duncan testi..... | 129 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Çizelge 5.1. | <i>P.elongata</i> odun örneklerinin bazı fiziksel özelliklerine ait sonuçlar..... | 131 |
| Çizelge 5.2. | <i>P.elongata</i> odun örneklerinin bazı mekanik özelliklerine ait sonuçlar..... | 131 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | | |
|-----------------|---|---|
| km | : | Kilometre |
| mt | : | Metre |
| cm | : | Santimetre |
| mm | : | Milimetre |
| inç | : | 2,54 cm |
| mm ² | : | Milimetrekaire |
| ha | : | Hektar |
| M ³ | : | Metreküp |
| cm ³ | : | Santimetreküp |
| kg | : | Kilogram |
| g | : | Gram |
| h | : | Saat |
| dk | : | Dakika |
| İM | : | İzmir Menderes yöresinden alınan <i>P.elongata</i> odun örneği |
| MT | : | Manisa Turgutlu yöresinden alınan <i>P.elongata</i> odun örneği |
| AB | : | Aydın Bozdoğan yöresinden alınan <i>P.elongata</i> odun örneği |
| Kcal | : | Kilo kalori |
| °C | : | Santigrat derece |
| RH | : | Bağıl nem |
| N | : | Newton |
| Kgf | : | Kilogram kuvvet |
| Kn | : | Kilo Newton |
| TS | : | Türk Standartları |
| r | : | Odunda radyal yön |
| t | : | Odunda teğet yön |

| | | |
|-------------------|---|---|
| l | : | Odunda boyuna yön |
| D_0 | : | Tam kuru yoğunluk |
| D_{12} | : | Hava kurusu yoğunluk |
| W_{12} | : | Hava kurusu ağırlık |
| W_0 | : | Tam kuru ağırlık |
| V_{12} | : | Hava kurusu hacim |
| V_0 | : | Tam kuru hacim |
| V_t | : | Tam yaş hacim |
| R | : | Hacim-Ağırlık değeri |
| $V_{\text{ç}}$ | : | Hücre çeperi oranı |
| ρ_0 | : | Tam kuru özgül kütle |
| $\rho_{\text{ç}}$ | : | Hücre çeperi özgül kütlesi |
| b | : | Hava boşluğu oranı |
| LDN | : | Lif doygunluk noktası |
| β_v | : | Hacimsel daralma yüzdesi |
| R | : | Hacim yoğunluk değeri |
| r_{max} | : | Odunun alabileceği en yüksek su miktarı |
| D'_0 | : | Hücre çeperi tam kuru yoğunluğu |
| β | : | Daralma |
| L_r | : | Doygun ölçü |
| L_0 | : | Tam kuru ölçü |
| α | : | Genişleme |
| α_v | : | Hacmen genişleme miktarı |
| σ_w | : | Liflere paralel yöndeki basınç direnci |
| P_{max} | : | En büyük yük |
| σ_{12} | : | %12 rutubetindeki basınç direnci |

| | | |
|---------------|---|---|
| M | : | Odun rutubet miktarı yüzdesi |
| σ_{bw} | : | Eğilme direnci |
| P_{max} | : | Kırılma anındaki maksimum yük |
| L | : | Dayanak noktaları arasındaki açıklık |
| b | : | Deney numunesinin yıllık halkalara dik yöndeki genişliği |
| h | : | Deney numunesinin yıllık halkalara teğet yöndeki kalınlığı |
| E_w | : | Elastikiyet modülü |
| P | : | Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet |
| E_{12} | : | %12 rutubetindeki elastikiyet modülü |
| T_w | : | Makaslama direnci |
| A_w | : | Dinamik eğilme direnci |
| Q | : | Deney numunesinin kırılması için harcanan enerji |
| b ve h | : | Deney numunesinin radyal ve teğet yönlerdeki boyutları |
| H_{J12} | : | %12 rutubetteki sertlik değeri |
| H_{Jr} | : | %r rutubetteki sertlik değeri |
| SPSS 14 | : | Statistical Package For The Social Science |
| G | : | Güven düzeyi |
| \bar{x} | : | Aritmetik ortalama |
| HBO | : | Hava boşluğu oranı |
| HÇM | : | Hücre çeperi maddesi miktarı |
| σ_x | : | Standart Sapma |
| V | : | Kovaryans |
| N | : | Ölçüm sayısı |
| Max | : | Maksimum |
| Ort | : | Ortalama |
| Min | : | Minimum |

| | | |
|------|---|-----------------------------|
| USA | : | Amerika Birleşik Devletleri |
| İYA | : | İğne yapraklı ağaçlar |
| r | : | Korelasyon katsayısı |
| SS | : | Standart sapma |
| COV | : | Varyasyon katsayısı |
| CAF | : | Çin Ormancılık Akademisi |
| TARP | : | Tarımsal araştırma projesi |
| N.S. | : | Nonsignificant |

1. GİRİŞ

1.1. Odun Hammaddesi Arz-Talep Durumu

İhtiyaçların sürekli değiştiği günümüz toplumlarında artan talepleri karşılamak için tabiatın sunduğu her türlü imkandan daha etkin yararlanmak ve bir arz-talep dengesi kurmak zorunlu olmuştur. Canlı sistematığının vazgeçilmezi olan orman varlığı da aynı şekilde arz-talep dengesi kurulması zorunlu kıt kaynaklardandır.

“Ormanların odun ve diğer orman ürünlerinin kaynağını oluşturması, tarımsal ve endüstriyel su sağlaması, su varlığını koruma ve düzenlemesi, toprağı ve toprak verimliliğini koruması, yıllık, mevsimlik ve günlük aşırı sıcaklıkları düzenlemesi, rüzgarın kurutucu etkilerini azaltarak iklim üzerinde olumlu etkiler yapması, insanların eğlenme, dinlenme ve doğayı tanımalarına zemin oluşturması, çevre ve insan sağlığı üzerinde doğrudan olumlu etkilerde bulunması, ülkedeki işsizlere iş alanı ve geçim kaynağı sağlaması, ulusal savunma ve güvenlik yönünden faydalı olması gibi özellikleri nedeniyle ülkelerin en değerli varlıklarıdır” (Selek, 2007).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de orman ve orman emvaline olan talepleri karşılamak, kıt olan orman kaynaklarını artırmak, mevcutları da daha verimli kullanmak üzere kamu ve özel sektör organları eliyle çalışmalar devam etmektedir. Ekolojik ve sosyal öneminin yanı sıra ekonomik getirisi de vazgeçilmez ve ikamesi imkansız olan orman varlığının piyasadaki mevcut arz-talep dengesi incelendiğinde bu varlığı artırma ve çeşitlendirme gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Konukçu (2001)’ya göre, günümüz orman endüstrisinde ve sosyal yaşamda kullanım alanları giderek çoğalan orman ürünleri ve türevlerinin başında odun hammaddesi gelmektedir. 6000 çeşit kullanım alanı olduğu bilinen odun hammaddesini endüstriyel odun ve yakacak odunu olarak başlıca iki kategoriye ayırmak mümkündür. Endüstriyel odun; tomruk, kereste, lif ve yonga odunu, kağıtlık odun, maden ve tel direği ile ambalajlık odun gibi sınıflara ayrılır. Türkiye’de ağırlığı doğal işletme ormanları olmak üzere, 2000 yılında üretilen toplam 9,9 milyon m³ endüstriyel odunun % 48’i tomruk, % 19’u lif ve yonga odunu, % 15’i kağıtlık odun, % 4’ü maden direk, % 2’si tel direk ve % 12’si ambalajlık odundur.

Özellikle küresel rekabetle birlikte imalat ve ticareti hız kazanan birçok sektör gibi orman endüstrisine dayalı mobilya vb. sektörlerde endüstriyel oduna talep artmış ve dolayısı ile odun girdi maliyeti de aynı oranda yükselmiştir.

“Türkiye’de odun hammaddesi ana arz kaynakları; devlet ormanları, özel ormanlar, özel kesime ait arazilerde grup, küme ve sıra halinde yetişmiş ağaç ve ağaççıklardan yapılan tapulu kesimler, özel sektöre ait hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları, diğer ağaç türleri ağaçlandırmaları ve ithalattan oluşmaktadır” (DPT, 2005).

Birler (2006)’ e göre, 1990 yılı için kişi başına odun hammaddesi tüketim düzeyi Türkiye’de 0,529 m³/kişi/yıl, dünya ortalaması 0.669 m³/kişi/yıl olarak belirlenmiştir. Türkiye’de odun hammaddesi tüketim düzeyinin 2020 yılında 60 milyon m³’ü aşacağı öngörülmektedir. Hızlı gelişen ağaç türleriyle ilgili plantasyon çalışmalarına ilişkin yatırımlar teşvik edilmez ve uygulamaya fırsat verilmezse üretim açığının 2020 yılında 42 milyon m³/yıl civarında olması beklenmektedir.

Kaplan (2006; 2007)’a göre, devlet ormanlarından ve özel sektör kavak üretiminden yıllık ortalama 18-20 milyon m³ yuvarlak odun üretildiği, bunun %60’nın endüstriyel odun olduğu Çizelge 1.1’de görülmektedir.

Çizelge 1.1. Türkiye’de yuvarlak odun üretiminin arz kaynaklarına göre durumu (Kaplan,2007).

| NEVİİ YERİ | ENDÜSTRİYEL ODUN | | YAKACAK ODUN | | TOPLAM | |
|------------------|-----------------------|-----|--------------|-----|-----------------------|-----|
| | Milyon M ³ | % | Milyon Ster | % | Milyon M ³ | % |
| Devlet Ormanları | 8,5 – 9,0 | 70 | 7,0 – 7,5 | 80 | 13,0 – 14,0 | 75 |
| Özel Sektör | 3,0 – 3,5 | 30 | 2,0 – 2,2 | 20 | 4,5 – 5,0 | 25 |
| TOPLAM | 11,0 – 12,0 | 100 | 9,0 – 10,0 | 100 | 18,0 – 20,0 | 100 |

Orman ürünleri piyasa talebinin belirlenmesi amacıyla, Orman Genel Müdürlüğü’nce ülke genelinde yapılan çalışmada, Türkiye’de orman ürünü işleyen tesislerin hammadde işleme kapasitesinin 25 milyon m³’lere ulaştığı belirlenmiştir. Ancak bugün için mevcut kapasitenin %55’i kullanılabilen, işlenen hammadde

miktarı 14 milyon m³ civarında olmaktadır. Buradan da görüleceği gibi son dönemlerde orman ürünü işleyen tesislerde önemli yatırım ve kapasite artışı gözükmekte olup, bu durum sektörün dinamik yapısı ve potansiyelini göstermektedir (Çizelge 1.2.).

Çizelge 1.2. Türkiye’de orman ürünleri talep ve karşılama durumu (Kaplan, 2007).

| TÜRKİYE'DE ORMAN ÜRÜNLERİ TALEP DURUMU (000 M3/YIL-%) | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|----|--------------------------|----|--------------------------|----|
| NEV'İ | Mevcut Hammadde İşleme Kapasitesi | İşlenen Hammadde Miktarı | Kapasite Kullanım Oranı (%) | Hammadde Temin Yeri | | | | | |
| | | | | OGM | | Özel Sektör | | İthalat | |
| | | | | Miktar (M ³) | % | Miktar (M ³) | % | Miktar (M ³) | % |
| Kereste | 14899 | 7702 | 51 | 5104 | 66 | 1307 | 17 | 1291 | 17 |
| Kaplama | 248 | 118 | 48 | 17 | 14 | 4 | 3 | 98 | 83 |
| Kontrplak | 338 | 135 | 40 | 23 | 17 | 61 | 45 | 51 | 38 |
| Y.Levha | 4691 | 2210 | 47 | 1480 | 67 | 654 | 30 | 76 | 3 |
| Lif Levha | 2428 | 2428 | 100 | 730 | 30 | 1062 | 44 | 636 | 26 |
| Parke vd. | 1270 | 529 | 42 | 423 | 80 | 17 | 3 | 89 | 17 |
| Od. Hamuru | 1754 | 1098 | 62 | 485 | 44 | 232 | 21 | 381 | 35 |

Kaplan (2007)'a göre, endüstriyel odun hammadde talebi kereste, yonga ve lif-levha sektörlerinde yoğunlaşmaktadır. Ürün neveleri itibariyle hammadde temin kaynağına bakıldığında kerestelik, kaplamalık gibi kaliteli emval ihtiyacını karşılamada yurt içi arz kaynaklarının yetersiz kaldığı görülmektedir. Orman ürünleri sanayimizin ihtiyacı olan 500-600 bin m³'lük yüksek kalitedeki emvalin %80'i ithalatla karşılanmakta; devlet ormanlarından ancak 100-120 bin m³ kalite sınıfı emval üretilebilmektedir. Yine ince çaplı ve düşük vasıflı emval talebinde ülkemizde sarp arazi koşullarında yapılan emek yoğun üretimin maliyet yüksekliği ve sektörün talebindeki hızlı artış ithalata neden olmaktadır. Türkiye’de endüstriyel ve yakacak odunun arz kaynaklarına göre üretim durumu ile endüstriyel ve

yakacak odun talebi göz önüne alındığında, Türkiye’de yuvarlak odun tüketiminin arz kaynaklarına dağılımı endüstriyel odunda; devlet ormanlarından Orman Genel Müdürlüğü’nün üretimi, özel sektör kavak üretimi ve ithalattan oluşmaktadır. Yakacak odunda ise bu arz kaynaklarının yanında kayıt dışı faydalanmanın söz konusu olduğu ancak bunun yakacakta ikame mallarının kullanımı ve kırsaldan yoğun göç nedeniyle her geçen gün azaldığı düşünülmektedir (Çizelge 1.3.).

Çizelge 1.3. Türkiye’de yuvarlak odun arz kaynağına göre tüketim durumu (Kaplan, 2007).

| NEVİİ - YERİ | | Y I L L A R | | | | | | |
|---|--------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2000 Öncesi | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
| ENDÜSTRİYEL ODUN (000 M ³) | OGM | 7190 | 6778 | 7950 | 7420 | 8196 | 8200 | 9299 |
| | Özel Sektör | 2166 | 3300 | 3300 | 3300 | 3300 | 3300 | 3300 |
| | İthalat | 698 | 930 | 1200 | 1060 | 1750 | 2285 | 2255 |
| | Top. Tüketim | 10054 | 11008 | 12450 | 11780 | 13246 | 13785 | 14854 |
| YAKACAK ODUN (000 STER) | OGM | 13858 | 7549 | 7500 | 7457 | 7500 | 7600 | 7004 |
| | Özel Sektör | 1695 | 1935 | 1950 | 1965 | 1980 | 2000 | 2100 |
| | İthalat | - | 184 | 386 | 517 | 471 | 500 | 437 |
| | Kayıt Dışı | 11935 | 6950 | 6600 | 6200 | 5800 | 5400 | 5000 |
| | Top. Tüketim | 27489 | 16618 | 16436 | 16139 | 15751 | 15500 | 14541 |
| GENEL TOPLAM (000 M ³) | OGM | 11584 | 12440 | 13575 | 13013 | 13821 | 13900 | 14552 |
| | Özel Sektör | 3437 | 4751 | 4762 | 4773 | 4785 | 4800 | 4875 |
| | İthalat | 698 | 1068 | 1490 | 1448 | 2103 | 2660 | 2582 |
| | Kayıt Dışı | 8951 | 5213 | 4950 | 4650 | 4350 | 4050 | 3750 |
| | TOPLAM | 30670 | 23472 | 24777 | 23884 | 25059 | 25410 | 25759 |

Kaynak : IX. Kalkınma Planı Ormanlık Özel İhtisas Komisyonu Raporu ve OGM verileri.

1.2. Endüstriyel Orman Plantasyonları Gereksinimi

Selek (2007)'e göre, global orman alanı, dünya nüfusundaki artışla ters orantılı olarak devamlı azalmaktadır. M.Ö. 2000 yılından önce yaklaşık 8 milyar hektar olan dünya ormanları son 150 yılda ciddi bir hızla azalmış; 1980 yılı verilerine göre 3,6 milyar hektar düzeyine inmiştir. Hızlı nüfus artışı ve dünya ormanlarının alan ve nitelik olarak azalması önemli düzeyde çevre sorunları ve ekonomik problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Son yıllarda doğal ormanların hemen tamamı odun üretimi amacı ile işletildiği halde insanoğlunun odun hammaddesi ihtiyacını karşılamaya yetmemektedir. İnsanlığın doğal orman alanlarının korumasını mutlak olarak sağlaması ve ihtiyaç duyduğu odun hammaddesinin de önemli bir kısmını doğal orman alanları dışında üretmesi artık zorunlu hale gelmiştir. Tahminlere göre 2020 yılında dünya nüfusu 7,9 milyara odun hammaddesi toplam ihtiyacı ise 5,593 m³/yıl düzeyine yükseleceği beklenmektedir. Global orman alanının 3,6 milyar hektar ve ortalama artım düzeyinin 1,0 m³/ha/yıl civarında olduğu dikkate alınır, bundan böyle global odun hammaddesi ihtiyacının sadece doğal ormanlardan yapılacak üretimle karşılanmasının mümkün olamayacağı anlaşılmaktadır. Endüstriyel plantasyonlarla 10-30 yıl gibi çok kısa idare süreleri sonunda 13,8-55,9 m³/ha/yıl düzeyinde odun artımı sağlanabilmektedir. Bunu temin için çeşitli ıslah yöntemleri ile elde edilmiş üstün genetik vasıflı orijin veya klonlardan üretilen dikim materyali kullanılmakta, plantasyonların tesis ve bakım aşamalarında, üretimi miktar ve nitelik açısından yükseltecek yoğunlukta kültür teknikleri uygulanmaktadır. Örneğin, ıslah edilmiş Pinus pinaster plantasyonlarında 30 yıllık idare süresi sonunda 500-550 m³/ha düzeyinde odun hammaddesi üretilmektedir. Bu nedenle hızlı gelişen ağaç tür plantasyon ormancılığı dünya gündemine girmiştir. Doğal ormanlara oranla birim alanda 40-50 kat fazla üretim söz konusudur. Dünyada pek çok ülkede endüstriyel plantasyon işletmeciliği etkin bir sektör olarak önem kazanmıştır. Şili, Brezilya, Amerika Birleşik Devletleri, Güney Afrika, Yeni Zelanda, Avustralya ve Güney Kore bunlar arasındadır.

URL-1 (2011)'e göre, günümüzde dünyada yıllık yaklaşık 4,5 milyar m³ olan odun hammaddesi ihtiyacının doğal ormanlardan yapılan üretimle ancak 3,5 milyar m³'ü karşılanabilmektedir. Geriye kalan 1 milyar m³ ise, endüstriyel orman

plantasyonları yoluyla sağlanmaktadır. Odun hammaddesi alanında her yıl büyüyen talebe karşılık, doğal ormanların üretim gücü ve potansiyeli azalmaktadır. Giderek çoğalan odun ihtiyacının bugün olduğu gibi yakın gelecekte de doğal ormanlardan yapılacak üretimle sağlanması mümkün olmayacaktır. Bununla birlikte dünya ölçeğinde gittikçe artan koruma anlayışı doğal ormanlardan yapılan odun üretimini sınırlandırmaktadır. Odun hammaddesi üretiminde AB ve gelişmiş ülkelerin kullandığı sertifikasyon benzeri sistemler, pazara sunulan ürünün doğal ormanlardan değil, suni ağaçlandırmalardan elde edilmesini şart koşturmaktadır. Bu nedenle, hızlı gelişen ağaç türleriyle kurulacak endüstriyel orman plantasyonlarının yaygınlaştırılması, geleceğe dönük en kalıcı çözüm olarak görülmektedir. “Ağaç tarımı” olarak da nitelendirilen “endüstriyel orman plantasyonları”nın büyüklüğü dünya ormanlarının yalnızca %5’i olmasına karşın, odun hammaddesi üretiminin %35’inin bu alanlardan gerçekleşmesi, ağaç tarımının önemini arttırmaktadır.

Durkaya (2002)’ya göre, her hangi bir yatırım gerçekleştirilirken ülke gereksinimleri ile toplumun beklentilerine uygun hareket edilmelidir. Endüstriyel plantasyon yatırımlarının ülkemiz gündemine gelmesine ülkemizin gelecek yıllarda karşılaşacağı muhtemel odun arzı açığına karşı tedbirli olma düşüncesi neden olmuştur. Geleceğe yönelik tahminler ülkemiz için karamsar bir tablo çizmektedir. Birler (1995;1996)’in yapmış olduğu projeksiyona göre ülkemizde, 2020 yılında odun hammaddesi talebinin 60 milyon m³/yıl düzeyini aşacağı tahmin edilmektedir. Buna karşılık doğal ormanlarımızın bunun ancak 15 milyon m³’lük kısmını karşılayabileceği belirtilmektedir. Meydana çıkan açığın ithalat ile karşılanması halinde ithalat bedelinin 2020 yılı için 6,4 milyar \$ olacağı hesaplanmaktadır.

“Bununla beraber odun hammaddesi kullanımı, odunun yerini alan diğer maddeler tarafından sınırlandırılmaktadır ve arz-talep açığının bu boyutlara ulaşamayacağı kanaati hakimdir. Bu rakamların fazla olduğu dahi kabul edilse, yine de önemli ölçüde bir odun ürünü açığı ile karşı karşıya kalınacağı ve bu miktarın ithalat yoluyla karşılanması halinde önemli bir milli kaynağın yurt dışına çıkacağı yadsınamaz. Kaldı ki, gelecekte ihtiyaç duyulan odun ürününün uluslararası piyasalardan temin edilip edilemeyeceği bugünden tam olarak kestirilememektedir. Nüfus artışı ve artan ekonomik güce koşut olarak orman ürünleri tüketimi de

artmaktadır. Şöyle ki; 1960-1995 yılları arasında dünya nüfusu neredeyse iki katına çıkmış ve dünya ekonomisi üç buçuk kat büyümüştür. Aynı dönemde, yakacak odun üretimi iki buçuk kat, kereste üretimi üç kat ve kağıt üretimi üç katından fazla artmıştır” (FAO, 1997).

Demirtaş (1998)’a göre, bu artış trendine karşılık dünya doğal ormanlarının üretim güçleri sabittir. Bu şartlar altında en akılcı çözüm yolu olarak, ülkemizde yeterli miktarda endüstriyel plantasyonlar kurmak görünmektedir. 1970’li yıllardan sonra gelişen selüloz, lif ve yonga levha sanayi kuruluşları ana pazarı oluşturmaktadır. 1990’lı yıllardan sonra ithalatla rekabet edemez duruma düşen bu sanayi dalı, ucuz hammadde sağlayabilirse mevcut kapasitesinin atıl durumda bulunan kısımlarını da devreye sokabilir. Globalleşen dünyada her malın fiyatı bellidir. Dünya ile rekabet edebilmek ve ithalatı durdurarak dışarıya döviz çıkışını önleyebilmek için hem hammaddenin, hem de mamulün en fazla bu fiyatlara mal edilmesi gerekmektedir. Fakat ülkemiz endüstriyel odun fiyatları dünya ortalamasının hayli üzerindedir. Örneğin, lif ve yonga levha sanayi fabrikalarına endüstriyel odunun maliyetleri; Türkiye’de 65-70 \$/ton, Malezya’da 7 \$/ton, Avrupa’da ortalama 20-30 \$/ton, Bulgaristan ve Romanya’da 15 \$/ton, Rusya’da 12 \$/ton’dur.

“Endüstriyel plantasyonlarda Şili ve Yeni Zelanda başarılı örneklerdir. Şili bir yılda ihraç ettiği kereste ile 2 milyar \$’a ulaşarak doğal ormanlarındaki baskıyı neredeyse tamamen kaldırmıştır. ABD’de doğal ormanlardan kesilen odunu kullanmayan büyük firmalar oluşmaya ve bunu bir rekabet aracı olarak kullanmaya hazırlık içerisinde” (Gökyiğit, 2003).

Kaplan (2006)’a göre, hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonların ülkemiz için yaratacağı fırsat ve kazanımları ana hatları ile özetlendiğinde; önemli gelişme potansiyeline sahip levha sanayinin daha ucuz ve yakın mesafeden hammadde temin etmesiyle daha da büyümesine ve rekabet gücü kazanmasına hizmet edecektir. Rekabet gücü oldukça sınırlı olan ve son dönemde ucuz mamul ithalatıyla kapanma noktasına gelen kağıt sanayinin kağıtlık odundan selüloz veya odun hamuru üreten bölümüne önemli katkı sağlayabilecektir. Orman sanayinde teknolojinin yükselmesi ile artık kusursuz küçük ebatlı ağaç malzemelerin

birleştirilmesi ile büyük ebatlı masif ağaç malzeme kalitesine ulaşılabilmekte veya direnç özelliklerinin çeşitli işlemlerle artırılması gibi yollarla elde edilen teknolojik ürünler hızla yaygınlaşmaktadır. Bu gelişmeler de hızlı gelişen tür plantasyonlarından elde edilen ürünlerin kullanımını sınırlı da olsa artırmaktadır. Endüstriyel plantasyonların oluşturulması ile ülkemiz orman varlığının artırılmasına fırsat doğacaktır. İlave yeni ormanlardan sağlanan daha çok çevreye yönelik kolektif faydalar ekolojik dengeyi sağlamada önemli olduğundan, bu tür plantasyonlar sübvansede edilmeli, çeşitli teşvik tedbirleri ile özendirilmelidir. Fakat tür seçiminde hatalara düşmeden fevkalade önemli tür ve biyolojik çeşitliliğe sahip ülkemiz ekolojisinin bozulmasına meydan verilmemelidir. Diğer yandan, odunda yüksek kalitede kaplamalık ve doğramalık tomruk talebi de giderek artmakta değer olarak yüksek meblağlara ulaşmaktadır. Ancak, hızlı gelişen tür plantasyonlarının kaliteli emval arz açığına karşı yapacağı katkı sınırlı kalmaktadır. Orman ürünü işleyen sanayi kuruluşlarının da hammadde temini açısından endüstriyel plantasyonlara yönelmesi ve bunu özendirici uygulamaların artırılması gerekmektedir.

1.3. Hızlı Gelişen Tür ve Önemi

“Uygun yetişme ortamlarında, uygun bir tekniğin uygulanması ile tesis edilmeleri halinde, aynı yetişme çevresinde eskiden beri ve yoğun metotlar dışında geleneksel şekilde yetiştirilen yerli türlerin, normal idare sürelerinin 1/3’ü veya daha azına karşılık gelen 30 yıl gibi bir zamanda, onlarla eşit çapa ulaşabilen türlere hızlı gelişen tür denir” (Atay, 1971).

Turan (1982)’a göre, ülkemizde 1955 yılında Ankara’da yapılan “Ağaçlandırma ve Kavakçılık Teknik Kongresi” ile sistemli ağaçlandırma çalışmaları başlamıştır. Bu yıllarda yapılan ağaçlandırmalarda amaç; odun açığının yoğun uygulamalarla karşılanmasından ziyade yanık sahaların ağaçlandırılması, orman alanlarının artırılması, erozyonla mücadele gibi konular olmuştur. Bu nedenle 1950’li yıllar ağaçlandırmaların başladığı, fakat hızlı gelişen türlerle yapılan endüstriyel ağaçlandırmaların sadece düşüncede kaldığı yıllar olarak değerlendirilmektedir. 1963 yılında, deneme seklinde hızlı gelişen endüstriyel türlerle ağaçlandırmalara başlanmış ve 1965 yılından itibaren her yıl 5000 hektar hızlı gelişen tür

ağaçlandırması yapılması birinci beş yıllık planda yer almıştır. 1968 yılında Orman Genel Müdürlüğü egzotik türlerin araştırma ve adaptasyon çalışmalarını yürütme görevini İzmit Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'ne vermiştir. Bu aşamada yaklaşık 40 adet sahada sistemli denemeler kurulmuş ve ilk ara sonuçlar 1974 yılından itibaren yayınlanmıştır. Hızlı gelişen türlerle ilgili 1971 yılında İzmit-Kefken'de yapılan seminerde fakülte, araştırma ve uygulama elemanları bir araya gelmiştir. Seminerde alınan sonuçlar ışığında Endüstriyel Ormancılık Plantasyonları projesi (TUR/71/521) 1972 yılında uygulanmaya başlamıştır. Proje endüstriyel ağaçlandırmalarla ilgili hükümet programlarının hızlandırılmasını sağlayacak teknik ve ekonomik esasları ortaya koymayı amaçlamıştır.

“1981’de İzmit-Kefken’de “Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu” düzenlenmiştir. Değerlendirme raporunda; etüt ve avam proje çalışmalarına göre orman rejimi içinde, hızlı gelişen türlerin yetiştirilmesine uygun bir milyon hektar sahanın bu türlere ayrılması ve ülkemizde gerçekleştirilecek yıllık 150 bin hektar ağaçlandırmanın, 50 bin hektarının hızlı gelişen türlerle yapılması önerilmiştir. 1998 yılında Ankara’da “Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar” adlı bir workshop düzenlenmiştir” (Anonim 1, 1998).

Selek (2007)’e göre, sonuç raporunda alınan bazı kararlar şöyledir: Türkiye ormancılık politikalarını yansıtan Türkiye Ormancılık Ana Planı, Türkiye 1. Ormancılık Şurası, Orman Bakanlığı, Ormancılık Master Planı (1995-1998) ve VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı ülkemizde hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonlara büyük önem vermiştir. Ayrıca XI. Dünya Ormancılık Kongresi sonunda yayınlanan Antalya Deklarasyonu’nda tüm dünya ülkelerinde hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonlara önem verilmesi gereği de vurgulanmıştır. Ülkemizin odun hammaddesi açığının kapatılabilmesi ve döviz kayıplarının önlenebilmesi için hızlı gelişen yerli ve yabancı türlerle yoğun kültür yöntemleri kullanılarak endüstriyel plantasyonların kurulması zorunludur. Ülkemizde hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonları için genelde iki grup alan bulunmaktadır. Bunlardan birincisi orman rejimi içinde yer alan, ekolojik olarak uygun ve bugünkü aşamada bozuk kuru ve bozuk baltalık ormanlardan ayrılabilen yaklaşık 1-1,5 milyon hektar alandır. Halen ağaçlandırılmış 1,7 milyon hektar düzeyindeki alanın

bir bölümü de bu amaç için ayrılabilir ekolojik özelliklere sahip bulunmaktadır. Diğer bir grup alan ise özel teşebbüsün mülkiyetinde bulunan sulanabilir veya sulanmayan tarım alanlarıdır. Ormanların ve ormancılığın hızlı gelişen uygun türlerle tarım alanlarına indirgenmesi ve bu alanlarda agro-silvo-pastoral yaklaşımların desteklenmesi odun hammaddesi darboğazını asabilmek için zorunlu bir yoldur. Bu amaçla köylü ve diğer özel teşebbüse vergi muafiyeti dahil, her türlü mali kolaylıklar sağlanmalı ve odun hammaddesi kullanan endüstri kuruluşlarının, kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere, orman kurmaları desteklenmelidir. Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü tarafından yapılacak envanter çalışmaları sonucu hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonları için belirlenen ve ayrılan sahalar sürekli bu amaçla kullanılmalıdır. Doğal ormanlardaki ve hızlı gelişen türlere dayalı üretim güçleri birbirini tamamlayacak şekilde ekolojik, sosyal ve ekonomik değişkenler dengelenmek suretiyle planlanmak zorundadır.

1.4. *Paulownia*

1.4.1. Dünyada tarihi gelişimi

URL-2 (2011)'ye göre, *Paulownia* Çin'in en eski tarım tarihine sahip ağaçtır. "Shang Shu" kitabının Yui Gong bölümünde (M.Ö.300), "Shucho'daki insanlar krala *Paulownia* sunarlardı..." şeklinde bahsedilir. Bu açıkça gösteriyor ki insan eliyle yapılan dikimler o zamanlar vardı ve insanlar *Paulownia* kerestesini o zaman da kullanıyorlardı. Yine "Mencius" adlı kitapta yazdığına göre o zamanlar insanlar *Paulownia*, *Catalpa*, *Ovata* ve diğer başka büyük kereste ağaçlarını dikmesini ve yetiştirmesini biliyorlardı. (M.Ö.475-211) yılları arasındaki dönemde geçerli olan bir kurala göre, *Paulownia* ve *Catalpa* dikmeyen çiftçi iyi bir çiftçi sayılmazdı. Yani Çinliler *Paulownia* yetiştiriciliğinde dikkate değer bir deneyime sahiptiler. "Mon Qin Dynasty" (M.Ö.221-207) dönemindeki kayıtlara göre ise, Fu Jian Swei, Arfang şehri civarında binlerce *Paulownia* dikmiştir. Bu gösteriyor ki, geniş çaplı *Paulownia* dikimleri o zamanlar da yürütülmekteydi.

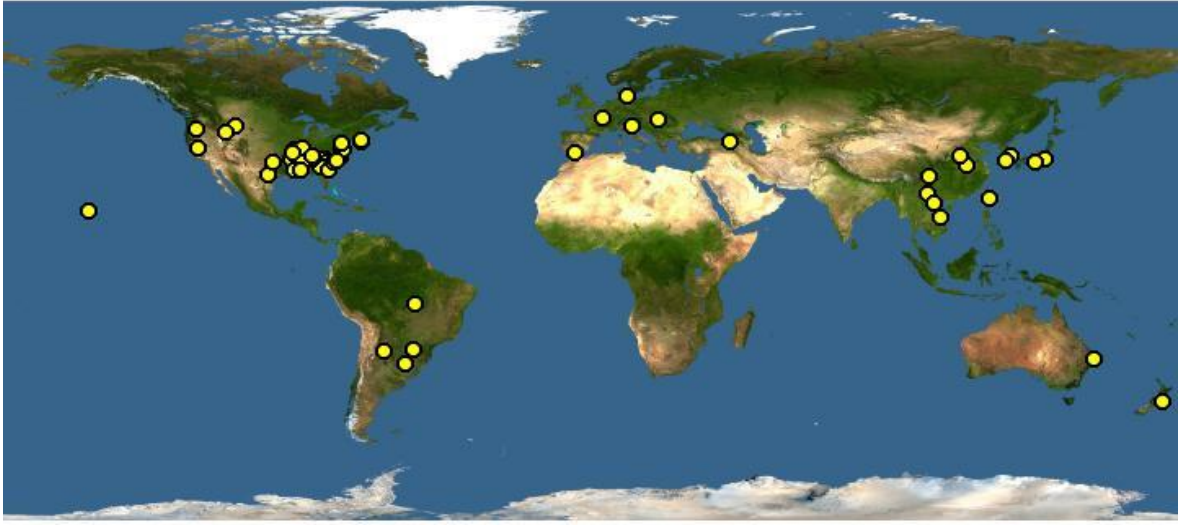
URL-3 (2008)'e göre, *Paulownia Sieb& Zucc.*, Çin'in kuzey-batı, batı ve güney batı bölgelerinde doğal yayılış yapan ve "Çin imparatoriçe ağacı", "prens ağacı" ya da "Kiri ağacı" olarak bilinen bir ağaç cinsidir. İlk olarak 1785 yılında İsviçreli

botanikçi Thunberg tarafından teşhis edilmiştir. *Paulownia* ağacı, geniş yapraklı, kışın yaprağını döken, açık renkli ve hafiftir. Oldukça dayanıklı, kolay kuruyan, parlak ve güzel görünüşünün yanısıra çatlamaz, yarılmaz ve kolay deforme olmayan bir oduna sahiptir. Çin ve Japonya'da 2600 yıldan beri yetiştirilmekte ve kullanılmaktadır. Gençleştirmenin kolay, yetiştirme maliyetinin düşük ve çok yönlü kullanım avantajları nedeni ile dünyada *Paulownia* ağacına olan ilgi sürekli olarak artmaktadır. Batılı ülkelerde de adaptasyon denemelerine devam edilmektedir.. *Paulownia* odunu, planya edilebilme, biçilme ve şekil verme, çalışma gibi özelliklerinin iyi oluşu nedeniyle mobilya, kontrplak, oyma, üzerine yazı yazma, kapı ve pencere doğramaları, tavan döşeme gibi pek çok alanda kullanımını uygun hale getirmektedir. Yazıtlara ve kayıtlara göre eski çağlarda insanlar *Paulownia* odununu çok değişik amaçlar için ve özellikle alet yapımında kullanmışlardır. 2600 yıl önce Çin'de Kral Yui'ye ait mezarda kral tabutunun *Paulownia* kerestesi ile yapılmış olduğu belirlenmiştir. Bu ve benzer pek çok örnek *Paulownia* odununun tarih öncesi çağlarda bile kullanıldığını göstermektedir.

"*Paulownia*, 18°-40° kuzey enlemleri ve 105°-128° doğu boylamları arasında, deniz seviyesinden 700 m, Güney Çin'de 2400 m rakımlara kadar yayılış göstermektedir. Güney Liaoling eyaletinde batıya doğru Pekin'e, Shansi eyaletindeki Taiyuan'a, Shensi eyaletindeki Yanan'a uzanır ve Kansu eyaletindeki Pinliang'da son bulur. Güney sınırı Kwangtung ve Kwangsi eyaletlerine uzanır. Tayland doğu sınırı Kansu, Szechuan, Yunnan ve Kweichow da batı sınırlarıdır. Günümüzde daha çok Sarı Irmak vadisinin orta ve alçak sahalarından Huang He nehri vadisine kadar olan mutedil iklim kuşağında yetiştirilmektedir" (Hua, 1979; Acar ve ark., 2007).

URL-2 (2011)'ye göre, dünyada *Paulownia* yetiştiriciliğinde önde gelen ülke Çin'dir. 1960 senesinden bu yana Çin Halk Cumhuriyeti'nde çiftçiler tarafından tamamen benimsenen *Paulownia*, günümüzde başta Çin, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Vietnam, Laos, Tayland, Hindistan, Yeni Zelanda, Malezya olmak üzere kırktan fazla ülkede yetiştirilmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti'nde *Paulownia* ekili tarımsal ormancılık alanlarının toplam yüzölçümü 1.8 milyon hektardır. 20. yüzyılın son çeyreğinde Amerika'dan Avustralya'ya kadar dünyanın birçok yerinde yaygın olarak yetiştirilmeye başlanmıştır. Bugün dünyada yaklaşık 24 milyon dönümde çeşitli amaçlar için tarımı yapılmaktadır.

Donald, et al. (1989)'a göre, Çin'de *Paulownia* yetiştiricilerine çok büyük destek sağlanmaktadır. Çin dışındaki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde de *Paulownia* yetiştirme konusunda teknik destek ve bilgi paylaşımı gönüllü kuruluşlarca yapılmaktadır. Çin dışında *Paulownia* ilk olarak Amerika'ya 1800'lü yıllarda girmiştir. Doğu eyaletlerinde kısa sürede naturalize (doğal) olmuştur. Öyle ki kısa sürede Japonya, Amerika'dan *Paulownia* kerestesi ithal eder duruma gelmiştir. Böylece *Paulownia* dünya üzerinde alım satımı yapılan önemli tomruk ağacı durumuna gelmiştir. Şekil 1.1' de dünyada *Paulownia* yetiştirme alanları görülmektedir.



Şekil 1.1. Dünya'da *Paulownia* yetiştirme alanları (URL-14, 2011).

1.4.2. Yetiştirme

Anonim 2 (1986), Turner et al. (1988), Khan (1992), Ede et al. (1997), Acar ve ark. (2007)'na göre, *Paulownia* fidanları tohum ve çelikle üretilebilir. Her meyvede 300-1000 tohum bulunur. Tohumlarının bin dane ağırlığı 0,17-0,25 gr arasında değişmektedir. *P.fortunei*'nin çimlenme oranı %94, *P.elongata*'nın ise %52' dir. *Paulownia*'nın fidan üretiminde en uygun pH değeri 5,5 ile 6,5 arasındaki ortamdır. Kök çeliklerinin üretiminde çeliklerin 2,5 cm'den kalın çaplı ve 12-16 cm boyunda olması fidan kalitesi açısından önemlidir.

Standart *Paulownia* fidanları araziye dikildikten sonra 5 ve 6. boğumlarda bulunan tomurcuklardan birinci yılın sonunda dal ve yapraklar oluşmaya başlar. Güçlü

büyüme enerjisiyle orantılı olarak birçok dal ve yaprak oluşturmaları sonucunda güçlü bir tepe tacı meydana gelir. *Paulownia* fidanları gövdede her yönde güçlü bir gelişme gösterir. Fidanların yeterli ışık alması ve köklenme alanı sağlandığında ana gövdede birçok yan dal oluşur. Bu dalların bazıları budanmalıdır. Zira azman dalların alınmasıyla gövdede oluşacak büyük yaralardan mantar zararlıları gövdeye girerek hastalıklara yol açabilir. Budama teknikleri doğru uygulandığında fidanın boyuna büyümesi arttırılabilir. Kısa boylu fidanlarda gövdenin zayıf ve eğri olması *Paulownia*'nın fizyolojisinden ileri gelmektedir. Bu tip fidanlar yüksek artım yapamadığından kaliteli gövde elde edilemez. Dolayısıyla tomruk kalitesi de düşük olur. Bu nedenle çeşitli budama uygulamalarıyla fidanların gövdeleri düzeltilmelidir.

Paulownia'nın ağaçlandırma çalışmalarında uygulanan bakım yöntemlerinden en önemlisini budama uygulamaları oluşturur. *Paulownia*'ların dallanmaları çatal şeklindedir. Fidanın gelişmesindeki en önemli faktörler olan tomurcuklar fidanın tepesinde, gövde ve dalların üstündedir. Tepe tomurcuğu ve gövdenin 1. ve 3. boğumlarında bulunan tomurcuklar kışın uykudadır. İlkbaharda gövdede uykuda bulunan tomurcuklar köklerin uyanmasından ve özsu akımının gövdede başlamasından sonra faaliyete başlayarak yan dalları oluştururlar. Her boğumda çift olarak oluşan dalların her birinin gelişmesiyle tepe çatısı meydana gelir. Gövde gelişimleri türlere göre farklılık gösterdiğinden uygulanacak budama yöntemleri de farklıdır. *Paulownia* türleri genel olarak ilk yıllarda 4-7 m boy artımı yapsalar da sonraki yıllarda boy artımı giderek azalır.

1.4.3. Tarımsal ormancılık

“Çin’de 1960’lı yıllardan beri *Paulownia* çiftçiler tarafından tarımsal ürünlerle kombine edilerek değerlendirilmektedir. Kök sisteminin tarım bitkilerinin yetiştiği derinlikten daha derin toprak katmanını kullanması ve biyolojisi gereği yapraklanmasının tarım bitkilerinin olgunlaşmasından sonra olması nedenleriyle tarımsal ormancılık uygulamalarında *Paulownia*'dan geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Günümüzde *Paulownia* tarımsal ürün kombinasyonu uygulaması Çin’in Sarı Nehir ve Huai He Nehri havzalarındaki ovalarında 1,8 milyon hektara yayılmıştır. Bu bölgelerde yıllık yağış 500 ile 900 mm arasında olmakla birlikte, yağışlı dönem Haziran ortalarından Eylül’e kadar sürmektedir.

Sonuç olarak yağışın % 65'i vejetasyon döneminde gerçekleşmektedir” (Zhu et al, 1986; Acar, 1999; Acar ve ark., 2007).

“*Paulownia*, Çin’de buğday, mısır, pamuk, fasulye, soya fasulyesi, yer fıstığı, sarımsak, sebze türleri, çay, kavun, meyve türleri, tıbbi bitkiler, yenilebilir mantarlar v.b. tarımsal ürünlerle beraber kullanılmaktadır” (Zhu et al., 1986; Jiang et al., 1994; Yin and He, 1997; Acar ve ark., 2007). Şekil 1.2’de *Paulownia*’nın tarımsal bitkilerle birlikte üretilmesi görülmektedir.



Şekil 1.2. Çin’de *Paulownia* ve buğdayın birlikte üretilmesi (Zhu et al., 1986; Acar ve ark., 2007).

“*Paulownia*, tarla sınırlarında rüzgar perdesi olarak kullanıldığı gibi yerleşim yerlerinde, akarsu kenarlarında galeri tarzında ve yol kenarı ağaçlandırmaları şeklinde de değerlendirilmektedir. Genel olarak *Paulownia*’nın odun artımı ara ürün tarımı yapılan arazilerde saf plantasyonlara göre düzenli gübreleme, çapalama ve sulama yapıldığından daha iyidir” (Zhu et al., 1986; Acar ve ark., 2007).

1.4.4. Botanik özellikler

Kayacık (1975), Anonim 2 (1986), Acar ve ark. (2007)’na göre, *Paulownia*, İsviçre’li botanikçi Thurnberg tarafından 1781 yılında “*Bignonia*” olarak isimlendirilmiş, 1835 yılında Hollanda’lı Zuccarini ve Siebold’un daha ayrıntılı çalışmaları sonucunda “*Paulownia*” cinsi olarak *Scrophulariaceae* familyasına

dahil edilmiştir. Botanik sınıflandırmaya göre *Paulownia*, *Spermatophyta* grubunun *Angiospermae* alt şubesine bağlı *Dicotyledonae* sınıfına giren *Monochlamydeae* alt sınıfının *Tubiflorae* takımına ait *Scrophulariaceae* familyası içinde yer alır.

Kaplan (2008)'a göre, *Paulownia* hakkındaki bilimsel kayıtlar bu bitkinin "Scrophulariaceae" familyasından olduğunu göstermektedir ancak farklı araştırmalarda bitkinin 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 "Flora of Japanese" te yayımlanmıştır. 1835 senesinde, Hollanda'lı botanikçiler Zuccarini ve Siebold, uzun çalışmalar sonucu *Paulownia*'nın *Scrophulariaceae* familyasından olduğunu açıklamışlardır. 1973 senesinde Zhu Zhao Hua ve Çin Orman Akademisi bilim adamları Çin'deki tüm *Paulownia* plantasyonlarından topladıkları bilimsel veriler ve araştırmalar sonrasında bu günde kabul edilmekte olan 9 değişik türü belirlemişler. Bunlar; *P.tomentosa* , *P.elongata*, *P.fortunei*, *P.catalpifolia*, *P.kawakamii*, *P.fargesii*, *P.australis*, *P.albiphloea*, *P.taiwaniana* 'dır. Şekil 1.3' te *Paulownia*'nın yaprak ve çiçekleri görülmektedir.



Şekil 1.3. *Paulownia* yaprak ve çiçekleri (URL-7, 2005; URL-6, 2011).

"*Paulownia*'lar kışın yaprağını döken ağaçlardandır. Tomurcuklar çok pullu, yaprakların sürgünlerde dizilişi karşılıklıdır. Çiçekler terminal durumlu mürekkep

salkım şeklindedir. Çanak derin ve beş lobludur. Tacın dip kısmı borumsu, ağız kısmı açık, kenarlarında beş lobu vardır. Etamin sayısı dördür. Meyve loculid kapsüldür. Tohumlar küçük ve kanatlıdır. *Paulownia* türleri 3-5 yaşlarında çiçeklenir. Örneğin *P.tomentosa* dikimden sonraki 2. yılda, *P.fortunei* 5. veya 6. yılda çiçeklenir. Meyve sonbaharda olgunlaşır. Güneyde Mart ayında başlayan çiçeklenme kuzeyde Mayıs ayında başlar. Çiçeklenme sona erdikten sonra yaprak oluşumu başlar. Toplam 23 türü bulunan *Paulownia*'nın Çin'de 6 türü doğal olarak bulunmaktadır" (Kayacık, 1975; Anonim 2, 1986; Acar ve ark., 2007).

1.4.5. Mikroskobik yapı

Anonim 3 (1984), Çelen (1986) ve Acar (2006)'a göre, *Paulownia* odununda hücreler enine kesitte dairemsi ya da eliptiktir. İlkbahar ve yaz odununda 2-5, en fazla 10 farklı boyutta olabilir. Basit perforasyonlu olan trakeler çoğunlukla tek başlarına bazen sarmal veya demetler halinde bulunur. Hücrelerin boyun çeperlerinde boncuk oluşumuna rastlanır. İlkbaharda yeni oluşan trakelerin geçit kenarları küçük olup eliptik şekilde ve geniş boşluklu yapıdadır. Öz odunları çoğunlukla homojen, *P.fortunei*'de olduğu gibi heterojen, bazen tek genellikle çok sıralı düzensiz ve geniştir. Özışınlarının her iki ucu sivri ve uzunlukları 0,5 mm'den azdır. Bunlar 1-50 hücre yüksekliğinde, 1-8 hücre genişliğinde olabilir. Odun paranzim hücreleri iyi gelişmiştir. Paratrakeal yapıda genellikle halkalı ve kanatlıdır. Trakelerin etrafındaki paranzim hücreleri yaz odununda ve ilkbahar odununda iki ucu sivri ve geniş yapıdadır. Çok miktarda sınır bantları görülür. Lif hücreleri düzgün, ilkbahar odununda daha yoğundur. Basit geçitli hücreler olan lif hücreleri dikey sıralar oluştururlar. Hücre duvarları ince ($> 3 \mu$) ve ortalama uzunlukları 550-1,700 μ 'dur.

1.4.6. Makroskobik özellikleri

Anonim 3 (1984), Çelen (1986) ve Acar (2006)'a göre, *Paulownia*'nın kabuğu grimsi kahverengi, odunu yumuşak ve çatlaksız, odun rengi soluk sarı ve soluk kırmızı olabilir. Diri odun ve öz odun birbirinden kolaylıkla ayrılmaz. Genellikle diri odunda bir ya da iki yıllık halka görülebilir. Diri odun kaba tekstüre sahiptir. Hızlı büyüme sonucunda yaş halkaları geniş olabilir. Yaş halkalarında gözle net

görülmeyen trakeler yaş halkalarının başlangıcından dışa doğru giderek azalır. Yaş halkaları yarı gözenekliden tam gözenekli yapıya göre değişkenlik gösterdiğinden birbirinden ayrılması güçtür. Öz ışınları çıplak gözle görülmez. Ancak lup veya mikroskopla rahatlıkla görülebilir. Odunu düzgün ve sağlam lifli olup biçildikten sonra parlak görünüşlü, ipeksi, yumuşak ve kokusuzdur. Panyalandığında odun yüzeyi temiz ve düzgün beyaz renkte bir görünüme sahip olur

1.4.7. Anatomik ve morfolojik özellikleri

Kalaycı (2010)' ya göre, *P.elongata* odunun anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yapılan araştırmada, *Paulownia* odununun çok esnek lifler (ort. 76.13) sınıfına girdiği, keçeleşme oranı (ort. 24.17) bakımından da üretilen kağıdın direnç özelliklerinin düşük olacağı belirtilmiştir. Bazı *Paulownia* türleri ile bazı ağaç türleri ve yıllık bitkilerin morfolojik özelliklerini Çizelge 1.4' te karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1.4. Bazı *Paulownia* türleri ile bazı ağaç türleri ve yıllık bitkilerin morfolojik özellikleri (Kaymakcı, 2010).

| Tür | Çeper Kal. (µm) | Lümen Gen. (µm) | Lif Gen. (µm) | Lif Boyu (mm) | Kaynak |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------------|
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 6.31 | 33.00 | 45.68 | 1.06 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 4.85 | 36.78 | 46.33 | 1.04 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 4.81 | 32 | 41.09 | 1.00 | Kaymakcı, 2010 |
| <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 Mahm., 2000 |
| <i>P.fortunei</i> | 3.69 | 26 | 33 | 1.04 | Nasir ve Mahm., 2000 |
| <i>P.tomentosa</i> | 4.05 | 31 | 39 | 0.95 | Nasir ve Mahm., 2000 |
| E.globulus | - | 7.0 | 18.0 | 1.28 | Teresa ve ark., 2000 |
| Bambu | 4.6 | 6.9 | 15.1 | 2.30 | Deniz ve Ateş, 2000 |

| | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|----------|-----------------------|
| Kanola sapı | 5.26 | 12.50 | 23.02 | 1.17 | Enayati ve ark., 2009 |
| 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 |
| Kenaf | 2.60 | 20 | - | - | Athicson, 1993 |
| İğne yapraklı | 13-17 | 15-30 | 32-43 | 3-7 | As ve ark., 2002 |
| Yapraklı ağaçlar | - | - | 20-40 | 0.7-16.6 | Athicson, 1987 |

1.4.8. Fiziksel özellikleri

1.4.8.1. Yoğunluk

Hua et al. (1986), Çelen (1986) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, *Paulownia* odununun diğer türlere göre başlıca avantajı hafifliğidir. *Paulownia* odununun hava kuru yoğunluğu 0.260-0.330 gr/cm³ civarındadır. Yoğunluk türe ve bulunduğu bölgenin yetişme ortam şartlarına (toprak, sıcaklık, rutubet, yükselti) göre değişebilir. *Paulownia* türleri kendi türleri içerisinde mukayese edildiğinde *P.farbasii* ve *P.elongata* odunlarının daha hafif olduğu söylenebilir. Fakat sertik-ağırlık ilişkisi yönünden incelendiğinde diğer türlerle arasında önemli bir farklılığı bulunmamaktadır. *Paulownia* odununa ait bazı fiziksel özellikler Çizelge 1.5'te görülmektedir.

Çizelge 1.5. *Paulownia* odununun bazı fiziksel özellikleri (Anonim 3,1984; Kaymakçı, 2010).

| Tür | D ₁₂ (g/cm ³) | D ₀ (g/cm ³) | Daralma (%) | | |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------|--------|
| | | | Radyal | Teğet | Hacmen |
| <i>P.catalpifolia</i> | 0.290 | 0.233 | 9.3 | 21.6 | 34.4 |
| <i>P.elongata</i> | 0.264 | 0.209 | 7.6 | 18.7 | 29.2 |
| <i>P.fargesii</i> | 0.269 | 0.219 | 10.7 | 21.6 | 33.4 |
| <i>P.fortunei</i> | 0.309 | 0.258 | 11.0 | 21.0 | 32.0 |
| <i>P.tomentosa</i> | 0.315 | 0.236 | 10.5 | 20.3 | 32.7 |

1.4.8.2. Daralma

Kaplan (2008), URL-3 (2008) ve URL-4 (2008)'e göre, *Paulownia* odunun daralma katsayısı (0,27-0,37) yapraklı odunlar ve sık kullanılan iğne yapraklı ağaçlardan daha küçüktür. *Paulownia* odunundan yapılan ürünler kolayca çarpılmaz, çatlamaz ve deforme olmaz. Bu özelliği *Paulownia* odunun iyi bir avantajıdır. Romeko (1951)' ya göre, Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan *Paulownia*, kavak, meşe ve bazı orman ağacı türlerinin 1 inç (2,54 cm) kalınlıktaki örnekleri ile yapılan bir araştırmada, 68 °C'deki bir odada 12 saat bekletildikten sonra *Paulownia* örneklerindeki nem miktarı %24 azalmaktadır. Bununla beraber *Paulownia* örneklerinde herhangi bir deformasyon ve başka bir zarar meydana gelmemesine rağmen, denenen türlerden kavak örnekleri çok kötü duruma gelerek uçları kırılmış, meşe odun örneklerinde ise kare ve petek şeklinde çatlaklar görülmüştür.

1.4.8.3. Rutubet

Kaplan (2008), Kaymakçı (2010), URL-3 (2008), URL-4 (2008), URL-5 (2008)'e göre, kurutulmuş *Paulownia* odunundan yapılan mobilyaların nemli ortamlardaki kullanımlarında çok iyi bir performans gösterdiği görülmüştür. *Paulownia*, çarpılmaya, çatlamaya ve aşınmaya karşı dirençlidir. Bu nedenle *Paulownia* odunundan yapılan ürünler genellikle nem ve böcek istilasından etkilenmezler

1.4.8.4. İzolasyon

Kaplan (2008), URL-4 (2008) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, *Paulownia* odunu izolasyon için iyi bir odun türüdür. *Paulownia*, termal iletkenliği en düşük olan odunlardan biri olup iletkenlik değeri 0,063-0,086 kcal m⁻¹ hr⁻¹ C⁻¹' dir. Bu yüzden *Paulownia* odunu çok yüksek ısı izolasyonu özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı son yıllarda ısı izolasyon amaçlı duvar dekorasyon panellerinde kullanımı oldukça yaygınlaşmaktadır. Ayrıca, *Paulownia*'nın odun talaşı da soğutma sistemlerinde izolasyon amaçlı kullanılmaktadır

1.4.8.5. Isı iletkenliği

Kaplan (2008), URL-4 (2008) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, *Paulownia* türünün dielektrik değeri düşüktür. Nem içeriği sabit olduğu zaman spesifik direnci diğer

ağaç türlerinden daha yüksektir. Bu da *Paulownia* odunun daha iyi izolasyon özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. *Paulownia*, 0.0063 - 0.086 kcal m⁻¹, hr-1, C-1 termal iletkenlik değerleriyle en düşük ısı iletkenliğine sahip ağaçtır. Bundan dolayı muazzam bir ısı yalıtım malzemesidir. *Paulownia*, 0.000561-0.000631 m⁻², hr-2 sıcaklık iletkenlik değerleriyle, bilinen 40 tür içerisinde en düşük sıcaklık yalıtımı verilerine sahiptir.

1.4.8.6. Ses iletkenliği

Kaplan (2008), URL-3 (2008) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, Çin'de geleneksel müzik aletlerinin yapımında *Paulownia* odununun kullanımı gelenekseldir. Viyolin ve piyano gibi ses aletlerinin yapımında genellikle *Picea jezoensis* Var. *Microsperma* kullanılmasına rağmen *Paulownia* türlerinin ses yayma kabiliyetinin daha iyi olduğu belirtilmektedir. Bu da göstermektedir ki *Paulownia* odunu iyi bir ses yayma özelliğine sahiptir. Ses iletkenliğinin iyi olması yanında kolay planyalanması, kolay kesilmesi ve parçalanma tehlikesi olmaksızın hızlı bir şekilde oyulabilmesidir.

1.4.8.7. Dayanıklılık

Anonim 3 (1984) ve Acar (2006)'a göre, *Paulownia* odununda yapılan sistematik araştırmalarda çürümeye karşı dayanıklılığının az olduğu belirtilmiştir. Fakat Çin'de uzun yıllar kullanılan *Paulownia* odununun çürümeye dayanıklı olduğu eski kaynaklarda bildirilmektedir. *Paulownia* odununda çürüme sadece yüzeysel olmaktadır.

Zhao-Hua et al. (1986), Lu ve Xiong, (1986), Acar (2007), Kaplan (2008), Kaymakçı (2010)'ya göre, Çin'in tropik bölgeleriyle Luengchou ve Kwansi otonom bölgelerinde odun çürümesi çabuk olmaktadır. Diğer bölgelerde tabut yapımında kullanılan *Paulownia* kerestesi ıslak topraklarda 30 yıldan fazla sağlam kalabilmektedir. Luecha şehrinde Hupeh eyaletinde yapılan kazılarda 200 yıldan fazla sağlam kalan *Paulownia* kerestesinden yapılmış tabutlara rastlanmıştır. Çin Ormancılık Akademisi (CAF) tarafından yapılan çürümeyle ilgili araştırma sonuçlarına göre, *Paulownia* odununun çürümeye fazla dayanıklı olmadığı belirlenmiştir.

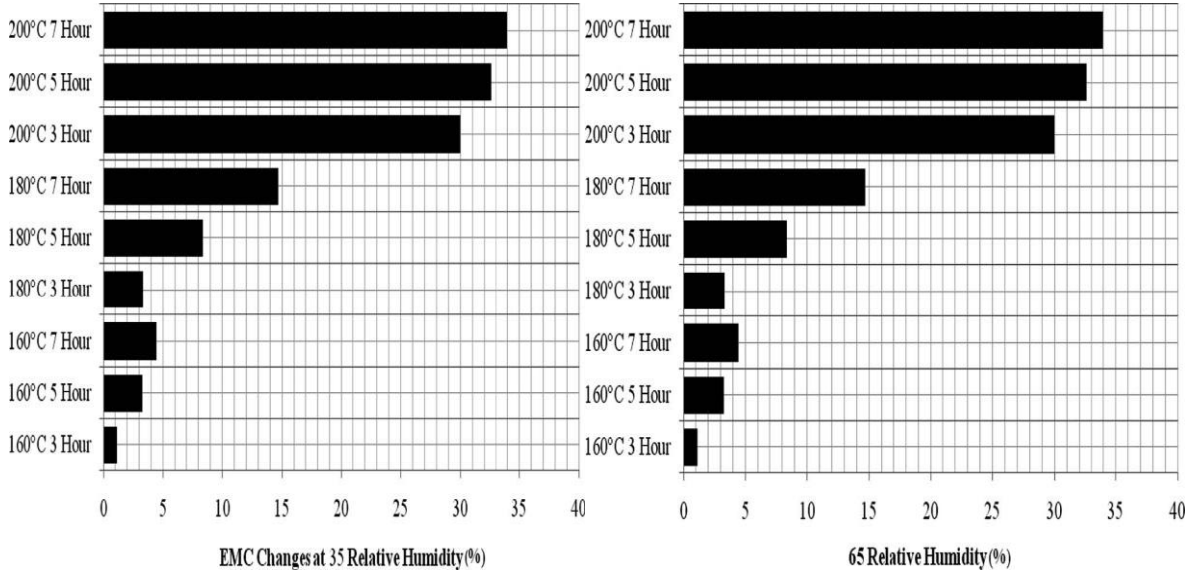
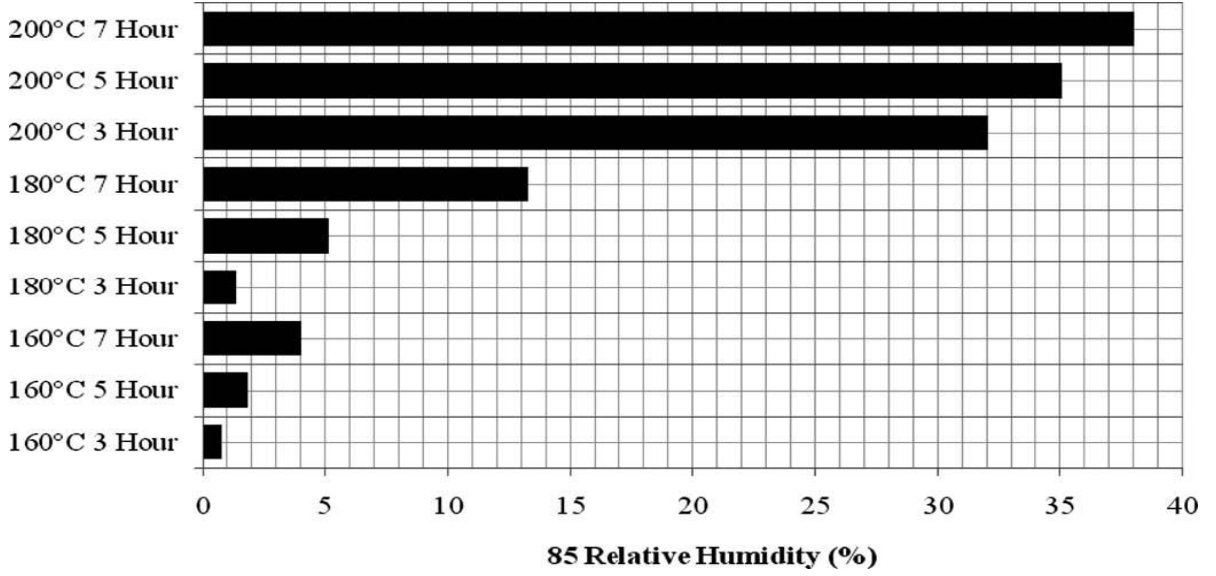
1.4.8.8. Kurutma

Kaplan (2008), URL-3 (2008), URL-4 (2008)'e göre, *Paulownia* odununun çekme katsayısı 0.27-0.37 yoğunlukla olup kullanılan pek çok ağaç türünden düşüktür. Oda sıcaklığında 25 günde %10 nem içerecek kadar kuruyabilmesi, fırınlama maliyetini ortadan kaldırmaktadır. Fırınlama süresi sadece 1 gündür. % 21-31 nem ihtiva eden bir *Paulownia* kerestesinde bulunan su yoğunluğu 0.056 g/m^3 'tür. Bu özelliği ile *Paulownia* kerestesi gemi içi dekorasyon ve kamara yapımında da rahatlıkla kullanılmaktadır.

Anonim 3 (1984) ve Acar (2006)'a göre, ibreli ve bazı yapraklı tür odunlarına göre *Paulownia* odunlarının çalışma katsayısı daha azdır. *Paulownia* kerestesinde bu değerler 0.27-0.37 arasında değişir. *Paulownia* odunundan yapılan ürünler çalışmaz, kırılmaz ve formu bozulmaz.

Kaygın ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada, hızlı büyüyen tür olarak *P.elongata*'nın farklı sıcaklıklarda (160°C, 180°C ve 200°C) ve farklı sürelerde (3,5 ve 7 s) ısıtılma işlemi tabii tutulması sırasında meydana gelen fiziksel değişiklikleri belirlemeyi amaçlamışlardır. %35, %65 ve %85 RH bağıl nemde ısıtılma işlemi gören *P.elongata* ahşap malzemelerinde oluşan şişme, yoğunluk, nem ve renk değişimleri tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, teste tabii tutulmuş *P.elongata* ahşap malzemelerinde oluşan minimum-maksimum şişme değişim oranları için; teğet yönde %6-46, radyal yönde %4-32 ve boyuna yönde %12-64 azaldığı gözlenmiştir. RH denge nem değişim oranları ise; %35 RH için %1-26, %65 RH için %1-33 ve %85 RH için %1-38 olarak gözlenmiştir. Hava kurusu ve fırında kurutulmuş örneklerin yoğunluğunun sırasıyla %1-16 ve %1.5-15 azaldığı ve %10-40 oranında renk değişiklikleri olduğu gözlenmiştir. Çizelge 1.6'da *P.elongata* odununda ısıtılma işlemi sonrasında oluşan bazı fiziksel değişimler görülmektedir.

Çizelge 1.6. *P.elongata* odununda ısıtıl işlem sonrasında oluşan bazı fiziksel değişimler (Kaygın ve ark., 2009).



1.4.8.9. Renk ve koku

Zhao-Hua et al. (1986), Kaplan (2008) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, *Paulownia* odunu ipek liflerine benzer düzgün lifli ve parlak bir tekstüre sahiptir. Fakat içinde barındırdığı polifenol materyali odunundan üretilen mobilyalarda birkaç yıl hatta birkaç ay içerisinde göze hoş görünmeyen lekeler oluşmaktadır. Bu problemi çözmek için üzerinde yapılacak uygulamalardan önce renksizleştirme işleminin uygulanması gerekmektedir. *Paulownia* kerestesi açık renkli, hafif ve kokusuzdur

Kerestenin kokusuz olma özelliği gıda maddelerinin saklanması için kullanımını mümkün kılmaktadır. Soluk sarı ve bal görünümünde, kokusuz, pürüzsüz ve budaksızdır.

1.4.9. Mekanik özellikler

Kaplan (2008)'a göre, *Paulownia* odunu mükemmel bir ağırlık-dayanım oranına sahip olmasından dolayı sert ağaçlar sınıfına girmektedir. Ev içinde kullanılan doğramalarda, yüksek mekanik dayanıklılığın gerektiği uygulamalar dışında, kapı, pencere, lambri yapımında kullanılmaktadır. Kerestesi çok kuvvetli olmadığından aşırı derecede yük binen mekanik aksamlarda kullanılması tavsiye edilmemektedir. Bazı *Paulownia* türlerine ait mekanik özellikler Çizelge 1.7'de verilmiştir.

Çizelge 1.7. *Paulownia* odunu mekanik özellikleri (Anonim 3, 1984; Kaymakçı, 2010).

| Tür | σ_B /** | σ_E * | σ_M /** | | σ_{ζ} /** | α * | Janka Sertlik | | | σ_{ZB} * | |
|-----------------------|----------------|--------------|----------------|----|----------------------|------------|---------------|----|----|-----------------|----|
| | | | r | t | | | r | t | l | r | t |
| <i>P.catalpiflofa</i> | 196 | 329 | 41 | 47 | 521 | 17 | 87 | 94 | 15 | 77 | 83 |
| <i>P.elongota</i> | 159 | 289 | 44 | 44 | 394 | 13 | 84 | 86 | 12 | 76 | 63 |
| <i>P.fargesii</i> | 160 | 363 | 42 | 35 | 518 | 21 | 11 | 12 | 17 | 76 | 61 |
| <i>P.fortunei</i> | 188 | 405 | 56 | 50 | 563 | 32 | 12 | 12 | 21 | 76 | 74 |
| <i>P.tomentosa</i> | 223 | 406 | 51 | 56 | 605 | 34 | 11 | 13 | 18 | 10 | 96 |

(*) değerler kgf/cm³ cinsinden verilmiştir.

1.4.10. Kimyasal özellikler

Paulownia odununun bazı kimyasal özellikleri Çizelge 1.8'de verilmiştir.

Çizelge 1.8. *Paulownia* odunu kimyasal özellikleri (Kalaycıoğlu ve ark., 2005; Kaymakçı, 2010).

| Kimyasal | <i>Paulownia</i> (%) |
|------------|----------------------|
| Holoseülöz | 78.8±0.5 |

| | |
|----------|----------|
| Selüloz | 48.3±0.4 |
| Lignin | 22.1±0.3 |
| Sıcak Su | 12.8±0.1 |
| Soğuk Su | 11.6±0.2 |
| pH | 5.38± |

1.4.11. Ekolojik istekleri

1.4.11.1. Sıcaklık

URL-3 (2008)'e göre, *Paulownia*, geniş sıcaklık aralığında yayılış yapan bir ağaç türüdür. Türün kuzey sınırını (-5) °C ile Ocak ayı ortalama sıcaklığı belirler. En düşük sıcaklık (-20) °C dir. *P.fargesii* doğal yayılış ortamlarında 1000 m yükseklikte, (-10) °C ile en düşük sıcaklığa sahip bölgelerde iyi bir gelişim yapar. *Paulownia* türlerinin değişik sıcaklık derecelerine karşı gösterdiği reaksiyon farklıdır. Soğuğa en dayanıklı tür *P.tomentosa* 'dır. Bunu *P.elongata* ve *P.catalpifolia* izler. *P.taiwania* ve *P.kawakamii* ciddi anlamda don tehlikesi ile karşı karşıya kalan türleridir. Sıcaklık, değişik türlerin farklı zamanlarda gelişimini değişik boyutta etkiler. 34°N enleminde *P.tomentosa* sürgünleri üzeri örtülmüş kök sürgünlerinden gelir. Boy gelişimi Eylül ayının ilk yarısında durur. Bu dönemde ortalama sıcaklık 20°C'dir. *P.elongata* boy gelişimini Ekim ayının başlarında (18°C günlük ortalama) durdurur *P.fortunei* Ekim ortaları ve Kasım başına kadar boy gelişimine devam eder.

1.4.11.2. Yağış

URL-3 (2008)'e göre, *Paulownia*, geniş yaprak yüzeyleri ile birlikte transpirasyon (terleme, su kaybı) oranı yüksek ve iyi gelişen bir kök sistemine sahiptir. Bu yüzden yeterli nemin olması *Paulownia* için şarttır. Yıllık yağışın 500-2000 mm olduğu yetişme ortamlarında iyi gelişim yapan türleri vardır. Tepelik lős (kumlu) topraklara sahip nehirler boyunca, yıllık yağışın 500 mm den az olduğu alanlarda

P.elongata ve *P.tomentosa* suni sulama olmaksızın iyi bir gelişim yapabilir. Sadece hızlı gelişimin olduğu devrede su gereksinimi artmaktadır. Yağışın %65' inin gelişim sezonuna düşmesi iyi bir büyüme için şarttır. Ülkemizde kuraklığa dayanıklılık bakımından uygun türlerin sıralaması; *P.tomentosa* , *P.elongata*, *P.fortunei*, *P.fargesii* şeklindedir. Atmosferik kuraklığa karşı aşırı duyarlı bir tür değildir. Örneğin son yıllarda Çin'de Sha-Che kasabasında 38°N-77,3° enleme yayılış yapan *Paulownia* türlerinden *P.tomentosa* ve *P.elongata*, yıllık yağışın sadece 41,8 mm ve yıllık buharlaşmanın 22,3 mm olduğu yetişme bölgelerinde ve yılda 129 gün kurak rüzgarların bulunduğu ortamlarda suni sulama ile iyi bir gelişim ortaya koymuştur.

1.4.11.3. Işık

URL-3 (2008)'e göre, *Paulownia* tam ışığın %30 dan çoğunu alamaz ise ışsızlık *Paulownia* için öldürücü olabilmektedir. Bu durum *Paulownia*'nın ışık ağacı olduğunun göstergesidir. Bu nedenle *Paulownia*, diğer hızlı gelişen türlerden oluşan ormanlar için uygun bir tür değildir. Çin'de yapılan çalışmalarda, Çin'in değişik yörelerinde kavak plantasyonları ile 3x2 m aralık mesafede karışıma sokulduğunda *Paulownia* türlerinde yavaş gelişim ve %20 oranında ölümler gerçekleşmiştir.

1.4.11.4. Rüzgar

Hua et al. (1980), Xiong (1990), Kaymakçı (2010)'ya göre, *Paulownia*'nın kanatlı tohumları rüzgarla birlikte kolay bir şekilde dağılabilmektedir. Rüzgar bu tohumların dağılabilmesi için son derece önemli bir rol oynamaktadır. Daha önce yapılan araştırmalarda tohumların ana ağaçtan 1.5 km. uzağa gidebildiği belirlenmiştir. Bununla beraber güçlü rüzgarlar neticesinde, *Paulownia* fidanları ve genç ağaçları ile iyi bir şekilde izole edilmiş yetişkin ağaçlar dahi kırılabilmekte veya zarar görebilmektedir. Bu yüzden *Paulownia* plantasyonunun yapılacağı alanın güçlü rüzgarlar alan yüksek yerler olmamasına dikkat edilmelidir.

1.4.11.5. Toprak

URL-3 (2008)'e göre, *Paulownia*'nın Çin' de geniş bir yayılışı vardır. Bol topraklarda çok iyi bir gelişim yapar. Aynı zamanda fakir kumlu topraklara sahip Çin'in kuzey kesimlerinde ve laterit topraklara sahip güney kesimlerinde kumlu topraklar üzerinde iyi bir gelişim yapar. *P.elongata* %10 dan az kil olan topraklarda yetişebilir. Çoğu *Paulownia* türü derin kök sistemine ve kılcal yan köklere sahiptir. Kök gelişimi sadece yeterli nem ve sıcaklığa bağlı değildir. Aynı zamanda iyi havalanmış topraklar ister. *Paulownia* %50 boşluk hacminden fazla topraklarda iyi gelişir ve %10 boşluk hacminden düşük topraklarda gelişimi engellenir. Toprağın hacim ağırlığı 1,031g/cm³ olması arzu edilir. *Paulownia* taban suyuna ve tuzluluğa karşı hassastır. Taban suyu seviyesi 1,5 m'nin altında olmalıdır. Eğer 3-4 gün süre ile durgun su oluşursa fidan ve ağaçlar ölebilir. %1 ve üzeri tuzluluk öldürücü olabilir. PH değerleri olarak *P.elongata* ve *P.tomentosa* 5,0-8,9 değerlerine dayanabilir. Fakir topraklarda iyi bir gelişim yapar. NPK gübrelemesi gelişimi artırır. Bu gübrelerin tek başına kullanılması iyi sonuç verir. Yağışlı sezonda taban suyu seviyesi 2m'nin altında olmalıdır. *Paulownia* toprağın 40 cm altında bulunan besin elementleri ve toprak suyundan yararlanır. Bu nedenle iyi bir tarımsal ormancılık ağacıdır. Kuzey-güney doğrultusunda tesis edilen sıralar arasına zirai ürünler yetiştirilerek zirai ürünün verimi %20 oranında artırılabilir. Ayrıca alt tabakada bulunan ürün toprağı gölgeleyerek toprağın sürekli nemli kalmasını ve böylece su kaybını önlemeyi dolayısıyla *Paulownia* ürün verimini artırır. Ülkemizde özellikle şiddetli akşamüzeri güneşinin kesilerek toprağın kurumasının önlenmesi açısından Ege ve Akdeniz yörelerinde tarımsal ormancılık modellerinde yer verilmesi gereken bir türdür. *Paulownia*'nın ekolojik istekleri Çizelge 1.9'da özetlenmiştir.

Çizelge 1.9. *Paulownia*'nın ekolojik istekleri (URL-3, 2008).

| Enlem | Rakım | Sıcaklık İsteği | | Yağış Yıllık | Kurak Aylar | PH | Toprak Tipi |
|---------|-------|-----------------|--------|-----------------|----------------|-------|----------------------|
| | | max | min | | | | |
| 28-36°N | 1200 | 40 °C | -15 °C | 600-1500 | 3-9 | 5-8.5 | Ağır Kumlu Balçık |

1.4.12. Plantasyonların yetiştirilmesi

1.4.12.1. Uygun yetiştirme ortamının seçimi

URL-3 (2008)'e göre, *Paulownia* ile yapılacak plantasyonlarda saha seçiminde; sıcaklık, yıllık yağış miktarı, toprak tipi ve taban suyu seviyesi en başta bilinmesi gerekli ekolojik etmenlerdir. Türün ekolojik isteklerinin dikkate alınması ve uygun toprakların seçilmesi gerekmektedir. Bunun için ağaçlandırma yapılacak arazinin gevşek bünyeli, kumlu-balçık yapıda, toprak reaksiyonunun (PH) 5-8,5 ve taban suyu seviyesinin en az 2,5 m olması gerekir.

1.4.12.2. Tohum yoluyla fidan üretimi

URL-3 (2008)'e göre, orijini ve tohum özellikleri belli olan üstün ağaçlardan elde edilen kaliteli tohumların kullanılması gerekir. Üstün özellikleri genetik olarak ispatlanmış tohumların kullanılması, başarılı bir plantasyon ve gelecekte kaliteli ormanlar ve yüksek nitelik ve nicelikte ürün elde edilmesi bakımından önemlidir. Tek ya da 3-5 ağaçtan toplanan tohumlara güvenilmemelidir. Tohum yoluyla üretimde en önemli konu üstün özelliklere sahip bireylerden elde edilen genetik çeşitliliği yüksek tohum materyali kullanılmasıdır. Şekil 1.4'te *Paulownia*'nın meyve ve tohumları görülmektedir.

Tohum çimlendirme süreci

URL-3 (2008)'e göre, tohum çimlendirme için 51 cm uzunluk, 34 cm genişlik ve 8 cm. derinlikte plastik tepsiler kullanılması uygundur. Bu ebatlara sahip tepsilere yaklaşık 2000-2500 adet tohum ekilebilir. 2 tatlı kaşığı yaklaşık 2000-2500 tohum demektir. Bu durum, yaklaşık 1 cm² ye 1 fide denk gelmesi demektir. Çimlendirme ortamı olarak steril torf kullanılabilir. Tohumların üzeri 1 mm kalınlığında aynı torfun elenmesi ile elde edilen materyalle kapatılır. Sürekli nemli bir çimlenme ortamı sağlanır. Tepsilerin üzeri 1 hafta süreyle çimlenmeler görülünceye kadar kapatılır. Çinli kaynaklarda bu sürenin 3 hafta olduğu söylenmektedir. Bu şekilde 3 hafta boyunca üzeri kapalı tutulan fideler ışığa yönelimden dolayı fazlaca boylanmakta ve sulama sırasında zarar görebilmektedir. Kısa ve kalın kök boğazı çapına sahip fideler 1 hafta üzeri kapalı tutulan tepsilerden elde edilmiştir.

Çimlenme ve fidelerin gelişimi için en ideal sıcaklık aralığı 24-29 °C arasındır. Şekil 1.5'te tohum yöntemiyle *Paulownia* fidanı üretimi görülmektedir.



Şekil 1.4. *Paulownia* meyve ve tohumları (Acar ve ark., 2007).



Şekil 1.5. Tohum yöntemiyle *Paulownia* fidanı üretimi (URL-13, 2011).

1.4.12.3. Kök çelikleri ile fidan üretimi

URL-3 (2008)'e göre, kök çelikleri ile fidan üretiminde 1-2 yaşında fidanların kök çelikleri kullanılır. Kök çeliği, 1-4 cm çapında ve 15-18 cm uzunluğunda kök uzantıları olmalıdır. Fidanlardan, yaprak dökümünden sonra kök çelikleri alınır. Çeliklerin üst yüzeyi düz, alt yüzeyi eğimli olarak kesilir. Alınan kök çelikleri 2-3

gün 20 °C de kapalı bir odada hava kurusu hale getirilir. Kök çelikleri 0-10 °C de saklanabilmektedir. Çeliklerin dikimi yapılmadan önce, dikim zamanına kadar 12-18 °C de 1 hafta bekletilmelidir. Bun durum kök gelişimini hızlandıracaktır. Kök kabuğunun çatlamaya başlaması ve ilk sürgünlerin çıkmasıyla beraber dikimi yapılmalıdır. Günlük sıcaklık ortalaması, 5 °C olduğu zaman kök çeliği dikimi yapılabilir. Şekil 1.6'da kök çelikleri ile *Paulownia* fidanı üretimi görülmektedir.



Şekil 1.6. Kök çelikleri ile *Paulownia* fidanı üretimi (URL-13, 2011).

Çeliklerin, dikimle birlikte üzeri naylon ile örtülerek 4-5 gün yüksek ısıya tabi tutulur. Çelikler, toprak yüzeyinden 1 cm derine kadar toprağa dik şekilde yerleştirilir ve üzeri 5-7 cm kalınlığında toprak ile örtülür. Toprak nemi ve sıcaklığını sabit tutabilmek için plastik örtü ile üzeri kapatılır. Kök çelikleri ortalama toprak sıcaklığı 4-8 °C veya üzerine çıktığında bahar ayında plante edilir. Kök çeliklerinin hızlı gelişmesi nedeniyle plantasyon geniş aralıklarla yapılmalıdır. Gereğinden sık yetiştirildiğinde kök çelikleri ile elde edilen fidanlarda düşük yaşama oranları gerçekleşir. Birim alanda yüksek yetiştirme sıklığı düşük kalitede fidanlar elde edilmesine neden olur. Bunun için itinalı plantasyon ve yetiştirme sıklığı kullanılmalıdır. Bu yüzden hektarda 10 000 (1x1m) veya 12 600 (1x8m) adet yetiştirme sıklığı uygun olmaktadır. Eğer 5-6 metre boyunda fidan elde edilmek isteniyorsa hektarda 9000 adet sıklığın üzerine çıkılmamalıdır.

1.4.12.3. Genetik yöntemler (Doku kültürü)

Tarihi gelişimi

URL-13 (2011)'e göre, 1938 yılında hücrelerin tam bir bitkiyi oluşturdukları şeklindeki düşünce "Totipotensi Teorisi" olarak ortaya konmuştur. Bu teori hücre ve doku kültürünün başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bitki hormonlarının geç keşfedilmiş olması, bitki doku kültürü çalışmalarının, hayvan ve insan doku kültürü çalışmalarına göre daha geç başlamasına sebep olmuştur. İlk defa bir oksin olan IAA in keşfedilmesinden sonra bitki doku kültürü çalışmalarında çok önemli bir aşama kaydedilmiştir. 1892 yılından günümüze kadar bir çok çalışma yapılmış başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ülkemizde birçok üniversitede, TÜBİTAK ve Tarım Bakanlığına bağlı araştırma enstitülerinin laboratuvarlarında çalışmalara devam edilmektedir.

Tanımı ve amaçları

URL-13 (2011)'e göre, "Doku kültürü; aseptik şartlarda, yapay bir besin ortamında, bütün bir bitki, hücre (meristematik hücreler, süspansiyon veya *kallus* hücreleri), doku, (çeşitli bitki kısımları, eksplant) veya organ (apikal meristem, kök vb.) gibi kısımlarından yeni doku, bitki veya bitkisel ürünlerin (metabolitler gibi) üretilmesidir". Bitki doku kültürünün amaçları; yeni çeşit geliştirmek, mevcut çeşitlerde genetik varyabilite oluşturmak, kaybolmakta olan türlerin korunması, çoğaltılması zor olan türlerin üretimi şeklinde özetlenebilir.

İşlem aşamaları

URL-13 (2011)'e göre, "Uygun bir laboratuvar düzeninin kurulması; kullanılacak bitki parçalarının ve besin ortamının seçimi hazırlanması ve sterilizasyonu, *kallus* ve hücre süspansiyonlarının oluşturulması, *kallus* ve hücre süspansiyonlarından veya doğrudan somatik veya gametik hücrelerden bitki rejenarasyonun uyarılması, oluşan sürgünlerin çoğaltılması ve boylarının uzatılması, somatik embriyoların olgunlaştırılması, uzayan sürgünlerin köklendirilmesi ve köklenen bitkilerin dış ortama alıştırılması şeklinde özetlenebilir". Embriyo kültürü; biyolojik temel çalışmalarda, tohumun çimlenememesi durumunda, ıslah süresini kısaltmada,

yaşayamayan embriyoların kurtarılmasında, haploid bitkilerin üretilmesinde, tohum canlılığının hızlı test edilmesinde ve ender bitkilerin çoğaltılmasında kullanılır. Şekil 1.7'de doku kültürü ile *Paulownia* fidanı üretimi görülmektedir.



Şekil 1.7. Doku kültürü ile *Paulownia* fidanı üretimi (URL-13, 2011).

1.4.12.5. Silvikültür ve gelişim evreleri

URL-3 (2008)'e göre, birinci gelişim evresi boyunca yani gelişim döneminin başlangıcından itibaren ilk 2 aylık dönemde, sürgünlerin ilk görülmesinden başlayarak yavaş bir gelişim vardır. Bu evrede kök sistemi hızla gelişmektedir. Bu zaman diliminde en önemli idare, toprağı nemli ve kök sisteminin gelişebilmesi amacıyla gevşek tutmaktır. Bu sırada köklerden çıkan çok miktarda sürgünler 5 cm boya geldiğinde, sürgün teklemesi (en kaliteli bir adet sürgünün bırakılması) yapılmalıdır. İlave gübreleme ve sulama, fidanlar 10 cm boya geldiğinde uygulanmalıdır. Mayıs-Haziran aylarında 10-15 günde bir sulama ile birlikte gübreleme yapılır. Özellikle kaliteli fertler elde etmek amacıyla hızlı gelişim periyodunda düzenli bir gübreleme yapılmalıdır.

İkinci aşama hızlı gelişim periyodudur. Plantasyondan sonra 2-4. aylarda Haziran ayının sonları ile Temmuz ayının başlarından başlayan ve Ağustos ayının ortalarına kadar devam eden geniş bir evredir. Bu evrede ortalama sıcaklık 24-29 °C'dir. *Paulownia* fidanları için en ideal sıcaklıktır. Yaprak yüzey alanı ve kök

sistemi hızlı bir şekilde gelişir. Boy ve çap gelişimi en yüksek düzeye ulaşır. Yıllık boy büyümesinin yaklaşık %75-80'i 4. aya denk gelir. Yüksek kalitede gövde elde edilecek evre bu dönemdir. Hızlı gelişim periyodundan sonra fidan kök boğazı alanı etrafında toprak yüzeyinde topraklama (fidanların kök boğazı çevresinde toprağı kabartarak kök boğazına yaklaştırma) yapılır. Bu uygulama fidanların devrilmesini ve kırılmasını önler. Fidanların hızlı büyüme potansiyelinden yararlanmak için düzenli gübreleme ve sulama yapılmalıdır. Hızlı çözünür gübreler 3-4 defa sulama ile bağlantılı olarak uygulanmalıdır. Yan sürgünler ve taze filizler bu dönemde uzaklaştırılmalıdır. Şekil 1.8'de gelişmiş *Paulownia* ağacı görülmektedir.



Şekil 1.8. Gelişmiş *Paulownia* ağacı (URL-4, 2008; URL-8, 2011; URL-9, 2011)

Üçüncü aşama Ağustos ayının sonlarına doğru başlar. Bu dönemde ortalama sıcaklık 20°C' ye düşer ve boy gelişimi azalarak devam eder. Eylül ayının ortalarına doğru durur (Bu süreç Çin'in değişik orijinlerinde bu şekilde gerçekleşmektedir). Manisa-Ahmetli' de fidanlık sahasında yapılan ölçümlerle beraber boy gelişiminin Ekim ayının ortalarına kadar devam ettiği tespit edilmiştir. Bu evrede çap artımı yavaş yavaş düşer. Ekim ayının ortalarında durur. Bu periyotta sulama ve gübreleme işlemi odunlaşmayı sağlamak, yeni sürgün oluşumunu geriletmek için durdurulmalıdır.

Birinci yıl sonunda fidanlar gelişim dönemi başlamadan (erken ilkbahar) toprak seviyesinden kesilir (ilk yıl 3-4 m boy ve 3-5 cm çap yapan, düzgün gövdeye sahip fidanlar kesilmeyebilir). İyi bir kök gelişimi yapmış 1 yaşlı fidanlar gelecek gelişim dönemine hazır gelişmiş bir kök sistemi ile başlayacak ve 4-5 m sürgün verebilecektir. Bu gelişim evresinde yaprak koltuklarından ana gövdeden çıkan taze filizler alınarak tüm gelişimin boylandırma amaçlı kullanılması esastır. 1. ve 2. yıl bu şekilde filizlerin alınması temel yetiştirme tekniğidir. 1. ve 2. yıl sonunda dallandırılmayan bireylerden iki sürgün (sopa şeklinde) elde edildiğinde boy 6 m ye eriştiğinde yani 3. yılda ağaçlar tepe tacı gelişimine bırakılacaktır. Bir ağaçtan 6-7 m dalsız gövde elde edilmesinin ardından 4. yıldan sonra ve kesim zamanına kadar ağaçlar çap artımına bırakılacaktır. 3. yıldan sonra 6-7 m' lik dalsız gövdeden gelecek su sürgünleri alınarak budaksız gövde elde edilmesi sağlanacaktır. Kısacası fidan dikilip normal gelişim seyrine bırakılırsa, dallı, budaklı ve kısa boylu sadece bir park ağacı elde edilebilir.

Paulownia ağacının gelişim dönemi sonunda terminal tomurcuğu mutlaka bir çiçek kurulu ile sonlanır. Bunun için ilk iki yıl tepe budaması şarttır. Ayrıca kışın terminal tomurcuk (tepe tomurcuğu) donabilir. Bu durumda paniğe kapılmamalı ve tepe budaması (İlkbaharın başında gelişim dönemi öncesinde) yapılmalıdır. Gelişim dönemi içinde tepeden çıkan sürgünlerden en boylu, güçlü ve düzgün olanı bırakılarak diğer sürgünler alınmalıdır. Tomruk vasfında ürün elde etmek amacıyla fidanın 25-30 cm çaplara gelmesi 5-7 yılı bulmaktadır. Hasattan sonra sahanın gençleştirilmesi son derece az girdi ile yapılacak bir çalışmadır. Bunun için toprak seviyesinden 3-5 cm yükseklikten kesilen kütüklerden gelecek sürgünlerden yararlanılır. Bu kütüklerden gelecek sürgünler 1. yıl 7-8 metrelere ulaşabilir. Bu durumda sürgün teklemesi yapılarak en kaliteli sürgün gelişim dönemi başladıktan 1 ay sonra (Nisan sonu Mayıs ayı başlarında) seçilebilir. Çünkü *Paulownia*'dan hızlı gelişim ve en kaliteli sürgünün elde edileceği dönem Haziran-Eylül ayları arası 4 aylık zaman dilimidir.

1.4.13. Önemli hastalık ve zararlılar

Bir çok ağaç türü gibi Paulownia da bazı hastalık, mantar, virüs, böcek, rüzgar ve güneşten zarar görebilmektedir. Bunlardan önemli bazı hastalıklar aşağıdaki gibidir.

1.4.13.1. *Witches' broom* hastalığı

Paulownia'ya zarar veren önemli hastalıklardan biridir. Ağaçların gelişmesini önleyen, genç ağaçlar ile fidanların ölümüne sebep olan bu hastalık bulaşıcıdır. Hastalığın belirtilerini dallarda, gövdede, çiçeklerde ve köklerde görmek mümkündür. Hastalıktan etkilenen dallarda aksiler ve yardımcı filizlerde önemli miktarda çimlenme görülmekle birlikte, yaprak yüzeyleri kırışık, belirgin damarlı, küçük, zayıf ve sarıdır. *Paulownia* her yaşta bu hastalığa yakalanabilir. Ağaç %50-80 oranında etkileyen *Witches' broom* hastalığı ağacın gelişimini %20-25 etkilediği gibi kök sistemine de ciddi zararlar verir. Hastalık, ağacın bünyesinde fizyolojik değişikliklerle beraber metabolik düzensizliklere, ihtiyaçlarını karşılamada ve enerji kullanımında düzensizliklere, yetersiz beslenmesine ve sonuçta kademeli olarak ölüme sebebiyet verir (Xuan,1981; Zhao-Hua et al, 1986; Kaymakçı, 2010).

1.4.13.2. *Sphaceloma Paulowniae* hastalığı

Xuan (1981), Zhao-Hua et al. (1986) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, *Sphaceloma Paulowniae* hastalığı, *Paulownia* fidanlarına ve genç ağaçlara zarar veren yaygın bir hastalıktır. Yeni filizlere bulaştığında genç yapraklar üzerinde kahverengi lekeler oluşturur ve bazen bu lekeler gövde üzerinde de görülür. Bu lekeli bölgelerde oluşan küçük dairemsi delikler sonra elips şekline dönüşür

1.4.13.3. *Anthracnose* hastalığı

Xuan (1981), Zhao-Hua et al. (1986) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, *Anthracnose* hastalığı fidanlara etki eden önemli hastalıklardan biridir. *Anthracnose*, yapraklara, yaprak saplarına ve fidanların yeni sürgünlerine zarar verir. Zarar gören yaprak yüzeylerinde kahverengi dairesel soluk renkli lekeler oluşur. Enfeksiyondan zarar görmüş olan yapraklar erken dökülür. Yeni oluşmuş yaprakların damarları zarar gördüğünde, yaprak yüzeyleri büzülür ve deforme olur. Yaprak sapları, yaprak

damarları ve yeni filizler zarar gördüğünde benekler küçük, açık kahverengi ve dairesel bir şekil almaktadır.

1.4.13.4. Böcekler

Xuan (1981), Zhao-Hua et al. (1986) ve Kaymakçı (2010)'ya göre, *Paulownia* odununa arız bazı böcekler; *Agrotis ypsilon*, *A. toxionis* Butler, *Euxoa segetum* Schiff, *Serica orientalis* Matsch, *Anomala corpulenta* Matsch, *Holotrichia diomphalia*, *Gryll unispina* Saussure, *G. Africana palisot de Beauvois*, *Empoasca flavescens*, *Cicadalla viridis* L., *Cryptotothlea variegata* Snellen, *Psilogamma menephron* Cramer, *Batocera horsfieldi* Hope, *Megopis sinica* White and *Basiprionota bisignata* Boh. Şekil 1.9'da *Paulownia*'da mantar, virüs, rüzgar kırıkları ve güneş yanıkları görülmektedir (Acar ve ark., 2007).



Şekil 1.9. *Paulownia*'da mantar, virüs, rüzgar ve güneş zararları (Acar ve ark., 2007)

1.4.14. *Paulownia*'nın Türkiye'deki durumu

1.4.14.1. Türkiye'de yetiştirme şartları

Acar (2009)'a göre, odun hammaddesi üretim açığının kapatılabilmesi için hızlı gelişen türlerle ağaçlandırma yapılması sorunun çözümüne etki edebilecek başlıca yöntemlerden biridir. Ülkemizde kavak, söğüt ve okaliptüs gibi hızlı gelişen türlere alternatif olabilecek ağaç cinslerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar uzun yıllardır ormancılık araştırma enstitüleri tarafından sürdürülmektedir. Bu projelerden biri olan ve Dünya Bankasınca desteklenen "(TARP), Tarımsal Araştırma Projesi" kapsamında "Bazı *Paulownia* Türlerinin Türkiye'ye Adaptasyonu ve Yaygınlaştırılması" adlı araştırma projesine 1998 yılında başlanmıştır. Projenin amacı; Türkiye'de hangi şartlarda *Paulownia* ile endüstriyel odun üretimi yapılabileceğinin belirlenmesi ve yerli orman endüstrisinde ne derecede kullanılabileceğinin belirlenmesidir.

Proje kapsamında, *Paulownia*'nın anavatanı Çin Halk Cumhuriyeti'nde bulunan Çin Ormancılık Akademisi ve Pekin Ormancılık Üniversitesi ile yapılan bilimsel işbirliği sonucunda ülkemize uyum göstermesi mümkün olan türlere ve bu türlerin orijinlerine ait tohum materyali temin edilerek çalışmalara başlanmıştır. *Paulownia* cinsinin *P.tomentosa* , *P.elongata* ve *P.fortunei* türlerine ait toplam 19 orijin ve bir *Paulownia* melezine ait tohumlardan elde edilen fidanlarla öncelikle İzmir-Torbalı Orman Fidanlığı'nda bir gen bankası ve Ege, Akdeniz, Karadeniz, Marmara ve GAP bölgelerinin 7 farklı ekolojik yörede denemeler kurulmuştur. Deneme alanlarında yapılan gözlem ve ölçümlere göre yapılan değerlendirmede *Paulownia* türlerinden bazılarının ülkemiz şartlarında kereste elde etmek amacıyla yetiştirilmesi belli şartlarda mümkün görülmektedir. Bununla birlikte *Paulownia*'nın ekolojik isteklerinin ülkemizde tam olarak karşılayacak yetiştirme alanı bulunmadığı belirlenmiştir.

Örneğin, *Paulownia* anavatanı Çin'de yıllık 500-900 mm yağış alan bölgelerde yayılış göstermekte, fakat bu yağışın %80'i vejetasyon döneminde gerçekleşmektedir. Killi-kumlu, derin, direnaji iyi ve alüviyal toprakları tercih eden *Paulownia*, toprak reaksiyonunun (pH) 5-8,5 olduğu topraklarda yetişebilmektedir.

Deneme alanlarının kurulduğu bölgelerde yıllık yağış miktarları *Paulownia* için uygun olmasına karşılık vejetasyon dönemindeki yağışın yıllık yağışa oranı %17-47 arasında değişmektedir. Ayrıca vejetasyon döneminde uygun ortalama sıcaklık Akdeniz Bölgesi'nde 6, Karadeniz Bölgesi'nde 5 aydır. Deneme alanlarında toprak tipi birbirine benzer olmakla birlikte topraktaki kil oranının artmasıyla fidanların yaşama oranları düşmekte, çap ve boy gelişmeleri azalmaktadır. Toprak ve iklim koşullarındaki yetersizliklerin yanı sıra, *Paulownia* fidanlarının ilk iki yılda yoğun bakıma gereksinimleri vardır. Dikim tekniği diğer orman ağacı fidanlarından farklıdır. Ayrıca fidanların sulamasında karık sistemi uygulanmaktadır. Fidanlar 2 gövde yaşına ulaşana kadar rüzgar, hayvan ve insan zararlarına karşı hassastır. Denemelerde bulunan 2-5 yaşları arasındaki bireylerde don, rüzgar kırıkları, güneş yanıkları ve toprak drenajındaki sorunlara bağlı olan mantar zararı sonucu ölümler görülmüştür. Budama işleminde ayrı bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Nitekim *Paulownia*'nın anavatanında uygulanan tekniklerle iki yaşlı bireylerde yapılan budama yeterli olurken ülkemizde her yıl budama yapılması gerekmektedir. Kaliteli kereste elde edilmesi için gövdenin budaksız olması istendiğinden *Paulownia* yetiştiriciliğinde budama işlemleri uygun aralıklarla ve yetiştirme süresince yapılması gerekecektir. Şekil 1.10'da *Paulownia* plantasyonu görülmektedir.



Şekil 1.10. *Paulownia* plantasyonu (URL-10, 2006)

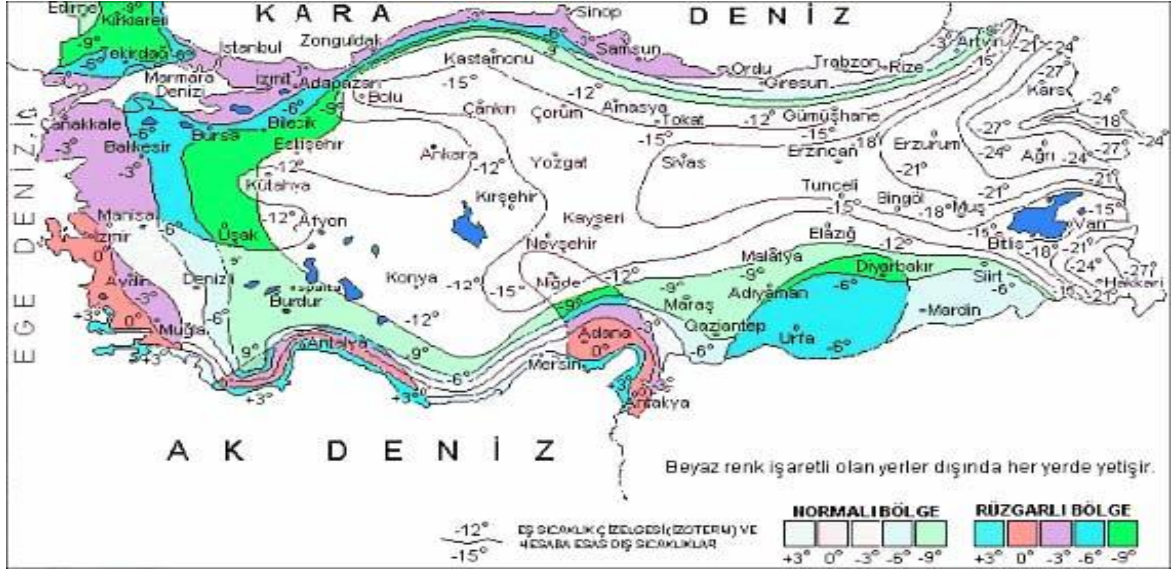
Ülkemizde *Paulownia* türlerinin en iyi çap ve boy gelişmesi kıyı Akdeniz Bölgesindeki alüvyal topraklarda görülmüştür. Beş yıllık yağış ortalaması 690 mm, yıllık çap (*P.fortunei-zhejiang*) 21,0 cm ve ortalama boy (*P.fortunei-guangxi*) 10,8 m'dir. Aynı bölgede yer alan ve beş yıllık yağış ortalaması 1232 mm, yıllık yağışın %17 si vejetasyon süresinde olan diğer bir yörede 5. yıl sonunda en iyi ortalama çap (*P.fortunei-anhui*) 14,6 cm ve ortalama boy (*P.fortunei-guizhou*) 8,7 m olmuştur. Ege Bölgesi'nde bulunan ve 658 mm yıllık yağış alan ve bu yağışın %17' sinin vejetasyon mevsiminde olan yörede ise 5 yıl sonunda en iyi ortalama çap (*P.tomentosa-anhui*) 15,6 cm, en iyi ortalama boy (*P.tomentosa-shangdong*) 7,0 m olarak belirlenmiştir. GAP, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde kurulan denemelerde yaşama oranları düşük olmuştur. Buna göre endüstriyel odun üretimi için gerekli olan 30-40 cm çapa sahip asgari 3-5 m boylu kereste elde edilebilmesi için beş yıllık idare süresi yetersizdir. Kerestelik odun elde edilmesi için hedeflenen idare süresinin belirlenebilmesi için mevcut deneme alanlarının daha uzun süre takip edilmesi gerekmektedir.

1.4.14.2. Türkiye'de gelişimi ve yayılımı

URL-3 (2008)'e göre, ne yazık ki ülkemizde, türün ekolojik ve silvikültürel (ağaç yetiştiriciliği) özellikleri hakkında yeterli bilgiye sahip olunmadan yapılan kimi plantasyonlar başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Fidancılık sektöründe, sadece fidan satışı yoluyla rant sağlama amacıyla olan kimi kuruluşlar türün yetiştirilmesi ve yetiştirme ortamları hakkında yeterli bilgiye sahip değildir. Ayrıca çoğu fidan satıcıları, satış yaptığı kesimi teknik yönden destekleyici bilgi verememektedir. Bu olumsuzluklar ve doğru yönlendirilememesi sorunu yaşayan ağaçlandırma meraklıları küçük alanlarda tesis ettikleri plantasyonlarda hayal kırıklığı yaşamaktadır.

Yavuzşefik, Çiçek ve Çetin (2003)'e, yaptıkları çalışmada bu durumu şöyle ifade etmektedirler; "Ülkemizde son zamanlarda adından sıkça söz edilen *Paulownia* ile ilgili bir çok bilgiye çeşitli gazete ve dergi yanında takvim yapraklarında bile rastlamak mümkündür. Ancak bu bilgilerin çoğu bilimsellikten uzak, eksik, aldatıcı, yetersiz ve/veya yanıltıcıdır. Adeta bu işle uğraşmakta olan ticari kuruluşların reklamı

ve bir nevi pazarlamacılığı yapılmaktadır". Türkiye'de *Paulownia* plantasyonları için birçok uygun bölge olsa da genel dağılımı Şekil 1.11'deki haritada verilmiştir.



Şekil 1.11. Türkiye'de *Paulownia* yetiştirme alanları (URL-2, 2011).

1.4.15. Kalite sınıflandırma çalışmaları

Graves (1989) ve Clatterbuck et al. (2004), yaptığı çalışmada, Çizelge 1.10'da görüldüğü gibi *Paulownia* tomruğunu yavaş-hızlı büyüme ile birim inç çapta yıllık halka ve arıza sayısına göre A,B,C,D,E kalite sınıflarına ve alt sınıflara ayırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre;

A Kalite: Tek düzgün gövde, merkezi öz, kusursuz yuvarlak, yıllık halkaları sıkı ve hatta inç başına en az sekiz halka olmalıdır. *Paulownia*'lar %1 oranında bu kaliteyi yapar.

B Kalite: Bir çift gövde, yüzey kusurları ve bir kusur için izin verilir. Yıllık halkaları inç başına en az altı halka ve sıkı olmalıdır. *Paulownia*'lar %40 oranında bu kaliteyi yapar.

C Kalite: İki kusura izin verilir. İnç başına en az dört adet yıllık halka olmalıdır. *Paulownia*'lar %40 oranında bu kaliteyi yapar.

D Kalite: İki'den fazla kusurları olabilir ama inç başına en az dört yıllık halka olmalıdır.

E Kalite: Kalitesi iyi tüm gövdeler, inç başına dört yıllık halkadan az olanlardır.

Çizelge1.10. *Paulownia* tomruğunda kalite sınıflandırması (Graves, 1989; Clatterbuck et al., 2004).

| TOMRUK ÇAPI (Inch)* | TOMRUK SINIFI Yıllık halka / Inch* | | | |
|------------------------|------------------------------------|----|---------|----|
| | 8 | 6 | 4 | <4 |
| 20+ | A1 | B1 | C1 or D | E |
| 16-19 | A2 | B2 | C2 or D | E |
| 12-15 | A3 | B3 | C3 or D | E |
| 8-11 | A4 | B4 | C4 or D | E |

*İyi kalite A1'den başlar. 1 Inch=2.54 cm

1.4.16. *Paulownia*'nın kullanım alanları

Paulownia'nın kullanım alanlarının çok zengin olması, bu ağaç türünün yetiştirilmesi üzerine yapılan çalışmaların artmasını sağlamaktadır. Kullanım alanları üzerine yapılan çalışmalardan Acar (2006), Kaplan (2008) ve URL-13 (2011)' e göre *Paulownia* kullanım alanlarından önemli bazıları aşağıdaki başlıklar altında verilmiştir.

1.4.16.1. Bal hammaddesi

Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında *Paulownia* çok miktarda çiçek üretir. Bu ağaçtan üretilen bal, açık renk olup özel bir aroması yoktur ancak yüksek miktarda üretilir ve ticari karışımlar için ideal bileşim olarak kullanılır.

1.4.16.2. Hayvan yemi

Paulownia çok geniş ve yüksek hacimde yaprak üretirler. Çin'de bu yapraklar nişasta olarak kullanılır.

Kuru yaprakların besin değeri yağ, şeker ve protein açısından zengin olup, ağırlıkları oranında tahıl ile aynı değere sahiptir.

1.4.16.3. Gübre

Paulownia'nın kök sistemi toprağın çok derinlerine giderek, fidanlıktaki diğer ürünlerin ulaşamayacağı rutubet ve besin maddelerini alır. İşte bu derin toprak tabakalardan alınan besinler ve rutubet, sonbaharda dökülen yapraklarla oluşan zengin örtüyü oluşturur. *Paulownia* yaprakları zengin nitrojen (azot) içermektedir ve rutubetli ortamlarda hemen dekompoze olarak gübre haline geçerler. Sürülen toprak, bu gübre ile karışarak toprağın verimliliğini artırır.

1.4.16.4. Rüzgar perdesi

Paulownia, geniş yaprakları sayesinde geniş bir alan kaplar. Bu nedenle özellikle deniz kenarında devamlı rüzgara açık yapıların korunmasında kullanılabilir. Şekil verilmesi son derece kolay olan ağaçlarla rüzgarın yön ve şiddeti dikkate alınarak rüzgar kıran perdeleri tesis edilebilir.

1.4.16.5. Hava filtresi

Paulownia ağacının yaprakları toz, duman ve hava kirliliğini emerek temizler. Bir hektar *Paulownia* yılda 6 kg. atmosferik kükürt emme kabiliyetine sahiptir. Tesis edildiği kentlerde %80 oranında hava kirliliğini azalttığı gözlemlenir. Büyük ve tüylü yapraklar tozun ve dumanın süzülmesinde önemli rol oynar. Çin'deki Szechuan vilayetinde hava kirliliğinin önüne geçebilmek için *Paulownia* dikimi yapılmış, sülfür dioksit oranı %0.169-1.140 iken diğer ağaçlar yaprak döküp ölürken *Paulownia*'lar firesiz yaşamayı başarmış ve hava kirliliğinin yok edebilmiştir.

1.4.16.6. Erozyon ve enerji

Paulownia, derin kök sistemi sayesinde toprağı tutar ve neticede heyelanı önler. Yine geniş yapraklarıyla rüzgar ve damla tesirinden toprağı korur. Bugün birçok gelişmiş ülkede ısınmak amaçlı olarak konutlarda verimi yüksek sobalara ve yakıt olarak ta odun kullanımına dönüş olmaktadır. Ayrıca, ABD'de bazı enerji santrallerinin etrafına enerji ormanı amaçlı *Paulownia* dikildiği bilinmektedir.

1.4.16.7. İlaç yapımında

Paulownia'nın yaprağı, kerestesi ve meyvesi bronşit tedavisine ve üst solunum yolu enfeksiyonlarında balgam sökücü özelliğe sahip olan ilaçların yapımında kullanıldığı bilinmektedir

1.4.16.8. Odun ve kereste

Paulownia odun ve kerestesi soluk sarı ve bal görünümünde, kokusuz, pürüzsüz ve budaksızdır. Tomruktan oransal olarak yüksek miktarda kereste çıkar. Düşük çekme (0.27-0.37), kırılma ve deforme olmama ayrıca çok yüksek ısı direnci gibi özelliklerinden dolayı odun ve kereste birçok alanda kullanılır. Selüloz oranı ise %46-49 arasında değişir.

Ev yapımında

Kerestesi çok kuvvetli olmadığından aşırı derecede yük binen mekanik aksamalarda kullanılması tavsiye edilmez. Bununla birlikte evin bir çok yerinde kullanılabilir. *Paulownia*'dan yapılan çatı kirişleri hem estetik durur hem de uzun yıllara dayanır. Çin'de Cichung Bölgesi, Szechuan vilayetinde tümüyle *Paulownia*'dan yapılmış evler ve tapınaklar 100 yıllık olmalarına rağmen hala yeni gibi ayakta durmaktadırlar.

Kağıt, kaplama ve izolasyonda

Paulownia, model uçak yapımında, planörlerde teknelerde, yarış teknolojisinde hafif, sağlam, çatlama ve çürümeye dayanıklı yapısı nedeniyle gelişen dünyamızda rakipsiz bir ağaç olmuştur. Diğer ağaç türlerine göre %40 daha hafifliğiyle ambalaj sanayisine büyük kolaylık getirmiştir. *Paulownia* yününün soğutma sistemlerinde yalıtım malzemesi olarak kullanılması idealdir. Ağıl ve ahırlarda saman yerine tercih edilebilir. *Paulownia* hamuru açık renkli ve homojen olduğundan kağıt hamurunda geleceği parlak bir malzemedir.

Yonga levha imalatında

Paulownia, çapının genişliği ve budaksız oluşuyla kolaylıkla sunta yapımında kullanılabilir. Rahat kesilebildiği ve rendelenebildiğinden zorluk çıkarmaz. Çin'de birçok fabrika *Paulownia*'dan 1.2-1.5 mm kalınlığında ağaç kaplamalı sunta üretmektedir. Zımparalanmış yüzeyi viskozitesi doğru yapışkanla 0.25 mm' ye kadar inceltilebilir. *Paulownia* suntası yüksek miktarlarda mobilya yapımında, kaplamada, paketlemede ve daha birçok yerde kullanılmaktadır.

Mobilya ve doğrama imalatında

Paulownia, masa ve sandalye yapımında kullanılmaktadır. Özellikle kutu bardaklık ve raf için uygundur. Duman ve zararlı böceklere karşı yüksek direnci kullanışlılığını arttırır. 12 yaşındaki *Paulownia* odunu yağ, şarap ve bira varilleri için kullanılmaktadır. Hafif yapısının yanında yazın serin kişin sıcak tutabilen dokusu arı kovanları için uygun atmosferik koşulları eksiksiz sunmaktadır.

Çiftlik aletlerinde

Sert ve hafif yapısı tarım aletleri için bilinen gürgen ve amdan daha pratik bir alternatif sunmaktadır. *Paulownia*'dan yapılan harman teknesi *Cunninghamia lanceolata*' dan daha fazla dayanır. Çin'in kimi eyaletlerinde *Paulownia*' lar çok amaçlı direkler için de kullanılmaktadır.

El sanatlarında

Japonya, Çin ve diğer Kuzeydoğu Asya lkelerinde *Paulownia* sanatkarların ellerinde ağaç vazolara, Buda heykellerine, ahşap balıklara, madalya ve mücevher kutularına dönüşmektedir. Şekil 1.12'de *Paulownia*'nın bazı kullanım alanları görülmektedir.





Şekil 1.12. *Paulownia* kullanım alanlarından örnekler (Acar ve ark., 2007; URL-12, 2009; URL-11, 2011).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Acar ve ark. (2007), tarafından yapılan çalışmada; tarımsal alanlarda odun üretiminde kullanılan kavak ve okaliptüs dışında bir orman ağacı olan *Paulownia*'nın ülkemizdeki yetiştirme koşulları araştırılmıştır. Çalışma, konu bazında yürütülen ilk araştırmadır. Proje gereğince, Torbalı Orman Fidanlığı'nda Çin Ormancılık Enstitüsü'nden temin edilen *P.elongata*, *P.fortunei* ve *P.tomentosa* türlerine ait 19 orijin ve bir *Paulownia* meleziyle bir gen bankası ve GAP Bölgesi'nde (Diyarbakır), Akdeniz Bölgesi'nde (Ceyhan Orman Fidanlığı ve Serik), Ege Bölgesi'nde (Aydın), Karadeniz Bölgesi'nde (Adapazarı, Ordu-Merkez ve Ulubey) sekiz deneme alanı kurulmuştur. Deneme alanlarından elde edilen bulgulara göre; orijinler arasında yaşama oranları bakımından istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamıştır. Denemelerde en yüksek yaşama oranını gösteren orijinlerden çap-boy gelişmesi bakımından en iyi grupta yer alan tür ve orijinler; Ceyhan şartlarında *P.fortunei*'nin *Guangxi* ve *Hubei*, Aydın şartlarında *P.elongata*'nın *Shanxi* orijinleri olduğu görülmüştür. Sonuç olarak; *Paulownia* ile ilgili ıslah ve yetiştirme araştırmaları tamamlanmadan Türkiye'de endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılması riskli olduğu, kesin sonuç elde edilinceye kadar başka çalışmaların yapılmasına gerek olduğu, yapılacak tüm bu araştırmaların sonuçları alınana kadar tarımsal amaçlı endüstriyel ağaçlandırmalarda sonuçları alınan kavak ve okaliptüsün kullanımına devam edilmesinin uygun olacağı tespit edilmiştir.

Kaplan (2008), tarafından yapılan araştırmada; *Paulownia* ağacının kurşun kalem endüstrisinde bir hammadde alternatifi olarak kullanımının uygun olup olmadığını incelemiştir. Çalışmada *Paulownia elongata*, *Populus tremula* ve *Juniperus excelsa* odunları kullanılmıştır. Standartlara uygun olarak hazırlanan test örneklerinin fiziksel özelliklerden yoğunlukları, mekanik özelliklerden eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü, teknolojik özelliklerden ise Brinell sertlik değerleri tespit edilmiştir. TS 1389 ve TS 5171 kurşun kalem standartlarına ilişkin deneyler yapılmıştır. Sonuç olarak; *Paulownia*, kavak ve ardıç odunlarının fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerinin birbirlerinden farklı ve bununla birlikte, kurşun kalem hammaddesi için belirleyici olan ve aranan bir özellik olan gevreklik faktörü bakımından *Paulownia* odununun, diğer ağaç türlerine göre daha gevrek bir

yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine TS 1389 ve TS 5171 kurşun kalem standartlarına göre yapılan testlerin sonuçları da *Paulownia* odununun bu sektör için uygun bir hammadde alternatifi olabileceğini ortaya koyulmuştur.

Xiong (1990), tarafından çalışmada; farklı orijinli *Paulownia* odunu klonlarının mekanik özellikleri araştırılmıştır. Klonların mekanik özelliklerinin farklılıklarını tespit etmek için gerekli mekanik testler uygun standart ve koşullarda yapılmış ve test sonuçları analizler yapılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler ışığında, Minghuan orijinli *Paulownia* odunu klonunun mekanik özelliklerinin diğerlerine göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Ayan ve ark. (2002), tarafından yapılan çalışmada; "Bazı *Paulownia* Türlerinin Türkiye'ye Adaptasyonu" isimli proje kapsamında Çin'den temin edilen üç *Paulownia Sieb. & Zucc.* türüne (*P.tomentosa*, *P.fortunei* ve *P.elongata*) ait 15 orijin ve *P.fortunei xtomentosa* melezine ait tohum materyalinin Trabzon-Of Orman Fidanlığı koşullarındaki fidanlık aşaması performanslarının karşılaştırması amaçlanmıştır. Her bir orijine ait boy ölçümü; fidanlar seradan açık alana çıkarıldıktan sonra 15 gün arayla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, vejetasyon dönemi sonu itibariyle ise orijinlere ait çap ve boy gelişimi ölçülmüştür. Boy bakımından en iyi ortalama gelişimin sırasıyla *P.fortunei xtomentosa* (91.7 cm), *P.tomentosa* henan-luoyang (85.2 cm), *P.fortunei* guangxi-guilin ve *P.fortunei* hubei-hunan (81.6 cm) orijinleri tarafından gerçekleştirildiği tespit edilmiştir.

Aytekin (2003), tarafından yapılan çalışmada; *in vivo* ve *in vitro*'da geliştirilen *P.tomentosa* 'nın bitki doku kültürü teknikleri ile klonal olarak çoğaltılması üzerine farklı oksin ve stokinin kombinasyonlarının etkisini belirlemek amacı ile denemeler kurulmuştur. Çalışmalar sonucunda; *P.tomentosa* 'nın *in vitro*'da yetişen fidelerinden elde edilen gövde eksplantından sürgün elde edilmiştir. Köklendirilen sürgünler toprağa adapte edilmiştir. Elde edilen sonuçlar; *P.tomentosa* 'nın *in vitro*'da klonal olarak çoğaltılmasına olanak sağlanması açısından önemli olduğu tespit edilmiştir.

Kaygın ve ark. (2009), tarafından yapılan çalışmada; hızlı büyüyen tür olarak *Paulownia elongata*'nın farklı sıcaklık ve farklı sürelerde ısı işleme tabi tutulması

sırasında meydana gelen fiziksel değişiklikleri belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre; teste tabi tutulmuş olan *P.elongata* ahşap örneklerinde şişme, yoğunluk, nem ve renk değişimleri gözlemlenmiştir. Oluşan minimum-maksimum şişme değişim oranları için; teğet yönde %6–46, radyal yönde %4–32 ve boyuna yönde %12–64 azaldığı, RH denge nem değişim oranları ise; %35 RH için %1–26, %65 RH için %1–33 ve %85 RH için %1–38 olarak tespit edilmiştir.

Gonzales et al. (2003), tarafından yapılan çalışmada; Arjantin’de *Paulownia tomentosa* ’nın fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması üzerine yapılan denemeler sonucunda elde edilen verilerle şu değerler tespit edilmiştir: Tam kuru yoğunluk (D0): 0.270 g/cm³, hava kurusu yoğunluk D12: 0.250 g/cm³, eğilme direnci: 256.85 kg/cm², eğilmede elastikiyet modülü: 25261.52 kg/cm², liflere paralel basınç direnci: 169.67 kg/cm², Janka sertlik (teğet-radyal-enine) değerleri: (145-120-260) kg/cm².

Kaymakcı (2010), tarafından yapılan çalışmada; Mersin, İzmir ve Sakarya yörelerinden elde edilen *Paulownia elongata* odununun anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yetiştirme yerinin etkileri araştırılmıştır. Standartlara uygun olarak yapılan deneylerde, *Paulownia elongata* odununun anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri ile yetiştirme yerinin odununun bu özelliklerine etkisi belirlenmiş ve sonuçlar benzer ağaç türleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen değerlerin analizlerinin yapılması ile sonuç olarak; anatomik özelliklerden çeper kalınlığı ort. 5.32 µm, lümen genişliği ort. 33.92 µm, lif genişliği 44.36 µm, lif boyu ort. 1.03 mm, fiziksel özelliklerden tam kuru yoğunluk ort. 0.231 g/cm³, hava kurusu yoğunluk ort. 0.273 g/cm³, hacim-ağırlık değerleri ort. 0.219 g/cm³, hücre çeperi maddesi oranı ort. %15,48, hava boşluğu hacmi oranı %84.50, hacmen daralma miktarı %7.82, hacmen genişleme miktarı %9.92, lif doygunluğu noktası rutubeti %38.76, içerisine alabileceği en yüksek su miktarı %403.13, mekanik özelliklerden eğilme direnci 31.84 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü değeri ort. 3352.69 N/mm², liflere paralel basınç direnci 35.49 N/mm², liflere paralel makaslama direnci 3.80 N/mm², dinamik eğilme direnci ort. 0.230 kN/cm², Janka sertlik değeri (liflere paralel-liflere dik) 226-149, liflere paralel çekme direnci 36.66 N/mm², liflere dik çekme direnci 14.66 N/mm² ve ayrıca statik kalite değeri ort. 8.69

km iyi kalite, spesifik kalite değeri ort. 3.41 km olarak tespit edilmiştir.

Akyüz (2003), tarafından yapılan çalışmada; *Paulownia* ağaç odununun orman endüstrisinde kullanım alanlarını belirlemek üzere ağacın yapısı, mikroskobik ve makroskobik özellikleri ile fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırılmış ve *Paulownia* ağaç odununun yapı malzemesi, kağıt hamuru, mobilya elemanı, sal, kızak, kayak, çiftlik aletleri yapımında kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Kalaycıoğlu ve ark. (2005), tarafından yapılan çalışmada; *Paulownia* odunundan elde edilen yonga levhaların bazı kimyasal özellikleri araştırılmış; selüloz, holoselüloz, lignin, suda çözünlülük ve pH seviyesi analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak; *Paulownia* odunundan elde edilen yonga levhaların bazı kimyasal özelliklerinden olan selüloz içeriği %48.3, holoselüloz içeriği %78.8, lignin içeriği %22.1 ve ort. Ph değeri %5.83 olarak tespit edilmiştir.

Vural (2007), tarafından yapılan çalışmada; *Paulownia tomentosa* ağacı odunundan ZnCl₂ kimyasal aktivasyon yapılarak aktifleştirilmiş karbon üretilmesi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; *Paulownia tomentosa* ağacı odununun ZnCl₂ ile aktivasyonunun özellikle mikro gözenekli aktifleştirilmiş karbon üretimi için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Nasir ve Mahmood (2000), tarafından yapılan çalışmada; Pakistan Ormancılık Araştırma Enstitüsü'nde, *P.elongata*, *P.fortunei*, *P.tomentosa* ağaç odunlarının anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmış ve sonuçlar diğer odun türleriyle mukayese edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında denemesi yapılan *Paulownia* odunu direnç değerlerinin aynı yoğunluktaki başka ağaç odunlarına oranla iyi olduğu tespit edilmiştir.

Akyıldız ve Kol (2010), tarafından yapılan çalışmada; *Paulownia tomentosa* odununun bazı teknolojik özellikleri ile kullanım alanları araştırılmıştır. Yapılan alışmalar sonucunda elde edilen verilerde *Paulownia tomentosa* odununun yapı, mobilya, ambalaj ve kağıt endüstrisinde çeşitli şekillerde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Zhang ve Chen (2005), tarafından yapılan çalışmada; tarihi Sishui krallığında bulunan türbede uzun yıllar su içinde kalmış olan *Paulownia* odununun özellikleri araştırılmıştır. Alınan örnekler laboratuvar ortamında gerekli testler sonucunda elde edilen verilere göre *Paulownia* odunu dokusunun tahrip olduğu ve çürüdüğü tespit edilmiştir.

Amir et al. (2009), tarafından yapılan çalışmada; yonga levha üretiminde farklı yonga karışım kombinasyonu ve farklı pres süreleri ile *Paulownia tomentosa* odunu kullanımı araştırılmıştır. Üretilen yonga levha örnekleri üzerinde EN standartlarına göre fiziksel ve mekanik testler yapılarak elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; *Paulownia tomentosa* odunu kombinasyonu ile elde edilen yonga levhalarda en uygun yonga kombinasyonunun %50 ve üzeri ve en uygun pres süresinin 5 dk olduğu tespit edilmiştir.

Anonim (1984), tarafından yapılan çalışmada; ibreli ve bazı yapraklı tür odunlarına göre *Paulownia* odunlarının çalışma katsayısının daha az olduğu belirtilmiştir. *Paulownia* kerestesinde bu değerlerin 0.27- 0.37 arasında değiştiği, *Paulownia* odunundan yapılan ürünlerin çalışmaz, kırılmaz ve formu bozulmaz olduğu belirtilmiştir. Romeko (1951)' ya göre; *Paulownia*, kavak, meşe ve bazı orman ağacı türlerinin 1 inç kalınlıktaki örnekleri ile yapılan bir araştırmada, 68 °C'deki bir odada 12 saat bekletildikten sonra *Paulownia* örneklerindeki nem miktarının %24 azaldığı ancak herhangi bir deformasyon ve başka bir zarar meydana gelmediği, buna rağmen denenen diğer türlerden kavak örneklerinin çok kötü duruma gelerek uçlarının kırıldığı, meşe odun örneklerinde ise kare ve petek şeklinde çatlaklar görüldüğü belirtilmiştir.

URL (2008), tarafından yapılan çalışmada; *Paulownia*'nın geniş sıcaklık aralığında yayılış yapan bir ağaç türü olduğu belirtilmiştir. *Paulownia* türlerinin değişik sıcaklık derecelerine karşı gösterdiği reaksiyonun da farklı olduğu, soğuğa en dayanıklı türün *P.tomentosa* olduğu ve bunu *P.elongata* ve *P.catalpifolia*'nın izlediği buna rağmen *P.taiwania* ve *P.kawakami*'nin ciddi anlamda don tehlikesi ile karşı karşıya kalan türler olduğu belirtilmiştir. Sıcaklığın değişik türleri farklı zamanlardaki gelişimini değişik boyutta etkilediği vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme plantasyonu seçimi

Materyal olarak Manisa-Turgutlu, Aydın-Bozdoğan ve İzmir-Menderes plantasyonlarından 3'er adet alınan toplam 9 adet *P.elongata* örnekleri üzerinde araştırma çalışmaları yapılmıştır. Araştırma materyali seçilirken ağaç evsafı ve yetiştirme ortamının bilimsel esaslara göre ve TS 4176'ya uygun olmasına dikkat edilmiştir. Çizelge 3.1'de deneylerde kullanılan örnek ağaçlara ilişkin bazı teknik özellikler ile ağaçların yetiştiği yörenin özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. *P.elongata* deneme ağaçları ile yetiştirme yörelerinin özellikleri.

| Yetiştirme Yöresi | Ağaç Kodu | Ağaç Yaşı | Enlem Boylam | Rak. (m) | Sıc. °(C) | Yağış (kg/m ²) | B.Nem Ort.(%) | Rüzgar (m/sn) |
|-------------------|-----------|-----------|------------------------|----------|-----------|----------------------------|---------------|---------------|
| Manisa Turgutlu | MT1 | 4 | 38° 30' K 27° 42' D | 69 | 16.7 | 481.2 | 61.5 | 1.7 |
| Manisa Turgutlu | MT2 | 4 | 38° 30' K 27° 42' D | 69 | 16.7 | 481.2 | 61.5 | 1.7 |
| Manisa Turgutlu | MT3 | 4 | 38° 30' K 27° 42' D | 69 | 16.7 | 481.2 | 61.5 | 1.7 |
| Aydın Bozdoğan | AB1 | 6 | 28° 48' K 37° 81' D | 56 | 18.0 | 522.3 | 56.5 | 1.8 |
| Aydın Bozdoğan | AB2 | 6 | 28° 48' K 37° 81' D | 56 | 18.0 | 522.3 | 56.5 | 1.8 |
| Aydın Bozdoğan | AB3 | 6 | 28° 48' K 37° 81' D | 56 | 18.0 | 522.3 | 56.5 | 1.8 |
| İzmir Menderes | İM1 | 12 | 38° 17' K 27° 09' D | 120 | 16.4 | 675.8 | 61.2 | 4.9 |
| İzmir Menderes | İM2 | 12 | 38° 17' K 27° 09' D | 120 | 16.4 | 675.8 | 61.2 | 4.9 |
| İzmir Menderes | İM3 | 12 | 38° 17' K 27° 09' D | 120 | 16.4 | 675.8 | 61.2 | 4.9 |

Şekil 3.1'de 7 yaşında *Paulownia* plantasyonu görülmektedir.



Şekil 3.1. Yedi yaşında *Paulownia* plantasyonu (URL-4).

3.1.2. Deneme ağacı seçimi ve örneklerin alınması

Ege Bölgesi'nde Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yerlerinden elde edilen örnekler Muğla Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, ahşap atölyesi ve laboratuvarına taşınarak temizlenmiş ve işlem göreceği deneylere uygun şekilde taslak hale getirilmiştir. Örneklerin seçimi deneme ağaçlarının belirlenmesinde plantasyonu temsil edecek nitelikte olmasına, ağaçların yapıları itibariyle çok dallı, budaklı, anormal tepe formu göstermemesine, gövdelerinin normal, çürüksüz, sağlam ve böcek zararına uğramamış olmasına dikkat edilmiştir. Her 3 yöredeki plantasyonların kendi içinde rastgele belirlenen deneme ağaçlarının yerden 130 cm yükseklikteki gövde göğüs çapları ölçülerek ortalaması bulunmuş ve her plantasyondan bu ortalamaya uyanlardan üçer adet, toplamda 9 deneme ağacı belirlenmiştir. Belirlenen her deneme ağacından 30 cm'den başlayıp her 200 cm aralıkla 15 cm kalınlığında tekerlekler ve ayrıca her örneğin 200-400 cm arasındaki kısmından da 100 cm'lik tomruklar örnek olarak alınmıştır. Alınan bu örneklerin enine kesitleri alınarak ağaç numarası, kuzey yönü ve alındığı yükseklikler işaret ve numara olarak üzerine yazılmıştır. Bu işlemler sırasında alınan örneklerin gövde eksenini boyunca birbirini izleyen ve aynı yıllık halkaları içeren kısımlardan elde edilmesine özen

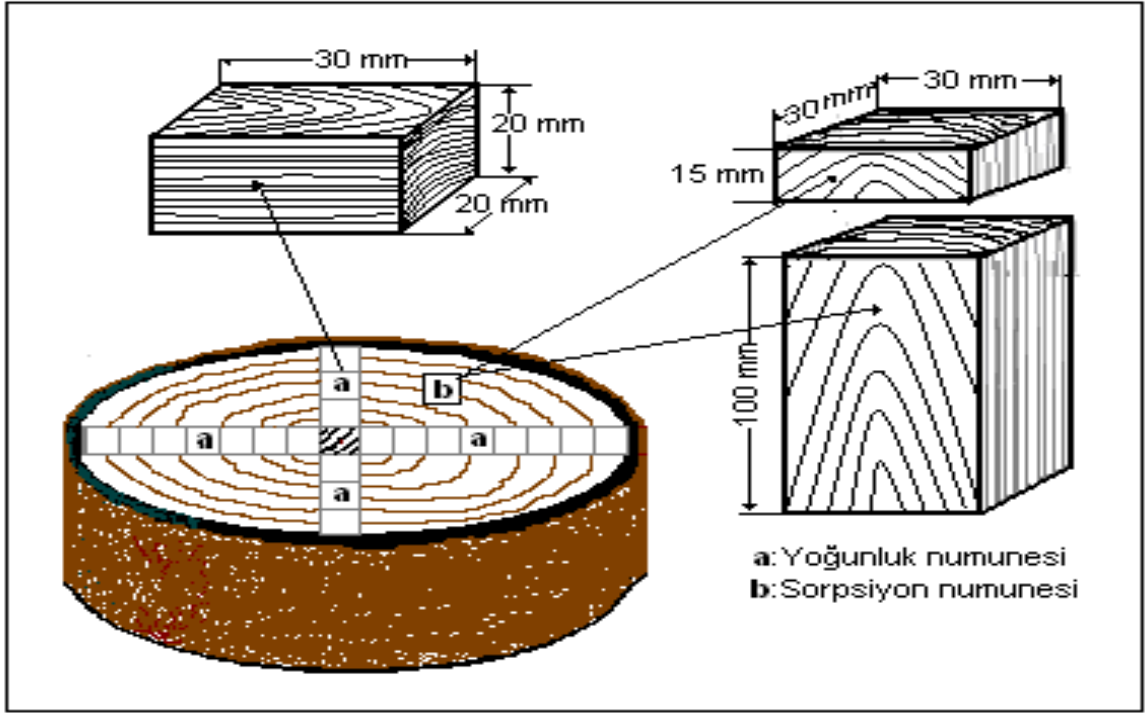
gösterilmiştir. Şekil 3.2’de bu plantasyonlardan alınan deney örnekleri görülmektedir.



Şekil 3.2. Manisa-Turgutlu, Aydın-Bozdoğan ve İzmir-Menderes yörelerindeki *P.elongata* plantasyonlarından alınan odun örnekleri.

3.1.3. Test örneklerinin hazırlanması

Her seksiyondan, 20x20x30 mm boyutlarındaki yoğunluk ve hacim ağırlık deney numuneleri Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’te gösterildiği gibi hazırlanmıştır. Deneme ağacının 2–4 m ‘lik kısmına tekabül eden seksiyonlardan ise daralma ve genişleme numuneleri elde edilmiştir. Teğet ve radyal yöndeki daralma ve genişleme yüzdelerinin tayini için 30x30x15 mm ve boyuna yöndeki daralma ve genişleme miktarlarının belirlenmesi amacı ile 30x30x100 mm boyutlarındaki numuneler kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Deneme numunelerinin hazırlanması (Bektaş ve ark., 2008).





Şekil 3.4. Deneme numunelerinin şerit testere, planya, kalınlık ve boylama makinasında hazırlanması.

3.1.4. Test örneklerinin kondisyonlanması

Deney örneklerinden tekerlek şeklinde olanlar yoğunluk ve hacim yoğunluk deneylerinde, diğerleri ise fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek üzere yapılacak deneylerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Örneklerin tabii tutulacağı bu deneyler; liflere paralel çekme, basınç ve makaslama, liflere dik çekme, eğilme, dinamik eğilme, Janka sertlik ve elastikiyet deneyleridir. Hazırlanan taslaklar kapalı ama taze hava sirkülasyonlu ortamda 65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık koşullarında istiflenerek nihai olarak 20 gün bekletilerek hava kurusu rutubetine gelmeleri sağlanmıştır. Şekil 3.5'te ebatlanmış ve kondisyonlanmış *P.elongata* deneme numuneleri görülmektedir.

3.2. Metot

Odun laboratuvarı ortamındaki deneylere başlamadan önce, deneylerde kullanılacak test numunelerinin TS'ye uygunluğu son bir kez daha Şekil 3.6 'daki gibi kontrol edilmiştir. Metot kapsamında TS'ye uygun şekilde yapılan deney ve çalışmalarla *P.elongata* odununun fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmış ve bu çalışmalar aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 3.5. Ebatlanmış ve kondisyonlanmış deneme numuneleri.



Şekil 3.6. Deneme numunelerinin TS'ye uygunluk kontrolü.

3.2.1. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi

P.elongata odununun fiziksel özellikleri olarak; rutubet miktarı, hava kuru ve tam kuru yoğunluk, hacim-ağırlık değeri, hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacim oranları, lif doygunluğu noktası rutubeti, odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ve daralma-genişleme değerlerini belirleme çalışmaları yapılmıştır.

Rutubet miktarı TS 2471 standardına uygun olarak belirlenmiştir. Özgül ağırlık TS 2472 standardına uygun olarak; tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık ayrı ayrı tespit edilmiştir. Radyal ve teğet yönde daralma TS 4083 standardına uygun olarak, radyal ve teğet yönde şişme TS 4084 standardına uygun olarak, hacimsel daralma TS 4085 standardına uygun olarak, hacimsel genişleme ise TS 4086 standardına uygun olarak belirlenmiştir.

3.2.1.1. Hava kuru yoğunluk (D_{12})

Rutubet tayininde TS 2471'deki kurallara uygun olarak, %65±5 bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıktaki klimatize edilmiş ortamda, 20x20x30 mm ebatlarında hazırlanmış deney numuneleri yaklaşık %12 hava kuru rutubet derecesine gelinceye kadar bekletilmiştir. Şekil 3.7'de numunelerin %12 hava kuru rutubetine gelmesi için bekletilmesi görülmektedir.

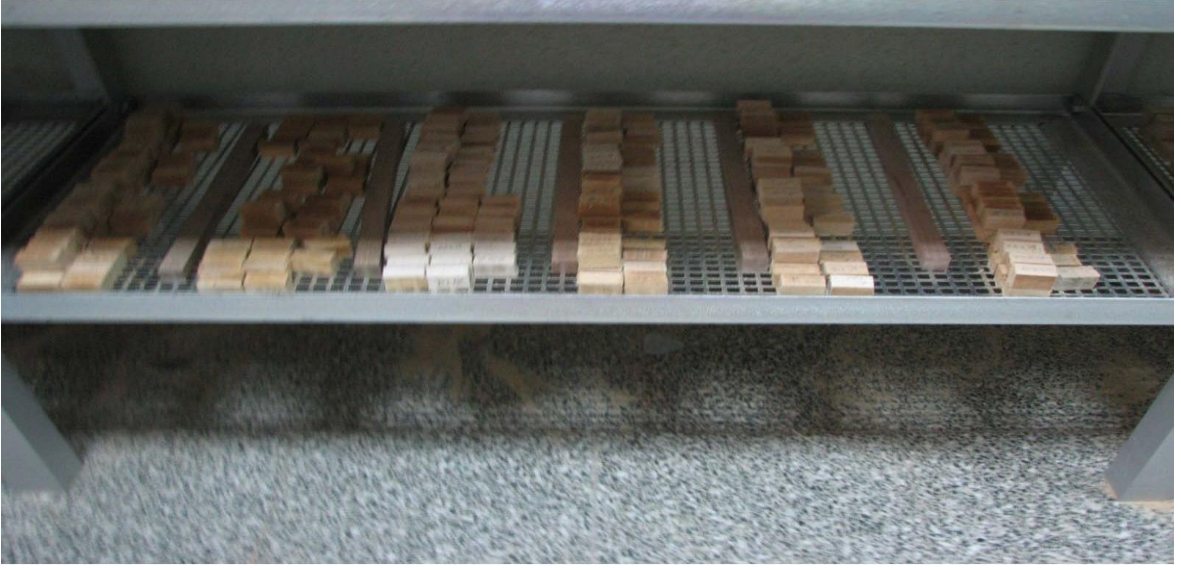
Örnekler her 3 yönde (boyuna, radyal, teğet) 0.01 mm hassasiyette ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin ağırlıkları 0.0001 gr duyarlıklı hassas terazide belirlenmiş ve elde edilen verilerle formül [3.1]'deki eşitliğe göre hava kuru yoğunluk (D_{12}) hesaplanmıştır.

$$D_{12} = \frac{W_{12}}{V_{12}} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad [3.1]$$

Formül [3.1]'de;

D_{12} : Hava kuru rutubetteki yoğunluk (g/cm³),

W_{12} : Hava kuru rutubetteki kütle (g), V_{12} : Hava kuru rutubetteki hacim (cm³).



Şekil 3.7. Numunelerin hava kuru rutubetine gelmesi için bekletilmesi.

3.2.1.2. Tam kuru yoğunluk (D_0)

Tam kuru yoğunluk tayini TS 2472'deki kurallara uygun olarak belirlenmiştir. 20x20x30 mm boyutlarındaki örnekler kurutma dolabına (etüv) konmuş ve sıcaklık kademeli olarak 50 °C, 75 °C ve 103 ± 2 °C ye çıkartılmıştır. Etüvün farklı bölgelerden alınan örnek ağırlıklarının sabit hale gelmesine müteakip, örnekler etüvden alınarak soğumaları için desikatöre koyulmuştur. 0.0001 g hassasiyetli analitik terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (W_0), 0.01 mm hassasiyetli mikrometre ile ölçülerek tam kuru hacimleri (V_0) belirlenmiştir. Şekil 3.8' de numunelerin etüv ve hassas terazideki ölçümleri görülmektedir. Elde edilen verilerle formül [3.2]'deki eşitlik kullanılarak tam kuru yoğunluk (D_0) hesaplanmıştır.

$$D_0 = \frac{W_0}{V_0} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad [3.2]$$

Formül [3.2]'de;

D_0 : Tam kuru yoğunluk (g/cm³),

W_0 : Tam kuru ağırlık (g),

V_0 : Tam kuru hacim (cm³).



Şekil 3.8. Etüv iklimlendirme ve hassas terazi cihazı ile deneme numuneleri.

3.2.1.3. Hacim-ağırlık değeri (R)

Dikili veya taze haldeki 1 m³ odunda kaç kg kuru odun maddesi olduğunu ifade etmektedir. Bu özellik daha çok hammadde alımlarını m³, satışlarını ise kg veya ton olarak yapan kağıt ve selüloz endüstrisi için önemlidir (Bektaş ve ark., 2008). Hacim ağırlık değeri belirlenirken TS 2472 prensipleri baz alınmıştır. Tam kuru ağırlıkları (W_0) belirlenmiş olan 20x20x30 mm boyutlarındaki örnekler su içerisine koyularak boyutları değişmez hale gelinceye kadar (5 gün) bekletilmiştir. Radyal (r), teğet (t) ve boyuna (l) yöndeki uzunlukları ölçülerek tam yaş hacmi (V_t) bulunmuştur. Elde edilen veriler ve formül [3.3]'teki eşitlik yardımıyla hacim ağırlık değeri (R) hesaplanmıştır.

$$R = \frac{W_0}{V_t} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad [3.3]$$

Formül [3.3]'te;

R : Hacim ağırlık değeri (g/cm^3),

W_0 : Tam kuru ağırlık (g),

V_t : Tam yaş hacim (cm^3)

3.2.1.4. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları (Vç-b)

Tam kuru ağırlık değerlerinden yararlanılarak, tam kuru odun hacmi içerisindeki hücre çeperi maddesi (Vç) ve hava boşluğu hacmi oranı (b) formül [3.4]'teki eşitlikte hesaplanmıştır.

$$V_{\text{ç}} = \frac{\rho_0}{\rho_{\text{ç}}} \times 100 (\%) \quad [3.4]$$

Formül [3.4]'te;

Vç : Hücre çeper maddesi oranı (%) (HÇM),

ρ_0 : Tam kuru özgül kütle (g/cm^3),

$\rho_{\text{ç}}$: Hücre çeperi özgül kütlesi ($1.5 \text{ g}/\text{cm}^3$).

Tam kuru haldeki odunun hava boşluğu oranı (b) formül [3.5]'teki eşitlikte hesaplanmıştır.

$$b = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_{\text{ç}}}\right) \times 100 (\%) \quad [3.5]$$

Formül [3.5]'te;

b : Hava boşluğu hacmi oranı (%) (HBO).

3.2.1.5. Lif doygunluğu noktası rutubeti (LDN)

Bilindiği gibi, ağaç malzemedeki lif doygunluğu noktası, hacim ağırlık değeri ve hacmen daralma miktarı değerleri üzerinden de hesaplanabilmektedir (Bektaş ve ark., 2008). Lif doygunluğu rutubeti (LDN), hücre çeperi içerisindeki bütün boşlukların tamamen su ile doygun olduğu fakat hücre boşluklarında suyun hiç bulunmadığı durumdur. Lif doygunluğu rutubet derecesi (LDN) formül [3.6]'daki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$LDN = \frac{\beta v}{R} (\%) \quad [3.6]$$

Formül [3.6]'da;

LDN : Lif doygunluğu rutubeti (%),

β_v : Hacimsel daralma yüzdesi (%),

R : Hacim- ağırlık değeri (g/cm^3).

3.2.1.6. Odunun alabileceği en yüksek su miktarı (r_{max})

Odunun alabileceği en yüksek su miktarı (r_{max}), özellikle emprenye çözeltisi hazırlamak için ihtiyaç duyulan değerdir ve hacim-ağırlık değerinden faydalanılarak bulunur. Bu değer formül [3.7]'deki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken hücre çeperi yoğunluğu 1.50 gr/cm^3 olarak kabul edilmiştir.

$$r_{max} = LDN + \left(\frac{D'_0 - D_0}{D'_0 \times D_0} \right) \times 100 (\%) \quad [3.7]$$

Formül [3.7]'de;

r_{max} : Odunun alabileceği en yüksek su miktarı (%),

LDN : Lif doygunluğu rutubeti (%),

D'_0 : Hücre çeperi tam kuru yoğunluğu (g/cm^3),

D_0 : Tam kuru yoğunluk (g/cm^3).

3.2.1.7. Sorpsiyon (çalışma) denemeleri ($\beta_v-\alpha_v$)

Ağaç malzeme lif doygunluğu noktasına kadar bünyesine su almak sureti ile genişlemekte, su vermekle de daralmaktadır. Bunun sonucunda odunun boyutlarında meydana gelen değişmeye “çalışma” denir. Deney örnekleri yıllık halkalara teğet yönde ve $20 \times 20 \times 30$ mm ebatlarında hazırlanmıştır. Çalışma denemeleri TS 4083, 4084, 4085, 4086' ya uygun olarak yürütülmüştür.

Daralma denemeleri (β_v)

Daralma miktarlarını belirlemek için hava kuru rutubetindeki örnekler, $20 \pm 2 \text{ C}^0$ sıcaklıkta damıtık su içerisine batırılıp üzerlerine ağırlık koyularak tamamen su içerisine batması sağlanmıştır. Rastgele seçilen örneklerin periyodik ölçümleri yapılarak aynı yerden yapılan son 2 ölçüm arasındaki fark 0.02 mm'ye düşene kadar bekletilmiştir. Boyutları değişmez hale gelen örnekler lif doygunluğu rutubetine ulaşmıştır. Sudan çıkarılan örneklerin LDN boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta kumpasla ölçülmüştür. Örnekler bir süre bekletilip kurutma dolabına koyularak kademeli olarak ve 60°C , 75°C , $103^\circ\text{C} \pm 2$ sıcaklıklarda değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra radyal, teğet ve boyuna yönde ± 0.01 mm duyarlıkta ölçüldükten sonra elde edilen verilerle daralma oranları (β) formül [3.8]'deki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\beta = \frac{L_r - L_0}{L_r} \times 100 (\%) \quad [3.8]$$

Formül [3.8]'de;

β : Daralma (%), L_r : Doygun ölçü (mm), L_0 : Tam kuru ölçü (mm).

Teğet, radyal ve boyuna yöndeki daralma yüzdeleri (β_t , β_r , β_l) için ayrı ayrı değerler hesaplanmıştır. Elde edilen verilerle hacmen daralma miktarı (β_v) formül [3.9]'daki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\beta_v = \beta_t + \beta_r + \beta_l (\%) \quad [3.9]$$

Formül [3.9]'da;

β_v : Hacmen daralma miktarı (%).

Genişleme denemeleri (α_v)

Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için hava kuru örnekleri tam kuru hale getirmek için kurutma fırınlarına koyulup ve $103 \pm 2 \text{ C}^0$ sıcaklığa kadar kurutulmuştur. Fırından çıkartılan örnekler desikatörde soğutulularak tam kuru boyutları ölçüldükten sonra örnekler su içerisine daldırılarak boyutları değişmez oluncaya kadar bekletilmiştir. Şekil 3.9'da damıtık suda bekletme düzeneği ve deneme numuneleri görülmektedir. Sudan çıkartılan örneklerin boyutları ± 0.01 mm duyarlıkla ölçülerek elde edilen verilerle genişleme yüzdeleri (α) formül [3.10]'daki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\alpha = \frac{L_r - L_0}{L_0} \times 100 (\%) \quad [3.10]$$

Formül [3.10]'da;

α : Genişleme (%),

L_r : Doygun ölçü (mm),

L_0 : Tam kuru ölçü (mm).

Formüldeki teğet, radyal ve boyuna yöndeki değerler yerine konarak radyal (α_r), teğet (α_t) ve boyuna (α_l) genişleme yüzdeleri bulunmuştur. Bulunan değerler formül [3.11]'deki eşitlikte yerine konarak hacmen genişleme yüzdesi (α_v) bulunmuştur.

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r + \alpha_l (\%) \quad [3.11]$$

Formül [11]'de;

α_v : Hacmen genişleme miktarı (%)



Şekil 3.9. Damıtık suda bekletme düzeneği ve deneme numuneleri.

3.2.2. Mekanik özelliklerin belirlenmesi

P.elongata odununun mekanik özellikleri olarak; liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, eğilmedeki elastikiyet modülü, liflere paralel makaslama direnci, dinamik eğilme direnci, liflere paralel çekme direnci, liflere dik çekme direnci, Janka (sertlik) değerlerinin belirlenmesi deney ve çalışmaları yapılmıştır.

Liflere paralel basınç direnci TS 2595, eğilme direnci TS 2474, eğilmedeki elastikiyet modülü değeri TS 2478, liflere paralel makaslama direnci TS 3459, dinamik eğilme direnci TS 2477, liflere paralel çekme direnci TS 2475, liflere dik çekme direnci TS 2476 ve Janka (sertlik) değeri TS 2479 esaslarına uygun olarak tespit edilmiştir.

3.2.2.1. Liflere paralel basınç direnci (σ_w)

Liflere paralel yöndeki basınç direnci, liflere paralel yönde ağaç malzemeye etki eden, sıkıştırmaya, ezmeye çalışan kuvvete karşı kırılma anında ağaç malzemede oluşan gerilmedir. Kırılma anı öncesinde örnekte ezilme, çökme, yarıma ve nihayet kırılmayı tespit denemesi için TS 2595 (1977) standardı kullanılmış ve test numuneleri 20x20x30 mm ebatlarında hazırlanmıştır. Deneme öncesinde numunelerin kuvvet uygulanacağı kesit alanı ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve

kaydedilmiştir. Şekil 3.10'da liflere paralel yöndeki basınç direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri görülmektedir. Test hızı deney başladıktan 2 dk içinde numune kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet (P_{max}) cihazdan okunarak kaydedilmiş ve veriler formül [3.12]'deki eşitlikte uygulanarak liflere paralel yöndeki basınç direnci (σ_w) hesaplanmıştır.

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{a \times b} \quad (N/mm^2) \quad [3.12]$$

Formül [3.12]'de;

σ_w : Liflere paralel yöndeki basınç direnci (N/mm^2),

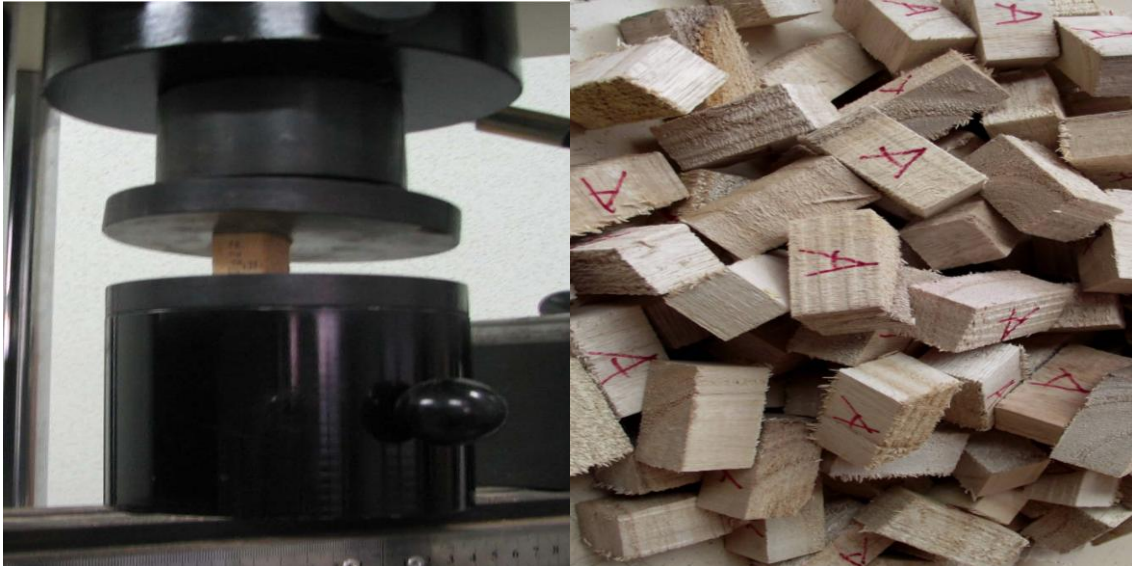
P_{max} : En büyük yük (N), a ve b : Örnek parça kesit alanı (mm^2).

%12 rutubetindeki basınç direnci (σ_{12}) ise formül [3.13]'e göre belirlenmiştir.

$$\sigma_{12} = \sigma_w (1 + 0.06(M - 12)) \quad (N/mm^2) \quad [3.13]$$

Formül [3.13]'te;

σ_{12} : 12 rutubetindeki basınç direnci (N/mm^2), M : Odun rutubet miktarı yüzdesi.



Şekil 3.10. Liflere paralel yöndeki basınç direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.2.2. Eğilme direnci (σ_{bw})

Eğilme direnci denemeleri TS 2474 (1976)'e uygun olarak, 20x20x300 mm ebatlarındaki örneklerle yapılmıştır. Yıllık halkaların kesit yüzeyine teğet olarak hazırlanan numunelerin eni ve kalınlığı ± 0.01 mm duyarlılıkla ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Numuneler deneme makinesinin dayanak noktaları üzerine radyal yönde ve dayanak noktalar açıklığı 24 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Değişmez bir yükü bir tek noktadan yükleme yapılmıştır. Deneyin hızı parçalar 1.5 ± 0.5 dk'da kırılacak şekilde ayarlanmış ve kırılma anındaki max. yük (P_{max}) değeri cihazın göstergesinden okunarak kaydedilmiştir. Şekil 3.11'de eğilme direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri görülmektedir. Formül [3.14]'teki eşitlikte eğilme direnci (σ_{bw}) hesaplanmıştır.

$$\sigma_{bw} = \frac{3P_{max} \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (N/mm^2) \quad [3.14]$$

Formül [3.14]'te;

σ_{bw} : Eğilme direnci (N/mm^2),

P_{max} : Kırılma anındaki max.yük (N),

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

b : Deney numunesinin yıllık halkalara dik yöndeki genişliği (mm),

h : Deney numunesinin yıllık halkalara teğet yöndeki kalınlığı (mm).

%12 rutubetindeki eğilme direnci (σ_{12}), 10 kg/cm² duyarlılıkta olmak üzere formül [3.15]'e göre belirlenmiştir.

$$\sigma_{12} = \sigma_{bw} (1 + 0.04(M - 12)) \quad (N/mm^2) \quad [3.15]$$

Formül [3.15]'te;

M : Odun rutubet miktarı yüzdesi.



Şekil 3.11. Eğilme direnci deneyi, universal test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.2.3. Eğilmede elastikiyet modülü (E_w)

Elastikiyet modülü soyut bir ölçüdür. Bir maddenin şekil değiştirme kabiliyetini ifade eder. Elastikiyet, katı bir maddede düşük gerilmelerle meydana gelen deformasyonların yük kaldırıldıktan sonra tekrar tamamen elde edilmesi ile tarif edilmektedir. Elastik özellikler katı maddelerde belli bir sınırın altında geçerlidir. Bu sınırın üzerinde plastik deformasyon veya kırılma meydana gelir. Elastik sınır içerisinde uygulanan yük kaldırıldığında meydana gelen deformasyon geri kazanılır. Elastik sınırların üzerine çıktığında uygulanan yükün kaldırılması durumunda oluşan deformasyon geri kazanılmaktadır. Örnekte artık kalıcı şekil değişikliklerinin meydana geldiği bu bölge yarı plastik bölge olarak adlandırılmaktadır ve oluşan deformasyon yarı plastik deformasyondur. Maximum yüklemekten sonra (P_{max}) parça kırılmakta ve plastik deformasyon ortaya çıkmaktadır (Bircan, 2008).

Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi için TS 2478 (1976) standardı kullanılmıştır. Denemeler için eğilme direnci testinde kullanılan 20x20x300 mm ebatlarındaki numuneler kullanılmıştır. Test numunelerinin genişlik ve kalınlığı ± 0.01 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Dayanak noktaları arasındaki açıklık 24 cm ayarlanmıştır. Şekil 3.12'de eğilmede elastikiyet modülü deneyi, universal test

cihazı ve test numuneleri görülmektedir. Formül [3.16]'daki eşitlikle numunelerin elastikiyet modülü (E_w) hesaplanmıştır.

$$E_w = \frac{P \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^2 \cdot f} \quad (N/mm^2) \quad [3.16]$$

Formül [3.16]'da;

E_w : Elastikiyet modülü (N/mm^2),

P : Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N),

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

b : Deney numunesinin en kesit genişliği (mm),

h : Deney parçasının en kesit kalınlığı (mm).

f : Net eğilme alanındaki sehim; yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm).

%12 rutubetindeki elastikiyet modülü (E_{12}) için formül [3.17] kullanılmıştır.

$$E_{12} = \frac{E_w}{1 - 0.02(M - 12)} \quad (N/mm^2) \quad [3.17]$$

Formül [3.17]'de;

E_{12} : %12 rutubetindeki elastikiyet modülü (N/mm^2), M : Odun rutubet miktarı yüzdesi.



Şekil 3.12. Eğilmede elastikiyet modülü deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.2.4. Liflere paralel makaslama direnci (T_w)

TS 3459 (1980)'a uygun yapılan makaslama direnci deneyinde numuneler 40x60x80 mm ebatlarında ve haç şeklinde hazırlanmıştır. Denemelerden önce numunelerin makaslama yüzeyi kenarları 0.01 mm duyarlılıkla ölçülmüş ve parçalara sabit bir yük uygulanmıştır. Kırılma anındaki maksimum yükler belirlenip, kaydedilmiştir Şekil 3.13'te liflere paralel makaslama direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri görülmektedir. Elde edilen verilerle kırılma anındaki yük değeri (P_{max}) ve makaslama direnci (T_w) formül [3.18]'deki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$T_w = \frac{P_{max}}{b \times L} \quad (N/mm^2) \quad [3.18]$$

Formül [3.18]'de;

T_w : Makaslama direnci (N/mm^2),

P_{max} : Kırılma anındaki yük değeri (N),

b : Deney numunesi kalınlığı (mm),

L : Makaslama yüzeyi uzunluğu (mm).

%12 rutubetindeki makaslama direnci (T_{12}) için formül [3.19] kullanılmıştır.

$$T_{12} = T_w (1 + 0.06(M - 12)) \quad (N/mm^2) \quad [3.19]$$

Formül [3.19]'da;

T_{12} : %12 rutubetindeki makaslama direnci (N/mm^2),

M : Odun rutubet miktarı yüzdesi.



Şekil 3.13. Liflere paralel makaslama direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.2.5. Dinamik eğilme direnci (A_w)

Dinamik eğilme direnci deneyi TS 2477 (1976)'ya göre ve 20x20x300 mm ebatlarındaki numunelerle yapılmıştır. Dinamik eğilme direnci saniyenin binde biri gibi çok küçük bir zaman içerisinde meydana gelen bir direnç çeşidi olup, yüksek dinamik eğilme direnci esnekliği, düşük dinamik eğilme direnci ise gevrekliği göstermektedir. Deney numunelerinin en kesit alanları 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Mesnetler üzerine simetrik olarak konulan deney parçası kuvvet yillik halkalara teğet yönde bir çarpmada kırılmıştır. Şekil 3.14'te dinamik eğilme direnci deneyi, test cihazı ve deneme numuneleri görülmektedir. Deneye tabi tutulan numunelerin absorbe ettiği iş miktarı belirlenerek, formül [3.20]'deki eşitlik yardımıyla dinamik eğilme direnci (A_w) hesaplanmıştır.

$$A_w = \frac{1000Q}{b \times h} \quad (\text{kgm/cm}^2) \quad [3.20]$$

Formül [3.20]'de;

A_w : Dinamik eğilme direnci (kgm/cm²),

Q : Deney numunesinin kırılması için harcanan enerji (kgf.m),

b ve h : Deney numunesinin radyal ve teğet yönlerdeki boyutları (bxh, mm²).



Şekil 3.14. Dinamik eğilme direnci deneyi, test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.2.6. Liflere paralel çekme direnci (σ_w)

TS 2475 (1976)'ye göre, liflere paralel çekme direnci deneyi için hazırlanan numunelerin çekilme bölgesi 7x20x150 mm boyutlarında, brüt boyu 450 mm olup her iki baştaki enine kesit 15x50 mm ve boyu 120 mm'dir. Numuneler iklimlendirme dolabında %65±5 bağıl nem ve 20±2^o C sıcaklık şartlarında bekletildikten sonra kopma kesik yüzeyi boyutları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülerek çekme kesit yüzeyi hesaplanmıştır. Test cihazına eklenen tertibatla zıt yönlerde çekilen örnekler orta kısımlardaki çekme yüzeylerinden kırılmıştır. Şekil 3.15'te liflere paralel çekme direnci deneyi, test cihazı ve deneme numuneleri görülmektedir. Deneyin hızı en çok 2 dk. İçinde numuneler kırılacak şekilde

ayarlanmıştır. Örneklerin kırıldığı kuvvet (P_{max}) ölçülmüş ve Formül [3.21]'deki eşitlik kullanılarak liflere paralel çekme direnci (σ_w) hesaplanmıştır.

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{b \times h} \quad (N/mm^2) \quad [3.21]$$

Formül [3.21]'de;

σ_w : Liflere paralel çekme direnci (N/mm^2),

P_{max} : Kırılma anındaki max. yük (N),

b ve h : Enine kesit alanı (mm^2).

%12 rutubetinde liflere paralel çekme direnci (σ_{12}) için formül [3.22] kullanılmıştır.

$$\sigma_{12} = \sigma_w (1 + 0.03(M - 12)) \quad (N/mm^2) \quad [3.22]$$

Formül [3.22]'de;

σ_{12} : %12 rutubetinde liflere paralel çekme direnci (N/mm^2),

M : Odun rutubet miktarı yüzdesi.



Şekil 3.15. Liflere paralel çekme direnci deneyi, test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.2.7. Liflere dik çekme direnci (σ_w)

Liflere dik çekme direnci deneyi için TS 2476 (1976) esaslarına göre, 20x20x70 mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Çekme kesit yüzeyi ebatları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülerek boyutları (F) belirlenmiştir. Özel aparatlı deneme cihazına yerleştirilen numuneler zıt yönlerde çekilerek orta kısmından kırılması sağlanmıştır. Şekil 3.16'da liflere dik çekme direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri görülmektedir. Numunenin kırılma anında uygulanan en yüksek çekme yükü (P_{max}) cihaz göstergesinden okunarak kaydedilmiştir. Veriler formül [3.23]'teki eşitlikte yerine konarak liflere dik yönde çekme direnci (σ_w) hesaplanmıştır.

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{b \times h} \quad (N/mm^2) \quad [3.23]$$

Formül [3.23]'te;

σ_w : Liflere dik çekme direnci (N/mm^2),

P_{max} : Kırılma anındaki max.yük (N),

b ve h : Çekme kesiti alanı (mm^2).

%12 rutubetinde liflere dik çekme direnci (σ_{12}) için formül [3.24] kullanılmıştır.

$$\sigma_{12} = \sigma_w (1 + 0.015(M - 12)) \quad (N/mm^2) \quad [3.24]$$

Formül [3.24]'te;

σ_{12} : %12 rutubetinde liflere dik çekme direnci (N / mm^2),

M : Odun rutubet miktarı yüzdesi.



Şekil 3.16. Liflere dik çekme direnci deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.2.8. Statik (Janka sertlik) değeri (HJ)

TS 2479 (1976) esaslarına göre yapılan statik sertlik deneyinde örnekler 50x50x50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numunelerin kabuk kısmı yıllık halka kaybı olmayacak şekilde uzaklaştırıldıktan sonra, uygulanacak kuvvet orta noktalarına gelecek şekilde test cihazına yerleştirilmiştir. Şekil 3.17’de statik sertlik değeri deneyi, üniversal test cihazı ve deneme numuneleri görülmektedir. Deneyde darbe için 5.64 mm yarıçapında çelik küre kullanılarak, kürenin basınç hızı da 0.63 cm/dk olarak ayarlanmıştır. Test uygulama sırasında numunenin üzerinde çelik kürenin çapının yarısı kadar derinliğe ulaşıldığı anda sertlik değeri (HJr) okunmuş ve kaydedilmiştir.

%12 rutubetinde statik sertlik değeri (HJ_{12}) için formül [3.25] kullanılmıştır.

$$HJ_{12} = HJr (1 + 0.04(M - 12)) \quad (\text{liflere paralel yönde}) \quad [3.25]$$

$$HJ_{12} = HJr (1 + 0.025(M - 12)) \quad (\text{liflere dik yönde}) \quad [3.26]$$

Formül [3.25], [3.26]’da;

HJ_{12} : %12 rutubetteki sertlik değerini (Kp=Kg),

HJr : % r rutubetteki sertlik değerini ($Kp=Kg$),

M : Odun rutubet miktarı yüzdesi.



Şekil 3.17. Janka (sertlik) deneyi, niversal test cihazı ve deneme numuneleri.

3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel metotlar

Manisa, Aydın ve İzmir yörelerindeki plantasyonlarından alınan *P.elongata* odun rnekleri, TS standartlarına göre testlere tabi tutularak fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmış ve veriler kaydedilmiştir. Elde edilen veriler üzerinde bölge, yn, yaş ve seksiyonlar dikkate alınarak bu kriterlerin etkisi varyans analizi uygulanarak araştırılmıştır.

Varyans analizi iki ve daha çok sayıdaki alt toplumların aritmetik ortalamalarına göre aynı ana topluma dahil olup olmadığını test etmek için kullanılır. Alt toplumlar arasında istatistik olarak fark çıkması halinde, hangisinin farklılık gösterdiğini ortaya koyamayacağından farklı toplumların belirlenebilmesi amacı ile Duncan testi uygulanmıştır.

Analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre, toplumlar arasındaki farklılığın güven düzeyleri belirlenerek (*) işareti ile sembolize edilmiştir; %95 güven düzeyi için (*), %99 güven düzeyi için (**), %99.9 güven düzeyi için de (***) işareti

konulmuştur. Farklılık olmaması halinde ise N.S. (nonsignificant) işareti kullanılmıştır.

Varyans analizi ve Duncan testi, SPSS 14 (Statistical Package For The Social Science) bilgisayar paket programı kullanılarak, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans vb. istatistik değerleri de Microsoft Excel programı kullanılarak uygulanmıştır.

Denemelerden elde edilen mekanik özelliklere ait sonuçlarla yoğunluk arasındaki ilişkiyi belirlemek için regrasyon analizi uygulanmış ve elde edilen korelasyon katsayısı (r) ile ilişki ve ilişkinin kuvveti denetlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Özellikler

Paulownia elongata odununun fiziksel özelliklerini tayin için TS'ye göre yapılan çalışmalarda örnekler, deneme çalışması süreci ve sonucunun doğru izlenebilmesi için kodlanmıştır. Kodlama, yetiştirme yöreleri (MT-İM-AB) ve seksiyonlara (0.30m-2.30m-4.30m) göre yapılırken, her yetiştirme yerinden alınan ağaç örneklerinden elde edilen deney numuneleri ve elde edilen değerler yetiştirme yöresi, ağacın yaşı ve seksiyona göre Çizelge 4.1'de gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.1. *P.elongata* odunu fiziksel özelliklerinin tayini için gruplandırılması.

| Yetiştirme Yöresi | Ağaç | Ağaç | Örnek | Örnek |
|-------------------|------|------|-------|-------|
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT1 | MT1-1 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT1 | MT1-2 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT1 | MT1-3 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT2 | MT2-1 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT2 | MT2-2 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT2 | MT2-3 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT3 | MT3-1 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT3 | MT3-2 | 40 |
| Manisa-Turgutlu | 4 | MT3 | MT3-3 | 40 |
| Toplam | | | | 360 |
| Yetiştirme Yöresi | Ağaç | Ağaç | Örnek | Örnek |
| İzmir-Menderes | 12 | İM1 | İM1-1 | 40 |
| İzmir-Menderes | 12 | İM1 | İM1-2 | 40 |
| İzmir-Menderes | 12 | İM1 | İM1-3 | 40 |
| İzmir-Menderes | 12 | İM2 | İM2-1 | 40 |

| | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| İzmir-Menderes | 12 | İM2 | İM2-2 | 40 |
| İzmir-Menderes | 12 | İM2 | İM2-3 | 40 |
| İzmir-Menderes | 12 | İM3 | İM3-1 | 40 |
| İzmir-Menderes | 12 | İM3 | İM3-2 | 40 |
| İzmir-Menderes | 12 | İM3 | İM3-3 | 40 |
| Toplam | | | | 360 |
| Yetiştirme Yöresi | Ağaç | Ağaç | Örnek | Örnek |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB1 | AB1-1 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB1 | AB1-2 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB1 | AB1-3 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB2 | AB2-1 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB2 | AB2-2 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB2 | AB2-3 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB3 | AB3-1 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB3 | AB3-2 | 40 |
| Aydın-Bozdoğan | 6 | AB3 | AB3-3 | 40 |
| Toplam | | | | 360 |

4.1.1. Hava kuruğu yoğunluk (D_{12})

Yapılan deney sonuçlarına göre hava kuruğu yoğunluk ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 0.269 g/cm^3 , İzmir-Menderes (İM) yöresinde 0.290 g/cm^3 ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 0.275 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.2'de *P.elongata* odununun hava kuruğu yoğunluk istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.2. *P.elongata* odununun hava kuru su istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yörelere | | | |
|---|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | MT | İM | AB | Genel ort. |
| Örnek Sayısı (N) | 360 | 360 | 360 | 1080 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) (g/cm ³) | 0.269 | 0.290 | 0.275 | 0.278 |
| Standart Sapma (σ_x) | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 7.43 | 6.89 | 7.27 | 7.20 |
| Değer Aralığı (min-max) | 0.218-0.317 | 0.237-0.344 | 0.222-0.324 | 0.218-0.344 |

Çizelge 4.2'de sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu hava kuru su yoğunluk ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 4.3'te *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin hava kuru su yoğunluk değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.3. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin hava kuru su yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Hava Kuru su Yoğunluk (g/cm ³) | Kaynak |
|-----------------------------|--|----------------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 0.269 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.290 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 0.275 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 0.266 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.281 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 0.271 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 0.315 | Kaygın ve ark., 2009 |
| <i>P.elongata</i> | 0.265 | Kaplan, 2008 |
| <i>P.elongata</i> | 0.264 | Anonim 3, 1984 |

| | | |
|-----------------------|-------|-----------------------|
| <i>P.tomentosa</i> | 0.270 | Gonzales ve ark, 2003 |
| <i>P.tomentosa</i> | 0.315 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.catalpifolia</i> | 0.290 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.farbasii</i> | 0.269 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.fortunei</i> | 0.309 | Anonim 3, 1984 |

Çizelge 4.3'te, bazı *Paulownia* türlerine ait hava kurusu yoğunluk değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu hava kurusu yoğunluk ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010) değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.elongata* (Kaplan, 2008), *P.elongata* (Anonim 3, 1984), *P.tomentosa* (Gonzales ve ark, 2003) ve *P.farbasii* (Anonim 3, 1984) değerlerinden yüksek olduğu, *P.elongata* (Kaygın ve ark., 2009), *P.tomentosa* (Anonim 3, 1984), *P.catalpifolia*, *P.fortunei* (Anonim 3, 1984) değerlerinden düşük kaldığı görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, aynı tür içinde olsa dahi yetiştirme yeri, yaşı, anatomik ve morfolojik özellikleri ile örneklerin seksiyonel farklılığının fiziksel özellikleri etkileyeceği düşünülmektedir. Çizelge 4.4'te *Paulownia elongata* odununun hava kurusu yoğunluk değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.4. *P.elongata* odununun hava kurusu yoğunluk değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|-----|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 0.008 | 0.004 | 4.0 | *** |
| Gruplar İçi | 1078 | 0.800 | 0.001 | | |
| Genel | 1080 | 0.808 | | | |

Çizelge 4.4'te, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yörenin faktörünün hava kurusu yoğunluk değerleri üzerinde etkili olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı

farklılık olduğu görülmektedir. Çizelge 4.5'te, *Paulownia elongata* odununun hava kuru yoğunluk değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.5. *P.elongata* odununun hava kuru yoğunluk değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|--------|-------------|
| | | A | B | |
| Manisa (MT) | 360 | | 0.2692 | |
| İzmir (İM) | 360 | 0.2904 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 360 | | 0.2751 | |

Çizelge 4.5'te, Manisa, İzmir ve Aydın yöresi yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; Manisa ve Aydın yöresi değerleri aralarında fazla bir fark olmadığı için aynı grupta yer alırken, İzmir yöresi anlamlı farkından dolayı ayrı grup oluşturmaktadır.

4.1.2. Tam kuru yoğunluk (D_0)

Yapılan deney sonuçlarına göre tam kuru yoğunluk ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 0.230 g/cm^3 , İzmir-Menderes (İM) yöresinde 0.239 g/cm^3 ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 0.232 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.6'da *P.elongata* odununun tam kuru yoğunluk istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.6. *P.elongata* odununun tam kuru istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yöreleri | | | |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | MT | İM | AB | Genel ort. |
| Örnek Sayısı (N) | 360 | 360 | 360 | 1080 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) (g/cm^3) | 0.230 | 0.239 | 0.232 | 0.234 |
| Standart Sapma (σ_x) | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 8.69 | 8.37 | 0.86 | 0.85 |
| Değer Aralığı (min-max) | 0.181-0.299 | 0.190-0.285 | 0.185-0.300 | 0.181-0.300 |

Çizelge 4.6'da sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu tam kuru yoğunluk ortalama değerlerinden İzmir-Menderes (İM) değerinin en büyük, Manisa-Turgutlu (MT) değerinin ise en düşük olduğu görülmektedir. Çizelge 4.7'de *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin tam kuru yoğunluk değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.7. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin tam kuru yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Tam Kuru Yoğunluk (g/cm³) | Kaynak |
|------------------------------|---|-----------------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 0.230 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.239 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 0.232 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 0.226 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.236 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 0.233 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 0.298 | Kaygın ve ark., 2009 |
| <i>P.elongata</i> | 0.207 | Kaplan, 2008 |
| <i>P.elongata</i> | 0.209 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.tomentosa</i> | 0.230 | Gonzales ve ark, 2003 |
| <i>P.tomentosa</i> | 0.236 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.catalpifolia</i> | 0.233 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.farbasii</i> | 0.219 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.fortunei</i> | 0.258 | Anonim 3, 1984 |

Çizelge 4.7'de, bazı *Paulownia* türlerine ait tam kuru yoğunluk değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu tam kuru yoğunluk ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakcı, 2010), *P.tomentosa* (Anonim 3, 1984), *P.catalpifolia* (Anonim 3, 1984) ve *P.tomentosa* (Gonzales ve ark, 2003) değerleri ile küçük

farklarla benzer olduğu, *P.elongata* (Kaplan, 2008), *P.elongata* ve *P.farbasii* (Anonim 3, 1984) değerlerinden yüksek olduğu, *P.elongata* (Kaygın ve ark., 2009), *P.fortunei* (Anonim 3, 1984) değerlerinden düşük kaldığı görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, aynı tür içinde olsa dahi yetiştirme yeri, yaşı, anatomik ve morfolojik özellikleri ile örneklerin seksiyonel farklılığının fiziksel özellikleri etkileyeceği düşünülmektedir. Çizelge 4.8'de *Paulownia elongata* odununun tam kuru yoğunluk değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.8. *P.elongata* odununun tam kuru yoğunluk değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|------|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 0.028 | 0.014 | 14.0 | *** |
| Gruplar İçi | 1078 | 0.560 | 0.001 | | |
| Genel | 1080 | 0.588 | | | |

Çizelge 4.8'de, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün tam kuru yoğunluk değerleri üzerinde etkili olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Çizelge 4.9'da *Paulownia elongata* odununun tam kuru yoğunluk değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

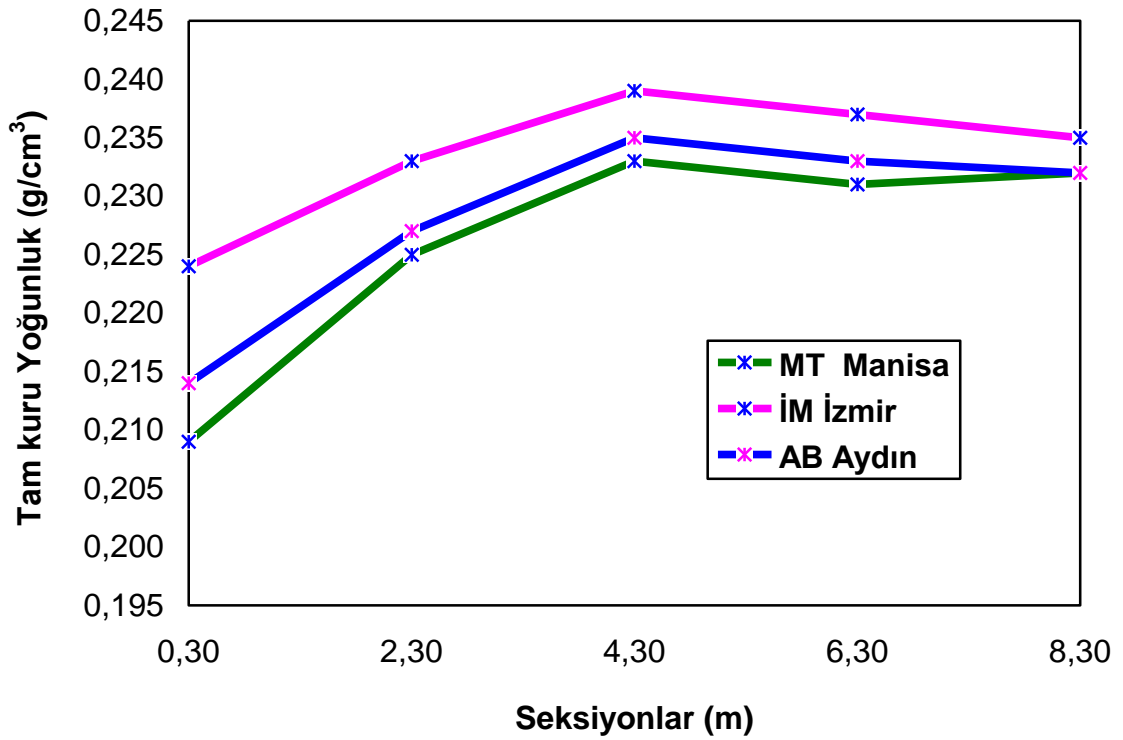
Çizelge 4.9. *P.elongata* odununun tam kuru yoğunluk değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|--------|-------------|
| | | A | B | |
| Manisa (MT) | 360 | | 0.2301 | |
| İzmir (İM) | 360 | 0.2393 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 360 | | 0.2324 | |

Çizelge 4.9'da, Manisa, İzmir ve Aydın yöresi yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; Manisa ve Aydın yöresi değerleri aralarında fazla bir fark olmadığı için aynı grupta yer alırken, İzmir yöresi anlamlı farkından dolayı ayrı grup oluşturmaktadır.

4.1.2.1 *Paulownia elongata* odununda tam kuru yoğunluk değişimi

Şekil 4.1'de, *Paulownia elongata* odununda, yetiştirme yeri ve seksiyonlara göre tam kuru yoğunluk değerinin ağacın boyuna yönde değişimi grafiği hazırlanmıştır.



Şekil 4.1. *P.elongata* odununda, tam kuru yoğunluğun ağacın boyuna yönde değişimi.

Şekil 4.1'de, *P.elongata* odununun tam kuru yoğunluk değerlerinin boyuna yönde değişimi incelendiğinde; her üç yetiştirme yerinde de en yüksek tam kuru yoğunluk değerlerinin 4.30 m seksiyonunda ve en düşük tam kuru yoğunluk değerlerinin ise 0.30 m seksiyonunda olduğu görülmektedir.

4.1.3. Hacim-ağırlık değeri (R)

Yapılan deney sonuçlarına göre hacim ağırlık ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 0.218 g/cm³, İzmir-Menderes (İM) yöresinde 0.232 g/cm³ ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 0.223 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.10'da *P.elongata* odununun hacim-ağırlık istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.10. *P.elongata* odununun hacim-ağırlık istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yörelere | | | |
|-------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | MT | İM | AB | Genel ort. |
| Örnek Sayısı (N) | 360 | 360 | 360 | 1080 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) | 0.218 | 0.232 | 0.223 | 0.224 |
| Standart Sapma (σ_x) | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 9.17 | 8.62 | 8.97 | 8.93 |
| Değer Aralığı (min-max) | 0.174-0.267 | 0.188-0.282 | 0.178-0.269 | 0.174-0.282 |

Çizelge 4.10'da sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu hacim-ağırlık ortalama değerlerinden İzmir-Menderes (İM) değerinin en büyük, Manisa-Turgutlu (MT) değerinin ise en düşük olduğu görülmektedir. Çizelge 4.11'de *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin hacim-ağırlık değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.11. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin hacim-ağırlık değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Hacim-Ağırlık (g/cm ³) | Kaynak |
|----------------------------|------------------------------------|----------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 0.218 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.232 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 0.223 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 0.213 | Kaymakçı, 2010 |

| | | |
|-----------------------------|-------|-----------------------|
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.219 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 0.225 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.tomentosa</i> | 0.272 | Akyıldız ve Kol, 2010 |

Çizelge 4.11’de, bazı *Paulownia* türlerine ait hacim-ağırlık değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu hacim-ağırlık ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakcı, 2010), değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.tomentosa* (Akyıldız ve Kol, 2010), değerine göre düşük olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, aynı tür içinde olsa dahi yetiştirme yeri, yaşı, anatomik ve morfolojik özellikleri, yoğunluk ile örneklerin seksiyonel farklılığının fiziksel özellikleri etkileyeceği düşünülmektedir. Çizelge 4.12’de *Paulownia elongata* odununun hacim-ağırlık değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.12. *P.elongata* odununun tam hacim-ağırlık değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|------|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 0.038 | 0.019 | 19.0 | *** |
| Gruplar İçi | 1078 | 0.514 | 0.001 | | |
| Genel | 1080 | 0.552 | | | |

Çizelge 4.12’de, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün hacim-ağırlık değerleri üzerinde etkili olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Çizelge 4.13’te *Paulownia elongata* odununun hacim-ağırlık değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.13. *P.elongata* odununun hacim-ağırlık değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|--------|-------------|
| | | A | B | |
| Manisa (MT) | 360 | | 0.2180 | |
| İzmir (İM) | 360 | 0.2324 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 360 | | 0.2233 | |

Çizelge 4.13'te, Manisa, İzmir ve Aydın yöresi yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; Manisa ve Aydın yöresi değerleri aralarında fazla bir fark olmadığı için aynı grup içinde yer alırken, İzmir yöresi anlamlı farkından dolayı ayrı grup oluşturmaktadır.

4.1.4. Daralma (β_v)

Yapılan deney sonuçlarına göre daralma ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde radyal yönde (β_r) %4.07, teğet yönde (β_t) %5.76, İzmir-Menderes (İM) yöresinde radyal yönde (β_r) %3.42, teğet yönde (β_t) %4.88 ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde radyal yönde (β_r) %3.63, teğet yönde (β_t) %5.31 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.14'te *P.elongata* odununun daralma istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.14. *P.elongata* odununun daralma istatistik değerleri.

| Yetiştirme Yöresi | İstatistik Özellikler | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----|---------------|-----------|------|-------|
| | Kesit | N | Değer Aralığı | \bar{x} | S | Cov% |
| Manisa (MT) | β_r | 360 | 2.20-6.25 | 4.07 | 0.87 | 22.60 |
| | β_t | 360 | 2.60-8.95 | 5.76 | 1.05 | 21.65 |
| İzmir (İM) | β_r | 360 | 2.00-5.27 | 3.42 | 0.65 | 20.52 |
| | β_t | 360 | 2.59-7.51 | 4.88 | 0.96 | 19.35 |

| | | | | | | |
|---------------|-----------------------|------|------------|------|-------|-------|
| Aydın (AB) | β_r | 360 | 2.11-5.60 | 3.63 | 0.75 | 22.14 |
| | β_t | 360 | 2.80-8.05 | 5.31 | 1.01 | 21.76 |
| Genel ort. | β_r | 1080 | 2.10-5.71 | 3.71 | 0.76 | 21.75 |
| | β_t | 1080 | 2.66-8.17 | 5.32 | 0.101 | 20.92 |
| β_v (%) | $(\beta_r+\beta_t)/2$ | 1080 | 4.76-13.89 | 9.03 | | |

Çizelge 4.14'te sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu daralma ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en büyük ve İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en düşük değer olduğu görülmektedir. Çizelge 4.15'te *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin daralma değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.15. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin daralma değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Yön | Daralma (%) | Kaynak |
|------------------------------|------------|--------------------|----------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | β_r | 4.07 | Kısacık, 2012 |
| | β_t | 5.76 | |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | β_r | 3.42 | Kısacık, 2012 |
| | β_t | 4.88 | |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | β_r | 3.63 | Kısacık, 2012 |
| | β_t | 5.31 | |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | β_r | 3.81 | Kaymakçı, 2010 |
| | β_t | 5.45 | |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | β_r | 3.24 | Kaymakçı, 2010 |
| | β_t | 4.84 | |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | β_r | 3.08 | Kaymakçı, 2010 |
| | β_t | 5.09 | |

| | | | |
|--------------------------------|-----------|------|--------------------|
| <i>P.elongata</i> (genç odun) | β_r | 1.86 | Bao ve et al.,2001 |
| | β_t | 4.21 | |
| <i>P.elongata</i> (olgun odun) | β_r | 1.99 | Bao ve et al.,2001 |
| | β_t | 4.89 | |
| <i>P.tomentosa</i> | β_r | 10.5 | Anonim 3, 1984 |
| | β_t | 20.3 | |
| <i>P.farbasii</i> | β_r | 10.7 | Anonim 3, 1984 |
| | β_t | 21.6 | |

Çizelge 4.15'te, bazı *Paulownia* türlerine ait daralma değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu daralma ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010), değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.elongata* (genç odun) ve *P.elongata* (olgun odun) (Bao ve et al.,2001) değerlerinden yüksek, *P.tomentosa* ve *P.farbasii* (Anonim 3, 1984) değerlerine göre ise düşük olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda farklı türlere ait yetiştirme yeri, yaşı, anatomik ve morfolojik özellikler ile yoğunluk değerleri, örneklerin radyal ve teğet yöndeki daralma yüzdelerini de etkileyebileceği bilinmektedir.

Çizelge 4.16'da *Paulownia elongata* odununun daralma değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.16. *P.elongata* odununun daralma değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|------|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 79.868 | 39.934 | 31.7 | *** |
| Gruplar İçi | 1078 | 1356.124 | 1.258 | | |
| Genel | 1080 | 1435.992 | | | |

| Varyasyon Kaynağı | | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|-------|---------------------|-------------|---------|------|-------------|
| Gruplar Arası | TEĞET | 2 | 108.206 | 54.103 | 72.3 | *** |
| Gruplar İçi | | 1078 | 806.308 | 0.748 | | |
| Genel | | 1080 | 914.514 | | | |

Çizelge 4.16'da, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün daralma değerleri üzerinde etkili olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Çizelge 4.17'de *Paulownia elongata* odununun daralma değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.17. *P.elongata* odununun daralma değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | | Önem Düzeyi |
|-------------------|--------|------------------|---------------------|-------|-------|-------------|
| | | | A | B | C | |
| Manisa (MT) | RADYAL | 360 | 4.072 | | | 1.000 |
| İzmir (İM) | | 360 | | 3.423 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | | 360 | | | 3.637 | 1.000 |
| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | | Önem Düzeyi |
| | | | A | B | C | |
| Manisa (MT) | TEĞET | 360 | 5.760 | | | 1.000 |
| İzmir (İM) | | 360 | | 4.882 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | | 360 | | | 5.319 | 1.000 |

Çizelge 4.17'de, Manisa, İzmir ve Aydın yöresi yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumların farklı olduğu, aralarında benzerlik bulunmadığı ve ayrı gruplarda yer aldığı görülmektedir.

4.1.5. Genişleme (α_v)

Yapılan deney sonuçlarına göre, genişleme ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde radyal yönde (α_r) %4.38, teğet yönde (α_t) %6.17, İzmir-Menderes (İM) yöresinde radyal yönde (α_r) %4.17, teğet yönde (α_t) %5.48 ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde radyal yönde (α_r) %4.31, teğet yönde (α_t) %6.12 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.18'de *P.elongata* odununun genişleme istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.18. *P.elongata* odununun genişleme istatistik değerleri.

| Yetiştirme Yöresi | İstatistik Özellikler | | | | | |
|-------------------|---------------------------|------|---------------|-----------|------------|-------|
| | Kesit | N | Değer Aralığı | \bar{x} | σ_x | V(%) |
| Manisa (MT) | α_r | 360 | 2.31-6.44 | 4.38 | 0.93 | 21.23 |
| | α_t | 360 | 3.18-9.15 | 6.17 | 1.12 | 18.15 |
| İzmir (İM) | α_r | 360 | 2.25-6.09 | 4.17 | 0.85 | 20.38 |
| | α_t | 360 | 2.96-8.00 | 5.48 | 0.99 | 18.06 |
| Aydın (AB) | α_r | 360 | 2.18-6.44 | 4.31 | 0.90 | 22.88 |
| | α_t | 360 | 3.73-8.50 | 6.12 | 1.07 | 17.48 |
| Genel ort. | α_r | 1080 | 2.25-6.32 | 4.29 | 0.76 | 17.72 |
| | α_t | 1080 | 3.29-8.55 | 5.92 | 0.101 | 17.06 |
| α_v (%) | $(\alpha_r + \alpha_t)/2$ | 1080 | 5.54-14.87 | 10.21 | | |

Çizelge 4.18'de sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu genişleme ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en büyük ve İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en düşük değer olduğu görülmektedir. Çizelge 4.19'da *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin genişleme değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.19. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin genişleme değerlerinin karşılaştırılması

| <i>Paulownia</i> Türü | Yön | Genişleme (%) | Kaynak |
|------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | αr | 4.38 | Kısacık, 2012 |
| | αt | 6.17 | |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | αr | 4.17 | Kısacık, 2012 |
| | αt | 5.48 | |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | αr | 4.31 | Kısacık, 2012 |
| | αt | 6.12 | |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | αr | 4.36 | Kaymakçı, 2010 |
| | αt | 6.28 | |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | αr | 4.15 | Kaymakçı, 2010 |
| | αt | 5.52 | |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | αr | 3.73 | Kaymakçı, 2010 |
| | αt | 5.73 | |
| <i>P.elongata</i> | αt | 2.48 | Akyıldız ve Kol, 2010 |
| | αr | 5.92 | |

Çizelge 4.19'da, bazı *Paulownia* türlerine ait genişleme değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu genişleme ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010), değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.elongata* (Akyıldız ve Kol, 2010) değerlerinden yüksek, olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda farklı türlere ait yetişme yeri, yaşı, anatomik ve morfolojik özellikler ile yoğunluk değerleri, örneklerin radyal ve teğet yöndeki genişleme yüzdelerini de etkileyebileceği bilinmektedir. Çizelge 4.20'de *Paulownia elongata* odununun genişleme değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.20. *P.elongata* odununun genişleme değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|--------|---------------------|-------------|---------|------|-------------|
| Gruplar Arası | RADYAL | 2 | 90.992 | 45.496 | 27.4 | *** |
| Gruplar İçi | | 1078 | 1880.004 | 1.660 | | |
| Genel | | 1080 | 1970.996 | | | |
| Varyasyon Kaynağı | | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
| Gruplar Arası | TEĞET | 2 | 72.889 | 36.445 | 39.8 | *** |
| Gruplar İçi | | 1078 | 987.321 | 0.916 | | |
| Genel | | 1080 | 1060.210 | | | |

Çizelge 4.20’de, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün genişleme değerleri üzerinde etkili olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Çizelge 4.21’de *Paulownia elongata* odununun genişleme değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.21. *P.elongata* odununun genişleme değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|--------|------------------|---------------------|--------|-------------|
| | | | A | B | |
| Manisa (MT) | RADYAL | 360 | | 4.3818 | |
| İzmir (İM) | | 360 | 4.1739 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | | 360 | | 4.3193 | |
| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
| | | | A | B | |
| Manisa (MT) | TEĞET | 360 | | 6.1738 | |
| İzmir (İM) | | 360 | 5.4804 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | | 360 | | 6.1205 | |

Çizelge 4.21’de, Manisa, İzmir ve Aydın yöresi yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; Manisa ve Aydın yöresi değerleri aralarında fazla bir fark olmadığı için aynı grupta yer alırken, İzmir yöresi anlamlı farkından dolayı ayrı grup oluşturmaktadır.

4.1.6. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı (Vç-b)

Yapılan deney sonuçlarına göre hücre çeperi maddesi (HÇM:Vç) ve hava boşluğu oranı (HBO:b) ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde %15.27-%84.73, İzmir-Menderes (İM) yöresinde %15.73-%84.27 ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde %15.36-%84.64 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.22’de *P.elongata* odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.22. *P.elongata* odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı istatistik değerleri

| Yetiştirme Yöresi | İstatistik Özellikler | | | | | |
|-------------------|-----------------------|------|-----------|---------------|------------|-------|
| | | N | \bar{x} | Değer aralığı | σ_x | V(%) |
| Manisa (MT) | Vç | 360 | 15.27 | 9.96-21.05 | 1.58 | 10.35 |
| | b | 360 | 84.73 | 78.78-91.43 | 1.56 | 1.84 |
| İzmir (İM) | Vç | 360 | 15.73 | 10.88-20.32 | 1.37 | 8.71 |
| | b | 360 | 84.27 | 79.29-88.23 | 1.36 | 1.61 |
| Aydın (AB) | Vç | 360 | 15.36 | 10.69-20.12 | 1.53 | 9.96 |
| | b | 360 | 84.64 | 79.30-88.23 | 1.50 | 1.77 |
| Genel ort. | Vç | 1080 | 15.45 | 10.51-20.50 | 1.49 | 9.64 |
| | b | 1080 | 84.55 | 79.12-89.30 | 1.47 | 1.74 |

Çizelge 4.22'de sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu hücre çeperi maddesi (HÇM:Vç) ortalama değerlerinden İzmir-Menderes (İM) değerinin en büyük ve Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük değer olduğu görülmektedir. Hava boşluğu oranı (HBO:b) ortalama değerinde ise en büyük değer Manisa-Turgutlu (MT) ve en küçük değer de İzmir-Menderes (İM) değeri olduğu görülmektedir. Çizelge 4.23'te *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.23. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin hücre çeper maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerinin karşılaştırılması

| <i>Paulownia</i> Türü | | x̄ | Kaynak |
|------------------------------|----------|-----------|----------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | HÇM (Vç) | 15.27 | Kısacık, 2012 |
| | HBO (b) | 84.73 | |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | HÇM (Vç) | 15.73 | Kısacık, 2012 |
| | HBO (b) | 84.27 | |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | HÇM (Vç) | 15.36 | Kısacık, 2012 |
| | HBO (b) | 84.64 | |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | HÇM (Vç) | 15.12 | Kaymakçı, 2010 |
| | HBO (b) | 84.87 | |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | HÇM (Vç) | 15.78 | Kaymakçı, 2010 |
| | HBO (b) | 84.21 | |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | HÇM (Vç) | 15.56 | Kaymakçı, 2010 |
| | HBO (b) | 84.44 | |

Çizelge 4.23'te, bazı *Paulownia* türlerine ait hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerleri incelendiğinde; *P.elongata* (Kaymakçı, 2010), değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu görülmektedir. Çizelge 4.24'te *Paulownia elongata* odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.24. *P.elongata* odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|-----|---------------------|-------------|---------|-----|-------------|
| Gruplar Arası | HÇM | 2 | 25.127 | 12.564 | 5.2 | ** |
| Gruplar İçi | | 1078 | 2589.654 | 2.402 | | |
| Genel | | 1080 | 2614.781 | | | |
| Varyasyon Kaynağı | | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
| Gruplar Arası | HBO | 2 | 25.208 | 12.604 | 5.3 | ** |
| Gruplar İçi | | 1078 | 2589.127 | 2.402 | | |
| Genel | | 1080 | 2614.335 | | | |

Çizelge 4.24'te, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöreleri arasında (**) düşük önem düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Çizelge 4.25'te *Paulownia elongata* odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.25. *P.elongata* odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | Önem Düzeyi |
|-------------------|-----|------------------|---------------------|-------------|
| | | | A | |
| Manisa (MT) | HÇM | 360 | 15.2792 | N.S |
| İzmir (İM) | | 360 | 15.7349 | N.S |
| Aydın (AB) | | 360 | 15.3687 | N.S |
| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | Önem Düzeyi |
| | | | A | |
| Manisa (MT) | HBO | 360 | 84.7330 | N.S |
| İzmir (İM) | | 360 | 84.2739 | N.S |
| Aydın (AB) | | 360 | 84.6405 | N.S |

Çizelge 4.25'te, Manisa, İzmir ve Aydın yöresi yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranı değerleri bakımından toplumların aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

4.1.7. Lif doygunluğu rutubet noktası (LDN)

Yapılan deney sonuçlarına göre, *P.elongata* odununun su almaya devam etse de boyutlarının değişmez duruma geldiği lif doygunluğu rutubet noktası (LDN) ortalama değerleri; Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde %44.14, İzmir-Menderes (İM) yöresinde %37.12 ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde %41.28 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.26'da *P.elongata* odununun lif doygunluğu rutubet noktası değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.26. *P.elongata* odununun lif doygunluğu rutubet noktası istatistik değerleri.

| Yetiştirme Yöresi | İstatistik Özellikler | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|
| | N | \bar{x} (LDN %) |
| Manisa-Turgutlu (MT) | 360 | 44.14 |
| İzmir-Menderes (İM) | 360 | 37.12 |
| Aydın-Bozdoğan (AB) | 360 | 41.28 |
| Genel Ortalama | 1080 | 40.85 |

Çizelge 4.26'da sonuçlar incelendiğinde, *P.elongata* odununda lif doygunluk rutubet noktası bakımından en büyük değer Manisa (MT) ve en düşük değer ise İzmir (İM) olduğu görülmektedir. *P.elongata* odunu %40.85 genel ortalama ile "LDN'si çok yüksek" ağaçlar kategorisine girmektedir.

4.1.8. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı (r_{max})

Yapılan deney sonuçlarına göre, *P.elongata* odununun içine alabileceği en yüksek su miktarı (r_{max}) ortalama değerleri; Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde %425.06, İzmir-Menderes (İM) yöresinde %403.33 ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde %418.87 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.27'de *P.elongata* odununun içine alabileceği en yüksek su miktarı değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.27. *P.elongata* odununun içine alabileceği en yüksek su miktarı istatistik değerleri.

| Yetiştirme Yöresi | İstatistik Özellikler | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| | N | \bar{x} (r_{max} %) |
| Manisa-Turgutlu (MT) | 360 | 425.06 |
| İzmir-Menderes (İM) | 360 | 403.33 |
| Aydın-Bozdoğan (AB) | 360 | 418.87 |
| Genel Ortalama | 1080 | 415.75 |

Çizelge 4.27’de sonuçlar incelendiğinde, *P.elongata* odununda odunun içine alabileceği en yüksek su miktarı bakımından en büyük değerin Manisa (MT) ve en düşük değerin ise İzmir (İM) olduğu görülmektedir.

4.2. Mekanik Özellikler

Paulownia elongata odununun mekanik özelliklerini tayin için TS’ye göre yapılan çalışmalarda örnekler, deneme çalışması süreci ve sonucunun doğru izlenebilmesi için kodlanmıştır. Kodlama, yetiştirme yörelerine (MT-İM-AB) göre yapılırken, her yetiştirme yerinden alınan ağaç örneklerinden elde edilen toplam 105 adet deney numunesine ait test sonuçları yetiştirme yöresine göre gruplandırılmıştır.

4.2.1. Eğilme direnci (σ_{bw})

Yapılan deney sonuçlarına göre eğilme direnci ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 24.56 N/mm², İzmir-Menderes (İM) yöresinde 36.89 N/mm² ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 27.12 N/mm² olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.28’de *P.elongata* odununun eğilme direnci istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.28. *P.elongata* odununun eğilme direnci istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yöreleri | | | |
|--|---------------------|------------|-------------|-------------|
| | MT | İM | AB | Genel |
| Örnek Sayısı (N) | 35 | 35 | 35 | 105 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) N/mm ² | 24.56 | 36.89 | 27.12 | 29.52 |
| Standart Sapma (σ_x) | 3.25 | 3.77 | 3.11 | 3.38 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 13.23 | 10.22 | 11.47 | 11.45 |
| Değer Aralığı (min-max) | 16.12-36.67 | 25.1-46.35 | 18.76-38.23 | 16.12-46.35 |

Çizelge 4.28’de sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu eğilme direnci ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes

(İM) değeri ise en yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre odunun yoğunluğu ile eğilme direnç değeri arasında doğrusal orantılı bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Çizelge 4.29'da *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin eğilme direnç değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.29. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin eğilme direnç değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Eğilme Direnci (N/mm²) | Kaynak |
|------------------------------|--|-----------------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 24.56 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 36.89 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 27.12 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 35.76 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 35.79 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 23.98 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 30.08 | Bao et al., 2001 |
| <i>P. tomentosa</i> | 43.56 | Akyıldız ve Kol, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 28.34 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.tomentosa</i> | 39.82 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.fortunei</i> | 39.72 | Anonim 2, 1986 |

Çizelge 4.29'da, bazı *Paulownia* türlerine ait eğilme direnç değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu eğilme direnç ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010), (Bao et al., 2001) ve (Anonim 2, 1986) değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.tomentosa* (Akyıldız ve Kol, 2010), *P.tomentosa* ve *P.fortunei* (Anonim 2, 1986) değerlerinden düşük kaldığı görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, yetiştirme yeri, yaşı ve yoğunluk farklılığının bu mekanik özelliği

etkileyeceği düşünülmektedir. Çizelge 4.30'da *Paulownia elongata* odununun eğilme direnç değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.30. *P.elongata* odununun eğilme direnç değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|-------|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 2945 | 1473 | 153.4 | *** |
| Gruplar İçi | 103 | 990 | 9.6 | | |
| Genel | 105 | 3935 | | | |

Çizelge 4.30'da, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün eğilme direnci değeri üzerinde etkili ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Çizelge 4.31'de, *Paulownia elongata* odununun eğilme direnç değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

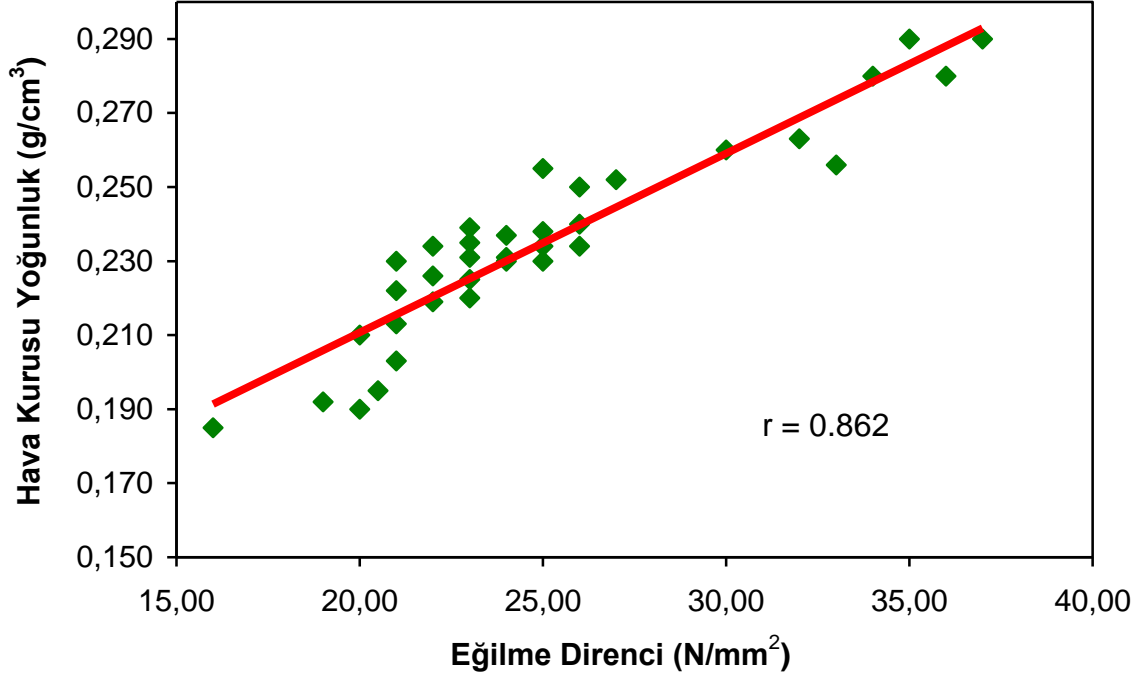
Çizelge 4.31. *P.elongata* odununun eğilme direnç değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|---------|--------|-------------|
| | | A | B | C | |
| Manisa (MT) | 35 | 24.5607 | | | 1.000 |
| İzmir (İM) | 35 | | 36.8986 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 35 | | | 27.125 | 1.000 |

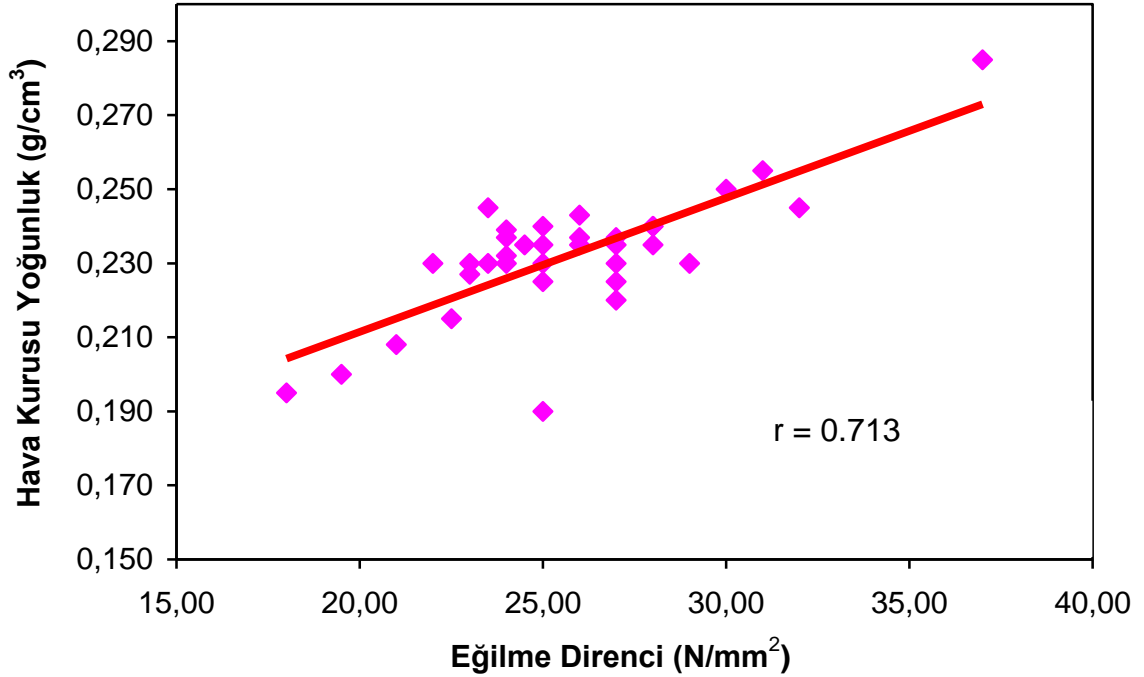
Çizelge 4.31'de, Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumların farklı olduğu aralarında benzerlik bulunmadığı ve ayrı gruplarda yer aldığı görülmektedir.

4.2.1.1. Eğilme direnci- yoğunluk ilişkisi

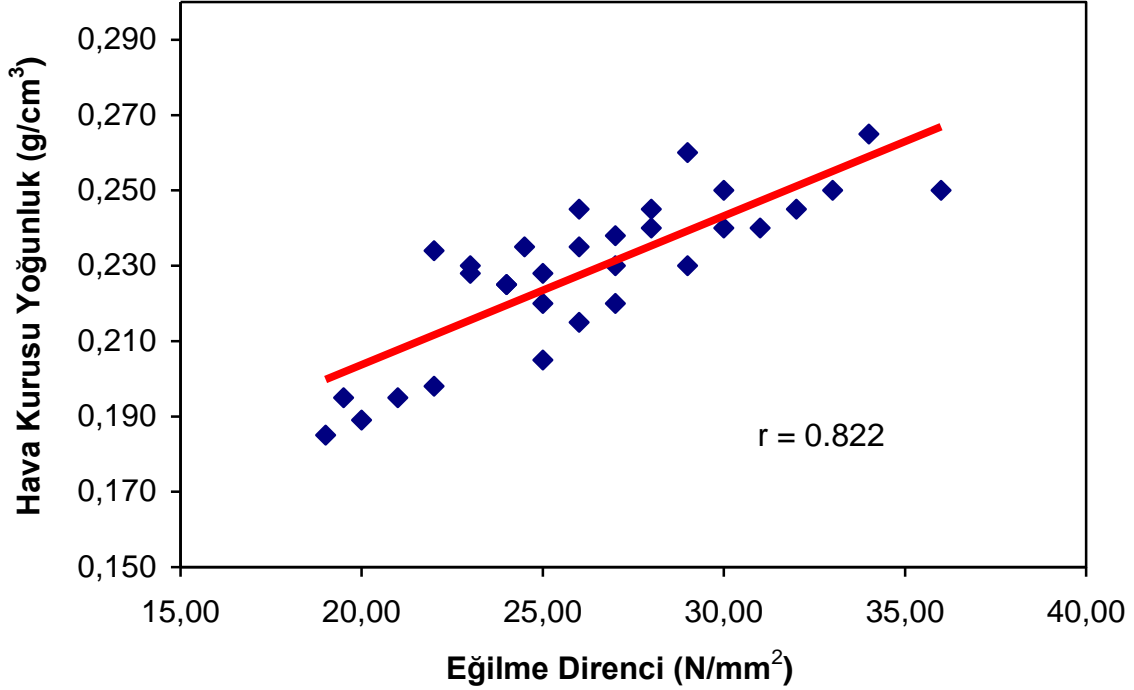
Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre *P.elongata* odununun eğilme direnci- yoğunluk arasındaki ilişki grafiği Şekil 4.2, 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Manisa (MT) *P.elongata* odununun eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.3. İzmir (İM) *P.elongata* odununun eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.4. Aydın (AB) *P.elongata* odununun eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi.

Şekil 4.2, 4.3 ve 4.4'te *P.elongata* odununun Manisa, İzmir ve Aydın yörelerine ait korelasyon katsayıları (r) sırası ile 0.862; 0.713; 0.822 olarak bulunmuş ve yoğunluk ile eğilme direnci değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; doğrusal orantılı olarak artan önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. Eğilmede elastikiyet modülü (E_w)

Yapılan deney sonuçlarına göre eğilmede elastikiyet modülü ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 3745 N/mm², İzmir-Menderes (İM) yöresinde 3917 N/mm² ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 3102 N/mm² olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.32'de *P.elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.32. *P.elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yöreleri | | | |
|-----------------------|---------------------|----|----|-------|
| | MT | İM | AB | Genel |
| Örnek Sayısı (N) | 35 | 35 | 35 | 105 |

| | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) N/mm ² | 3745 | 3917 | 3102 | 3588 |
| Standart Sapma (σ_x) | 284 | 398 | 435 | 372 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 7.58 | 10.16 | 14.02 | 10.37 |
| Değer Aralığı (min-max) | 3216-4290 | 2789-4940 | 2545-3760 | 2545-4940 |

Çizelge 4.32’de sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu eğilmede elastikiyet modülü ortalama değerlerinden Aydın (AB) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 4.33’te *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin eğilmede elastikiyet modülü değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.33. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Eğilmede elastikiyet Modülü (N/mm ²) | Kaynak |
|-----------------------------|--|-----------------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 3745 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 3917 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 3102 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 3523.42 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 3883.14 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 2651.53 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 3890 | Bao et al., 2001 |
| <i>P. tomentosa</i> | 4356 | Akyıldız ve Kol, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 4707 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.tomentosa</i> | 4281 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.fortunei</i> | 4917 | Anonim 2, 1986 |

Çizelge 4.33'te, bazı *Paulownia* türlerine ait eğilmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu eğilmede elastikiyet modülü ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakcı, 2010), ortalama değerinden büyük, diğer değerlerden küçük olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, yetiştirme yeri, yaşı ve yoğunluk farklılığının bu mekanik özelliği etkileyeceği düşünülmektedir. Çizelge 4.34'te *Paulownia elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.34. *P.elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|--------|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 2830 | 1415 | 105.05 | *** |
| Gruplar İçi | 103 | 1387 | 13.47 | | |
| Genel | 105 | 4217 | | | |

Çizelge 4.34'te, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerinde etkili ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Çizelge 4.35'te, *Paulownia elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

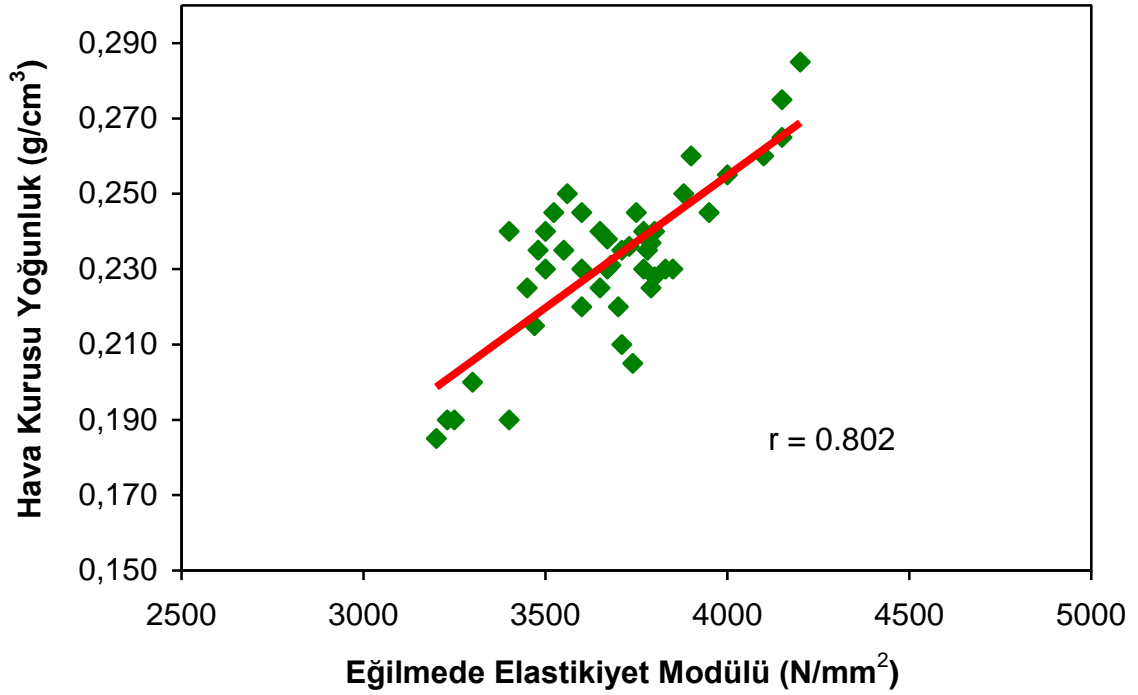
Çizelge 4.35. *P.elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|-------|-------|-------------|
| | | A | B | C | |
| Manisa (MT) | 35 | 3.745 | | | 1.000 |
| İzmir (İM) | 35 | | 3.917 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 35 | | | 3.102 | 1.000 |

Çizelge 4.35'te, Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumların farklı olduğu aralarında benzerlik bulunmadığı ve farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir.

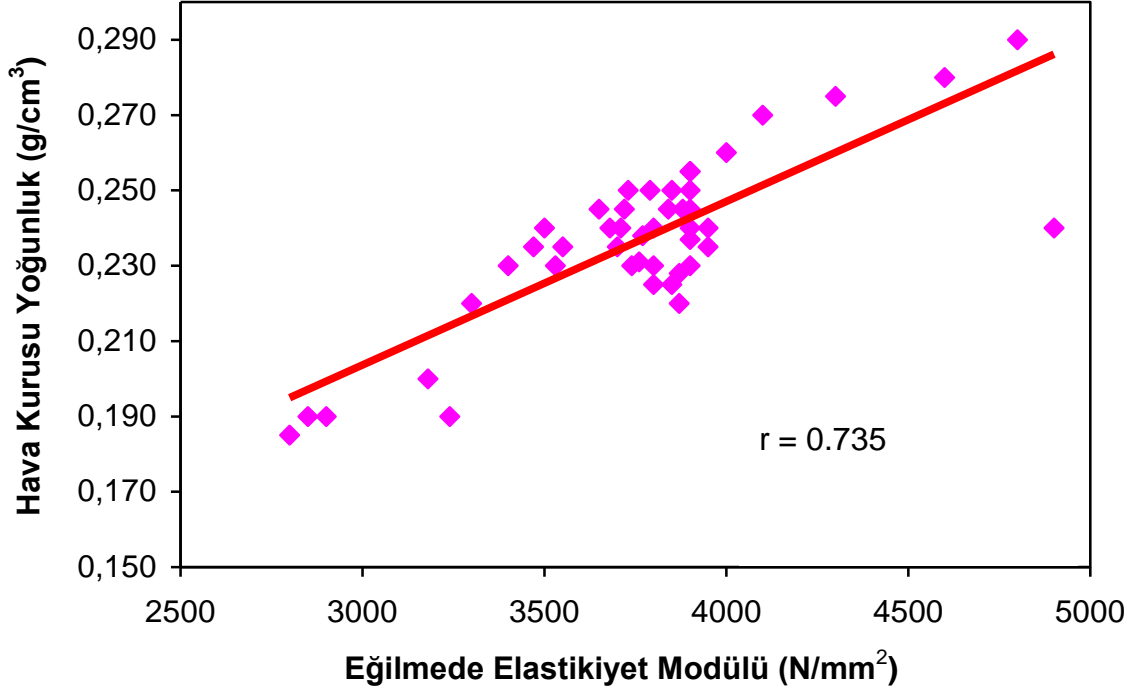
4.2.2.1. Eğilmede elastikiyet modülü- yoğunluk ilişkisi

Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre *P.elongata* odununun eğilme direnci-yoğunluk arasındaki ilişki grafiği Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7'de verilmiştir.

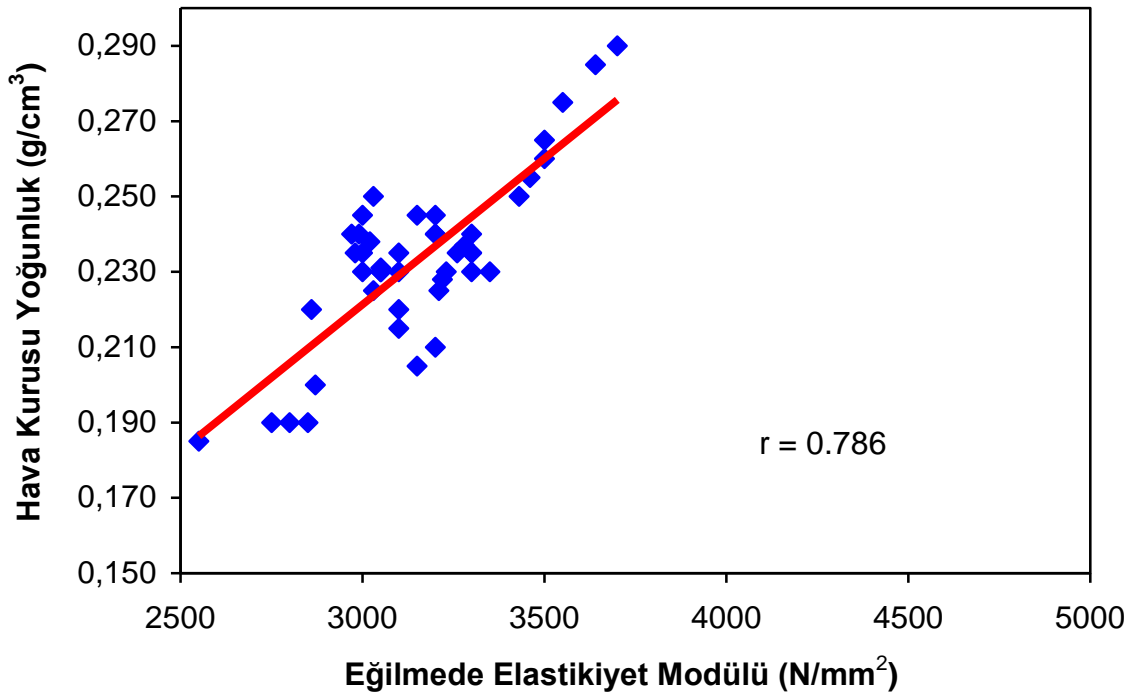


Şekil 4.5. Manisa (MT) *P.elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü-yoğunluk ilişkisi.

Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7'de, *P.elongata* odununun Manisa, İzmir ve Aydın yörelerine ait korelasyon katsayıları (r) sırası ile 0.802; 0.735; 0.786 olarak bulunmuş ve yoğunluk ile eğilmede elastikiyet modülü değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; doğrusal orantılı olarak artan önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. İzmir (İM) *P.elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.7. Aydın (AB) *P.elongata* odununun eğilmede elastikiyet modülü-yoğunluk ilişkisi.

4.2.3. Liflere paralel basınç direnci (σ_w)

Yapılan deney sonuçlarına göre liflere paralel basınç direnci ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 33.67 N/mm², İzmir-Menderes (İM) yöresinde 38.23 N/mm² ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 34.03 N/mm² olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.36'da *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnci istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.36. *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnci istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yörelere | | | |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | MT | İM | AB | Genel |
| Örnek Sayısı (N) | 35 | 35 | 35 | 105 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) N/mm ² | 33.67 | 38.23 | 34.03 | 35.31 |
| Standart Sapma (σ_x) | 2.35 | 1.78 | 2.13 | 2.09 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 6.98 | 4.66 | 6.26 | 5.92 |
| Değer Aralığı (min-max) | 26.67-38.17 | 33.45-43.86 | 28.58-39.36 | 26.67-43.86 |

Çizelge 4.36'da sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere paralel basınç direnci ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre odunun yoğunluğu ile liflere paralel basınç direnç değeri arasında doğrusal orantılı bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Çizelge 4.37'de *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere paralel basınç direnç değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.37. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere paralel basınç direnç değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm²) | Kaynak |
|------------------------------|--|-----------------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 33.67 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 38.23 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 34.03 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 35.56 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 36.70 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 34.23 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 75.70 | Bao et al., 2001 |
| <i>P. tomentosa</i> | 25.25 | Akyıldız ve Kol, 2010 |
| <i>Paulownia</i> (Klon C125) | 24.30 | Guo, 1990 |
| <i>Paulownia</i> (Klon PS01) | 29.90 | Guo, 1990 |
| <i>Paulownia</i> (Klon C161) | 50.40 | Guo, 1990 |

Çizelge 4.37’de, bazı *Paulownia* türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere paralel basınç direnç ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010), değeri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.elongata* (Bao et al., 2001), *Paulownia* (Klon C161) (Guo, 1990) değerinden küçük ve *P.tomentosa* (Akyıldız ve Kol, 2010), *Paulownia* (Klon C125), *Paulownia* (Klon PS01) (Guo, 1990) değerlerinden büyük olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, yetişme yeri, yoğunluk ve özellikle yaş farklılığının bu mekanik özelliği etkileyeceği düşünülmektedir. Çizelge 4.38’de *Paulownia elongata* odununun liflere paralel basınç direnç değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.38. *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnç değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|-------|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 101.12 | 50.56 | 15.51 | *** |
| Gruplar İçi | 103 | 336.23 | 3.26 | | |
| Genel | 105 | 437.35 | | | |

Çizelge 4.38’de, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün liflere paralel basınç direnci değeri üzerinde etkili ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Çizelge 4.39’da, *Paulownia elongata* odununun liflere paralel basınç direnç değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

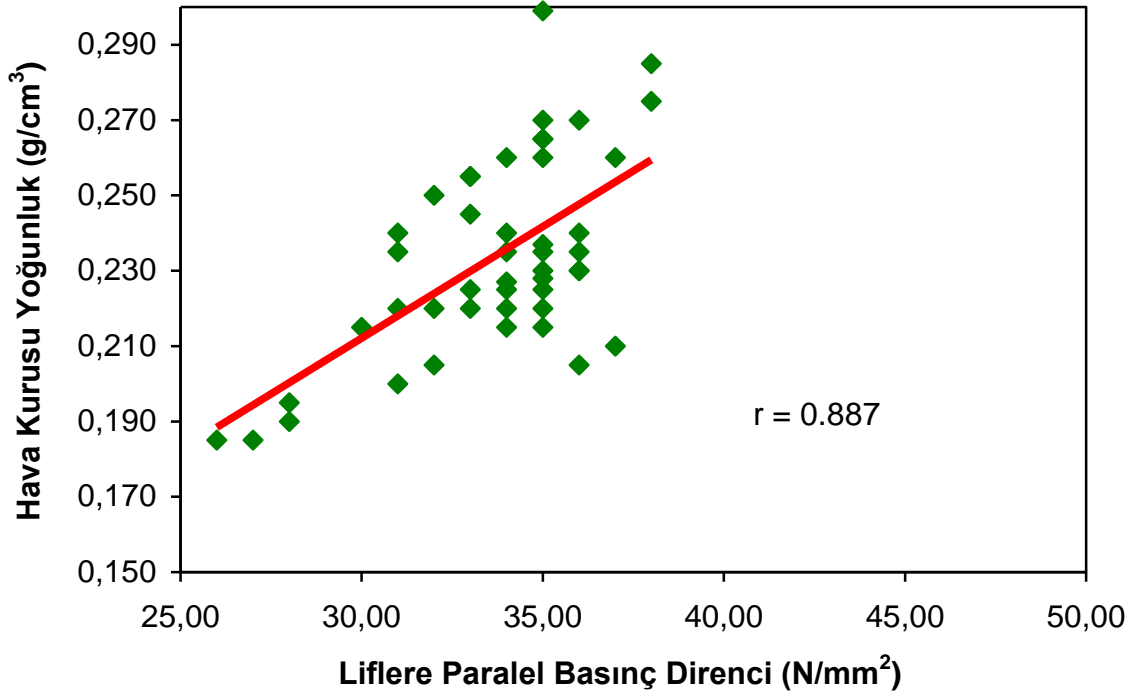
Çizelge 4.39. *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnç değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|---------|--------|-------------|
| | | A | B | C | |
| Manisa (MT) | 35 | 33.6714 | | | 1.000 |
| İzmir (İM) | 35 | | 38.2303 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 35 | | | 34.032 | 1.000 |

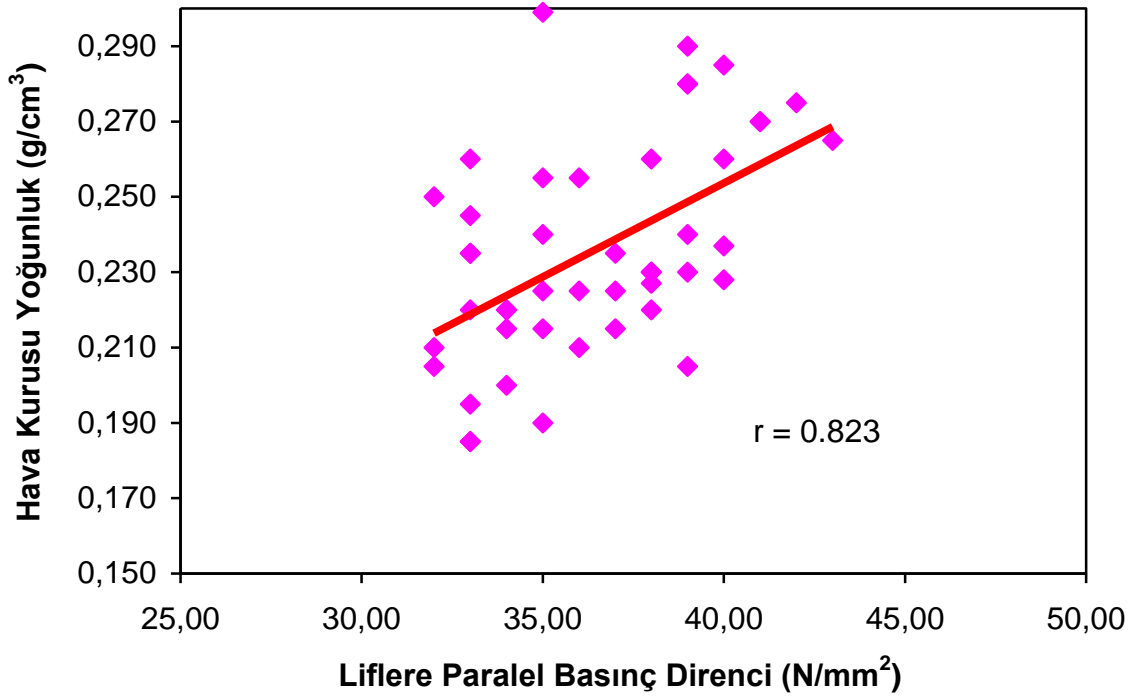
Çizelge 4.39’da, Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumların farklı olduğu aralarında benzerlik bulunmadığı ve ayrı gruplarda yer aldığı görülmektedir.

4.2.3.1. Liflere paralel basınç direnci- yoğunluk ilişkisi

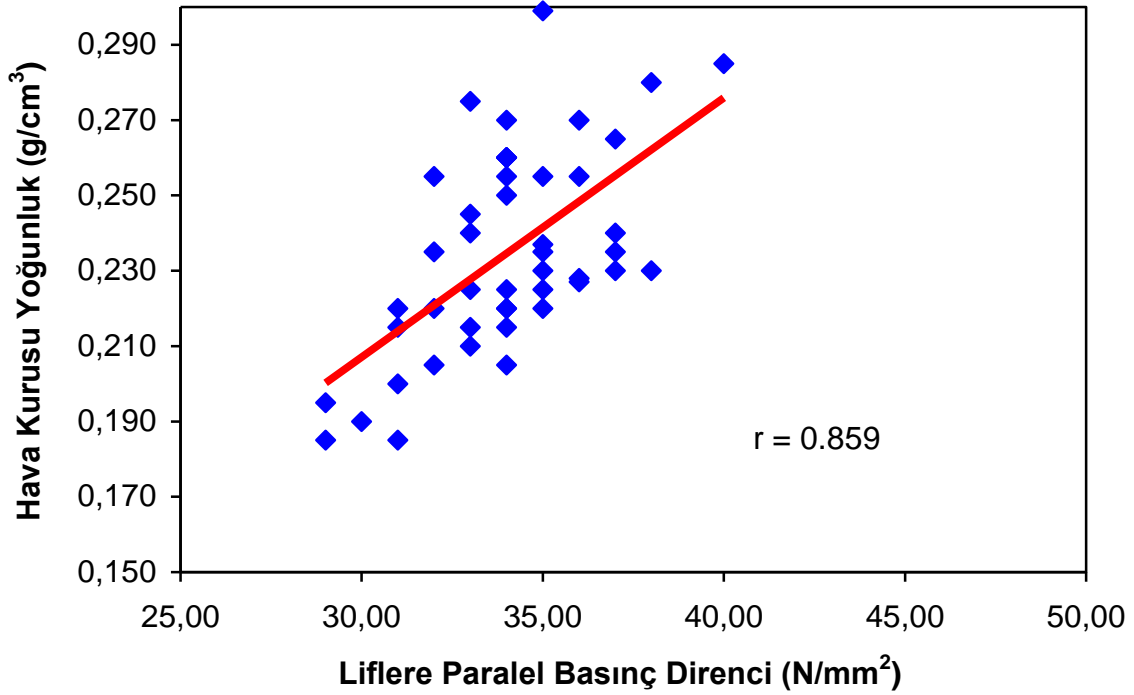
Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk arasındaki ilişki grafiği Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.8. Manisa (MT) *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.9. İzmir (İM) *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.10. Aydın (AB) *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk ilişkisi.

Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da, *P.elongata* odununun Manisa, İzmir ve Aydın yörelerine ait korelasyon katsayıları (r) sırası ile 0.887; 0.823; 0.859 olarak bulunmuş ve yoğunluk ile liflere paralel basınç direnci değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; doğrusal orantılı olarak artan önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

4.2.4. Liflere paralel makaslama direnci (Tw)

Yapılan deney sonuçlarına göre liflere paralel makaslama direnci ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 3.38 N/mm², İzmir-Menderes (İM) yöresinde 4.18 N/mm² ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 3.55 N/mm² olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.40'da *P.elongata* odununun liflere paralel makaslama direnci istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.40. *P.elongata* odununun liflere paralel makaslama direnci istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yöreleri | | | |
|--|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| | MT | İM | AB | Genel |
| Örnek Sayısı (N) | 35 | 35 | 35 | 105 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) N/mm ² | 3,38 | 4.18 | 3.55 | 3.70 |
| Standart Sapma (σ_x) | 0.61 | 0.77 | 0.66 | 0.67 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 18.05 | 18.42 | 18.59 | 18.11 |
| Değer Aralığı (min-max) | 2.28-4.86 | 2.65-5.51 | 2.42-5.24 | 2.28-5.51 |

Çizelge 4.40'da sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere paralel makaslama direnci ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre odunun yoğunluğu ile liflere paralel makaslama direnç değeri arasında doğrusal orantılı bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Çizelge 4.41'de *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere paralel makaslama direnç değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.41. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere paralel makaslama direnç değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Liflere Paralel Makaslama Direnci (N/mm ²) | Kaynak |
|-----------------------------|--|----------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 3,38 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 4.18 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 3.55 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 3.61 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 3.95 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 3.85 | Kaymakçı, 2010 |

| | | |
|------------------------------|------|----------------|
| <i>P. catalpifolia</i> | 4.10 | Anonim 2, 1986 |
| <i>Paulownia</i> (Klon C125) | 3.30 | Guo, 1990 |
| <i>Paulownia</i> (Klon PS01) | 5.50 | Guo, 1990 |
| <i>Paulownia</i> (Klon C161) | 5.50 | Guo, 1990 |

Çizelge 4.41’de, bazı *Paulownia* türlerine ait liflere paralel makaslama direnci değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere paralel makaslama direnç ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010) değeri ile küçük farklarla benzer olduğu, *Paulownia* (Klon C125) (Guo, 1990) değerinden büyük ve *P.catalpifolia* (Anonim 2, 1986), *Paulownia* (Klon C161), *Paulownia* (Klon PS01) (Guo, 1990) değerlerinden küçük olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre çokta büyük olmadığı ve normal olduğu; *Paulownia* odununda, yetiştirme yeri, yaşı, yoğunluk ve ağacın diğer fiziksel özelliklerinin bu mekanik özelliği etkileyeceği düşünülmektedir. Çizelge 4.42’de *Paulownia elongata* odununun liflere paralel makaslama direnç değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

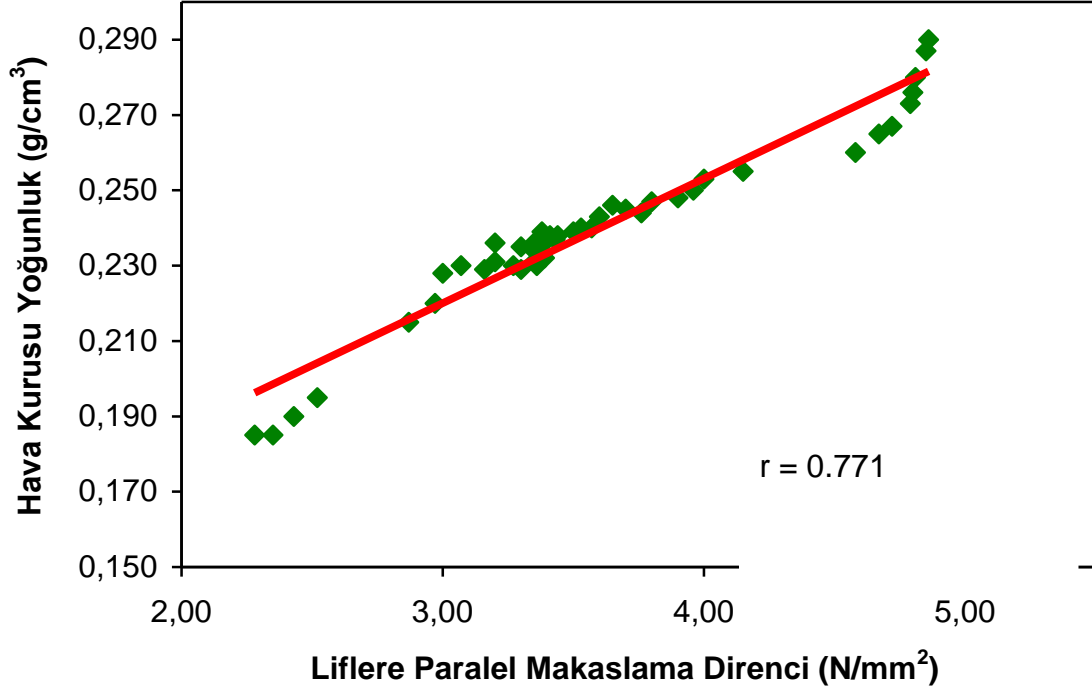
Çizelge 4.42. *P.elongata* odununun liflere paralel makaslama direnç değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|------|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 1.810 | 0.905 | 2.02 | N.S |
| Gruplar İçi | 103 | 46.208 | 0.449 | | |
| Genel | 105 | 48.018 | | | |

Çizelge 4.42’de, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün liflere paralel makaslama direnci değeri üzerinde etkisinin önemsiz kaldığı ve yetiştirme yöreleri arasında (NS) önem düzeyinde farklılığın anlamlı olmadığı görülmektedir.

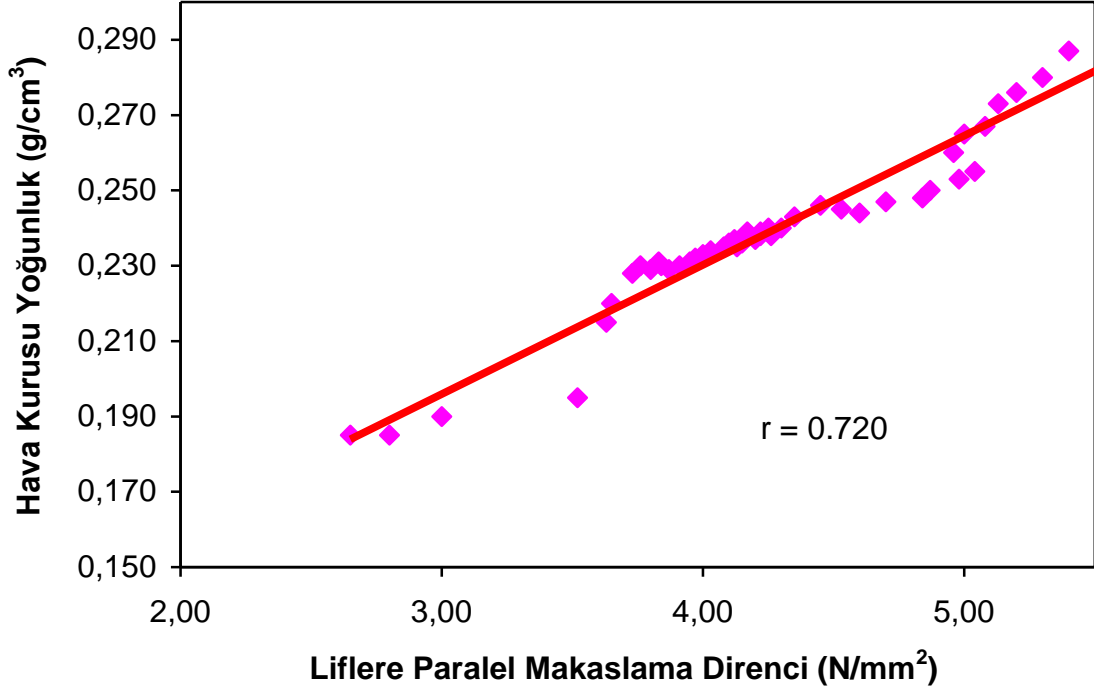
4.2.4.1. Liflere paralel makaslama direnci- yoğunluk ilişkisi

Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre *P.elongata* odununun liflere paralel basınç direnci-yoğunluk arasındaki ilişki grafiği Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'te verilmiştir.

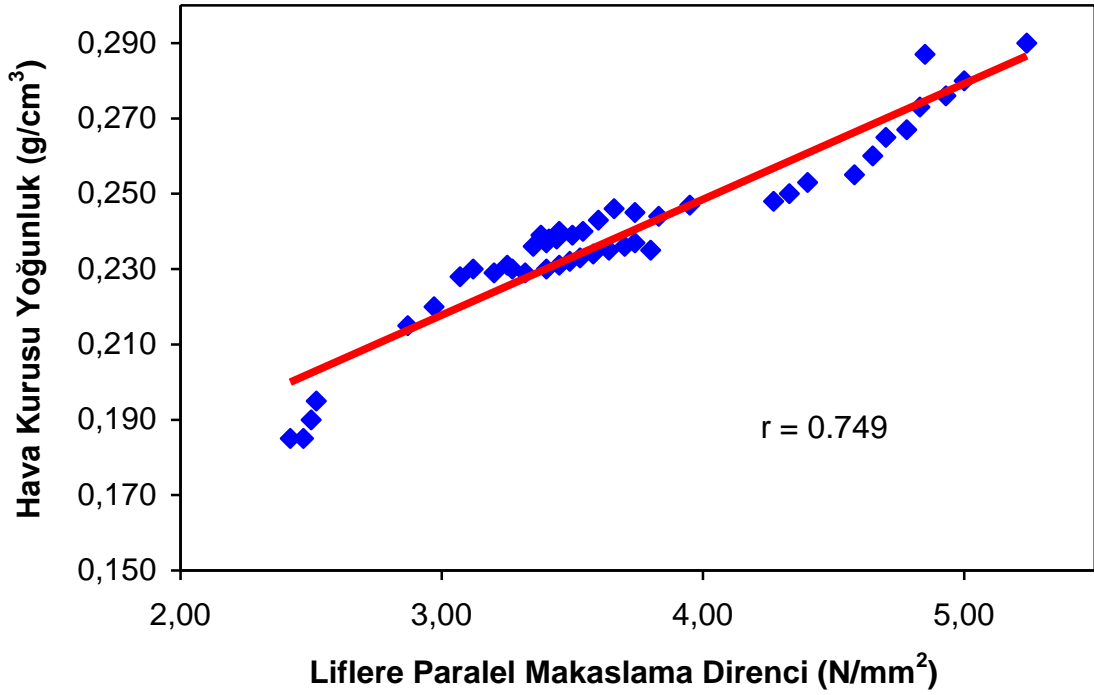


Şekil 4.11. Manisa (MT) *P.elongata* odununun liflere paralel makaslama direnci-yoğunluk ilişkisi.

Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'te, *P.elongata* odununun Manisa, İzmir ve Aydın yörelerine ait korelasyon katsayıları (r) sırası ile 0.771; 0.720; 0.749 olarak bulunmuş ve yoğunluk ile liflere paralel makaslama direnci değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; doğrusal orantılı olarak artan önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. İzmir (İM) *P.elongata* odununun liflere paralel makaslama direnci-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.13. Aydın (AB) *P.elongata* odununun liflere paralel makaslama direnci-yoğunluk ilişkisi.

4.2.5. Dinamik eğilme direnci (A_w)

Yapılan deney sonuçlarına göre dinamik eğilme direnci ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 0.22 kgm/cm^2 , İzmir-Menderes (İM) yöresinde 0.29 kgm/cm^2 , ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 0.24 kgm/cm^2 , olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.43'te *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnci istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.43. *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnci istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yörelere | | | |
|--|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| | MT | İM | AB | Genel |
| Örnek Sayısı (N) | 35 | 35 | 35 | 105 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) N/mm ² | 0,22 | 0,29 | 0,24 | 0,25 |
| Standart Sapma (σ_x) | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.04 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 22.73 | 10.35 | 16.67 | 16.00 |
| Değer Aralığı (min-max) | 0.18-0.30 | 0.24-0,34 | 0.20-0.31 | 0.18-0.34 |

Çizelge 4.43'te sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu dinamik eğilme direnci ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre odunun yoğunluğu ile dinamik eğilme direnç değeri arasında doğrusal orantılı bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Çizelge 4.44'te *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin dinamik eğilme direnç değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.44. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin dinamik eğilme direnç değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Dinamik Eğilme Direnci (Kgm/cm ²) | Kaynak |
|----------------------------|---|---------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 0.22 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.29 | Kısacık, 2012 |

| | | |
|-----------------------------|------|----------------|
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 0.24 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 0.23 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 0.25 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 0.23 | Kaymakcı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 0.13 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.tomentosa</i> | 0.34 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.fortunei</i> | 0.32 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P. catalpifolia</i> | 0.17 | Anonim 3, 1984 |
| <i>P.farbesii</i> | 0.21 | Anonim 3, 1984 |

Çizelge 4.44'te, bazı *Paulownia* türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu dinamik eğilme direnç ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakcı, 2010) değeri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.elongata*, *P. catalpifolia*, *P.farbesii* (Anonim 3, 1984) değerlerinden büyük ve *P.temontosa*, *P.fortunei* (Anonim 3, 1984) değerinden küçük olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre çokta büyük olmadığı ve normal olduğu; *Paulownia* odununda, yetiştirme yeri, yaşı, yoğunluk gibi özelliklerinin bu mekanik özelliği etkileyeceği belirtilmektedir. Çizelge 4.45'te *Paulownia elongata* odununun dinamik eğilme direnç değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.45. *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnç değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|-----|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 0.014 | 0.007 | 7.0 | ** |
| Gruplar İçi | 103 | 0.124 | 0.001 | | |
| Genel | 105 | 0.138 | | | |

Çizelge 4.45'te, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün dinamik eğilme direnci değeri üzerinde etkisinin olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (**) önem düzeyinde anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Çizelge 4.46'de, *Paulownia elongata* odununun dinamik eğilme direnç değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.46. *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnç değerlerine göre Duncan testi.

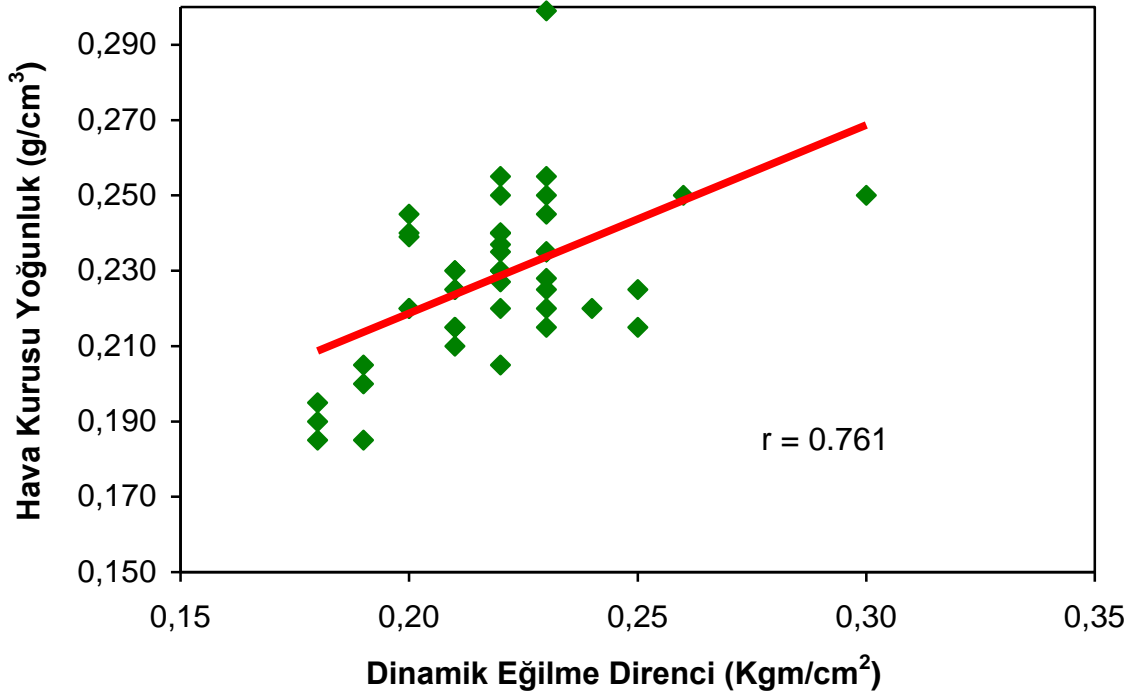
| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|--------|-------------|
| | | A | B | |
| Manisa (MT) | 35 | | 0.2243 | |
| İzmir (İM) | 35 | 0.2914 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 35 | | 0.2478 | |

Çizelge 4.46'da, Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumlardan Manisa ve Aydın yöresinin kendi aralarında anlamlı farklılık olmadığından aynı grupta yer aldığı, İzmir yöresinin anlamlı şekilde farklı olmasından dolayı ayrı grup oluşturduğu görülmektedir.

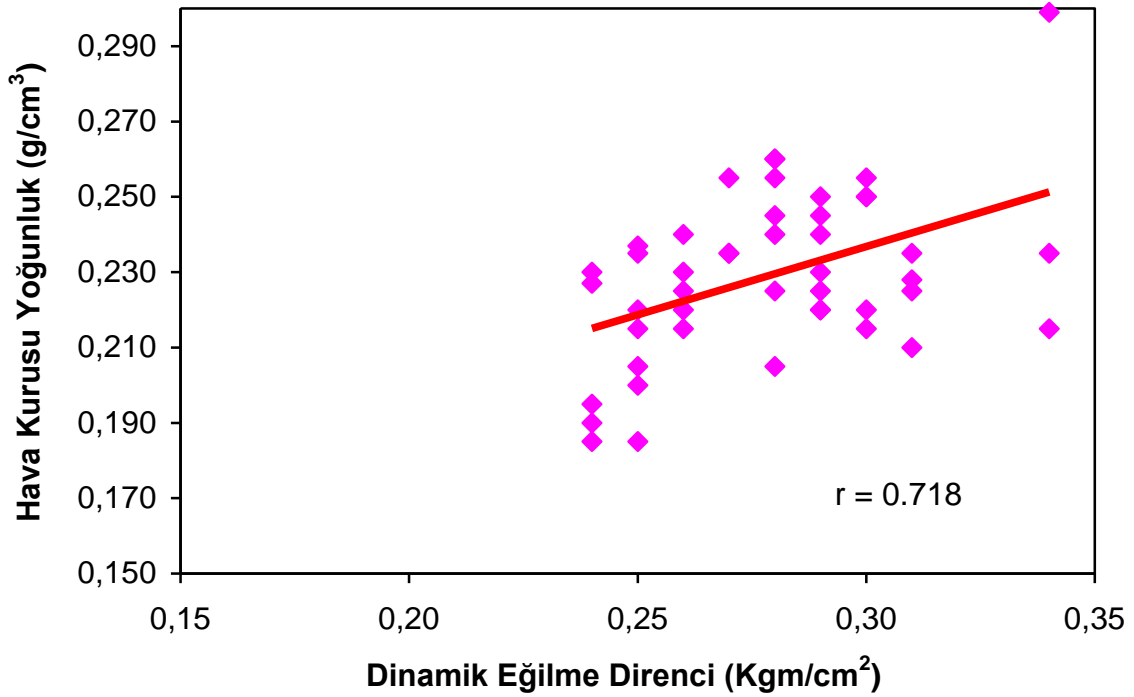
4.2.5.1. Dinamik eğilme direnci- yoğunluk ilişkisi

Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnci-yoğunluk arasındaki ilişki grafiği Şekil 4.14, 4.15 ve 4.16'da verilmiştir.

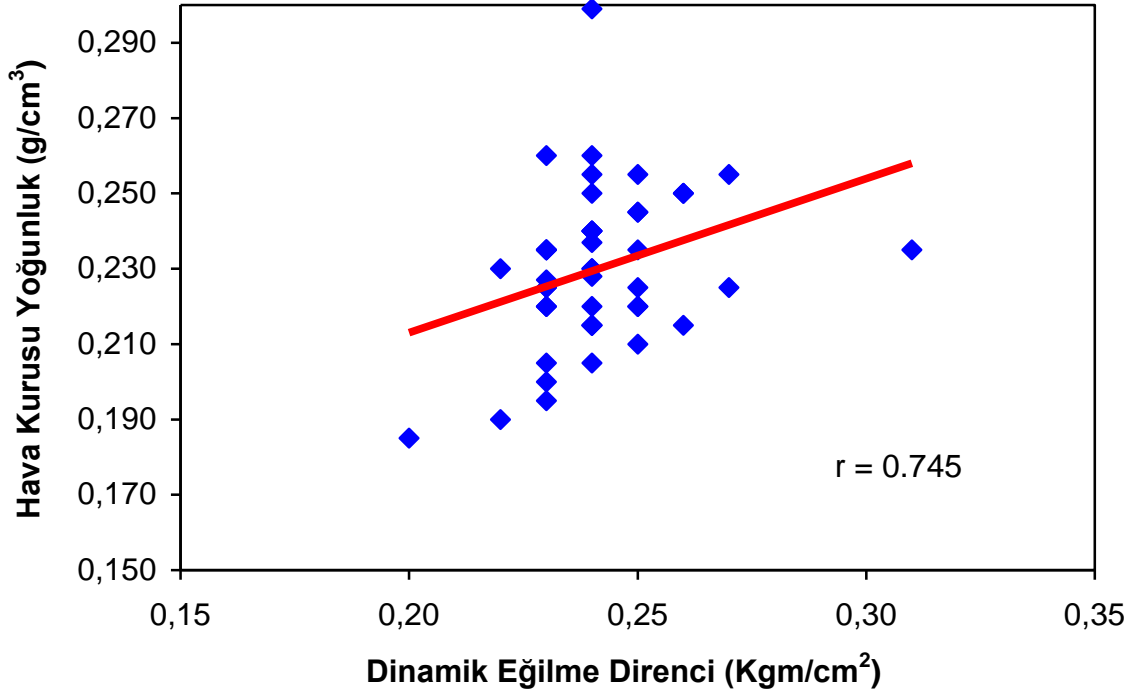
Şekil 4.14, 4.15 ve 4.16'da, *P.elongata* odununun Manisa, İzmir ve Aydın yörelerine ait korelasyon katsayıları (r) sırası ile 0.761; 0.718; 0.745 olarak bulunmuş ve yoğunluk ile dinamik eğilme direnci değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; doğrusal orantılı olarak artan önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Manisa (MT) *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.15. İzmir (İM) *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi.



Şekil 4.16. Aydın (AB) *P.elongata* odununun dinamik eğilme direnci-yoğunluk ilişkisi.

4.2.6. Liflere paralel çekme direnci (σ_w)

Yapılan deney sonuçlarına göre liflere paralel çekme direnci ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 35.33 N/mm², İzmir-Menderes (İM) yöresinde 41.72 N/mm² ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 37.38 N/mm² olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.47’de *P.elongata* odununun liflere paralel çekme direnci istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.47. *P.elongata* odununun liflere paralel çekme direnci istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yörelere | | | |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | MT | İM | AB | Genel |
| Örnek Sayısı (N) | 35 | 35 | 35 | 105 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) N/mm ² | 35.33 | 41.72 | 37.88 | 38,31 |
| Standart Sapma (σ_x) | 6.89 | 8.58 | 7.31 | 7.59 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 19.50 | 20.57 | 19.30 | 19.81 |
| Değer Aralığı (min-max) | 24.32-44.67 | 29.44-51.35 | 26.96-46.92 | 24.32-51.35 |

Çizelge 4.47’de sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere paralel çekme direnci ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 4.48’de *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere paralel çekme direnç değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.48. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere paralel çekme direnç değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Liflere Paralel Çekme Direnci (N/mm²) | Kaynak |
|------------------------------|---|------------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 35.33 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 41.72 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 37.88 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 40.63 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 35.56 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 33.81 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 39.4 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.tomentosa</i> | 60.5 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.fortunei</i> | 56.3 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P. catalpifolia</i> | 52.1 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.farbesii</i> | 51.8 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.elongata</i> | 36.5 | Bao et al., 2001 |

Çizelge 4.48’de, bazı *Paulownia* türlerine ait liflere paralel çekme direnci değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere paralel çekme direnç ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010), *P.elongata* (Anonim 2, 1986) ve *P.elongata* (Bao et al., 2001) değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu, *P.tomentosa*, *P.fortunei*, *P. catalpifolia*, *P.farbesii* (Anonim 2, 1986) değerlerinden küçük olduğu görülmektedir.

Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, yetiştirme yeri, yaşı, yoğunluk gibi özelliklerinin bu mekanik özelliği etkileyeceği belirtilmektedir. Çizelge 4.49'da *Paulownia elongata* odununun liflere paralel çekme direnç değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.49. *P.elongata* odununun liflere paralel çekme direnç değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|---------------------|-------------|---------|-----|-------------|
| Gruplar Arası | 2 | 815.590 | 407.795 | 8.7 | *** |
| Gruplar İçi | 103 | 4819.236 | 46.789 | | |
| Genel | 105 | 5634.826 | | | |

Çizelge 4.49'da, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün liflere paralel çekme direnci değeri üzerinde etkisinin olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Çizelge 4.50'de, *Paulownia elongata* odununun liflere paralel çekme direnç değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.50. *P.elongata* odununun liflere paralel çekme direnç değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|---------|-------------|
| | | A | B | |
| Manisa (MT) | 35 | | 35.3323 | |
| İzmir (İM) | 35 | 41.7213 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 35 | | 37.8830 | |

Çizelge 4.50'de, Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumlardan Manisa ve Aydın yöresinin kendi

aralarında anlamlı farklılık olmadığından aynı grupta yer aldığı, İzmir yöresinin anlamlı şekilde farklı olmasından dolayı ayrı grup oluşturduğu görülmektedir.

4.2.7. Liflere dik çekme direnci (σ_w)

Yapılan deney sonuçlarına göre liflere dik çekme direnci ortalama değerinin Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde 14.64 N/mm², İzmir-Menderes (İM) yöresinde 19.28 N/mm² ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde 15.58 N/mm² olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.51'de *P.elongata* odununun liflere dik çekme direnci istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.51. *P.elongata* odununun liflere dik çekme direnci istatistik değerleri.

| İstatistik Özellikler | Yetiştirme Yörelere | | | |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | MT | İM | AB | Genel |
| Örnek Sayısı (N) | 35 | 35 | 35 | 105 |
| Aritmetik Ort. (\bar{x}) N/mm ² | 14.64 | 19.28 | 15.58 | 16.50 |
| Standart Sapma (σ_x) | 1.26 | 1.57 | 1.38 | 1.40 |
| Varyasyon Katsayısı (V)% | 8.61 | 8.14 | 8.86 | 8.49 |
| Değer Aralığı (min-max) | 10.27-20.18 | 13.37-26.15 | 11.13-21.02 | 10.27-26.15 |

Çizelge 4.51'de sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere dik çekme direnci ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 4.52'de *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere dik çekme direnç değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.52. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin liflere dik çekme direnç değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Liflere Dik Çekme Direnci (N/mm²) | Kaynak |
|------------------------------|---|----------------|
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 14.64 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 19.28 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 15.58 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 15.21 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 13.74 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 15.04 | Kaymakçı, 2010 |

Çizelge 4.52’de, bazı *Paulownia* türlerine ait liflere dik çekme direnci değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu liflere dik çekme direnç ortalama değerinin *P.elongata* (Kaymakçı, 2010) değerleri ile küçük farklarla benzer olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın literatür bilgilerine göre normal olduğu; *Paulownia* odununda, yetiştirme yeri, yaşı, yoğunluk gibi özelliklerinin bu mekanik özelliği etkileyeceği belirtilmektedir. Çizelge 4.53’te *Paulownia elongata* odununun liflere dik çekme direnç değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.53. *P.elongata* odununun liflere dik çekme direnç değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|----------|--------------------|
| Gruplar Arası | 2 | 41.24 | 20.62 | 14.5 | *** |
| Gruplar İçi | 103 | 146.76 | 1.424 | | |
| Genel | 105 | 188.00 | | | |

Çizelge 4.53’te, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün liflere dik çekme direnci değeri üzerinde

etkisinin olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Çizelge 4.54'te, *Paulownia elongata* odununun liflere dik çekme direnç değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.54. *P.elongata* odununun liflere dik çekme direnç değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|------------------|---------------------|---------|-------------|
| | | A | B | |
| Manisa (MT) | 35 | | 14.6444 | |
| İzmir (İM) | 35 | 19.2804 | | 1.000 |
| Aydın (AB) | 35 | | 15.5803 | |

Çizelge 4.54'te, Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumlardan Manisa ve Aydın yöresinin kendi aralarında anlamlı farklılık olmadığından aynı grupta ancak İzmir yöresinden anlamlı şekilde farklı olduğundan ayrı grup olarak yer aldığı görülmektedir.

4.2.8. Janka (sertlik) değeri (H_{Jr})

Yapılan deney sonuçlarına göre Janka (sertlik) ortalama değerinin (radyal; enine; teğet) Manisa-Turgutlu (MT) yöresinde (83; 126; 106) İzmir-Menderes (İM) yöresinde (112; 188; 147) ve Aydın-Bozdoğan (AB) yöresinde (91; 138; 110) olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.55'te *P.elongata* odununun Janka (sertlik) istatistik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.55. *P.elongata* odununun Janka (sertlik) istatistik değerleri.

| Yetiştirme Yöresi | İstatistik Özellikler | | | | | |
|-------------------|-----------------------|----|-----------|---------------|------------|-------|
| | Yön | N | \bar{x} | Değer aralığı | σ_x | V(%) |
| Manisa (MT) | RADYAL | 35 | 83 | 56-127 | 18.98 | 22.87 |
| | ENİNE | 35 | 126 | 70-170 | 31.87 | 25.29 |
| | TEĞET | 35 | 106 | 80-145 | 24.13 | 22.76 |

| | | | | | | |
|---------------|--------------|-----|-----|---------|-------|-------|
| İzmir (İM) | RADYAL | 35 | 112 | 85-140 | 30.67 | 27.38 |
| | ENİNE | 35 | 188 | 125-258 | 36.54 | 19.44 |
| | TEĞET | 35 | 147 | 103-196 | 32.08 | 21.82 |
| Aydın (AB) | RADYAL | 35 | 91 | 68-131 | 22.76 | 25.01 |
| | ENİNE | 35 | 138 | 99-177 | 31.09 | 22.53 |
| | TEĞET | 35 | 110 | 81-144 | 28.73 | 26.12 |
| Genel ort. | LİF.DİK | 105 | 108 | 56-258 | 26.25 | 24.31 |
| | LİF. PARALEL | 105 | 151 | 70-196 | 33.17 | 21.97 |

Çizelge 4.55'te sonuçlar incelendiğinde; *P.elongata* odunu Janka (sertlik) ortalama değerlerinden Manisa-Turgutlu (MT) değerinin en düşük, İzmir-Menderes (İM) değerinin ise en yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 4.56'da *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin Janka (sertlik) değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.56. *P.elongata* ile diğer bazı *Paulownia* türlerinin Janka (sertlik) değerlerinin karşılaştırılması.

| <i>Paulownia</i> Türü | Janka (sertlik) Değeri | | | Kaynak |
|-----------------------------|------------------------|-------|-------|----------------|
| | radyal | enine | teğet | |
| <i>P.elongata</i> (Manisa) | 83 | 126 | 106 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 112 | 188 | 147 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Aydın) | 91 | 138 | 110 | Kısacık, 2012 |
| <i>P.elongata</i> (Mersin) | 134 | 204 | 158 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (İzmir) | 165 | 264 | 180 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> (Sakarya) | 117 | 204 | 139 | Kaymakçı, 2010 |
| <i>P.elongata</i> | 84 | 124 | 86 | Anonim 2, 1986 |

| | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|----------------|
| <i>P.farbesii</i> | 114 | 171 | 121 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.tomentosa</i> | 117 | 183 | 135 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.fortunei</i> | 124 | 215 | 124 | Anonim 2, 1986 |
| <i>P.catalpifolia</i> | 87 | 151 | 94 | Anonim 2, 1986 |
| PS01 (Klon) | 70 | - | 56 | Guo, 1990 |
| PH01 (Klon) | 79 | - | 64 | Guo, 1990 |

Çizelge 4.56'da, bazı *Paulownia* türlerine ait Janka (sertlik) değerleri incelendiğinde; *P.elongata* odunu Janka (sertlik) ortalama değerinin *P.elongata*, *P.farbesii*, *P.tomentosa*, *P.catalpifolia* (Anonim 2, 1986) değerleri ile küçük farklarla benzer, *P.fortunei* (Anonim 2, 1986), *P.elongata* (Kaymakçı, 2010) değerlerinden küçük ve PS01 (Klon), PH01 (Klon) (Guo, 1990) değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılığın *Paulownia* odununda, yetiştirme yeri, yaşı, yoğunluk gibi özelliklerinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Çizelge 4.57'de *Paulownia elongata* odununun Janka (sertlik) değerlerine göre yapılan varyans analizi verilmiştir.

Çizelge 4.57. *P.elongata* odununun Janka (sertlik) değerlerine göre varyans analizi.

| Varyasyon Kaynağı | | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
|-------------------|-----------------|---------------------|-------------|------------|------|-------------|
| Gruplar Arası | LİFLERE DİK | 2 | 32886.347 | 16443.1735 | 42.0 | *** |
| Gruplar İçi | | 103 | 40348.986 | 391.7377 | | |
| Genel | | 105 | 732353.33 | | | |
| Varyasyon Kaynağı | | Serbestlik Derecesi | Tüm Varyans | Varyans | F | Önem Düzeyi |
| Gruplar Arası | LİFLERE PARALEL | 2 | 74635.549 | 37317.775 | 32.8 | *** |
| Gruplar İçi | | 103 | 117345.70 | 1139.279 | | |
| Genel | | 105 | 191981.24 | | | |

Çizelge 4.57’de, gruplar arası ve gruplar içi yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yetiştirme yöresi faktörünün Janka (sertlik) değeri üzerinde etkisinin olduğu ve yetiştirme yöreleri arasında (***) önem düzeyinde anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Çizelge 4.58’de, *Paulownia elongata* odununun Janka (sertlik) değerlerine göre yapılan Duncan testi verilmiştir.

Çizelge 4.58. *P.elongata* odununun Janka (sertlik) değerlerine göre Duncan testi.

| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
|-------------------|--------------------|------------------|---------------------|----------|-------------|
| | | | A | B | |
| Manisa (MT) | LİFLERE DİK | 35 | | 95.3433 | 1.000 |
| İzmir (İM) | | 35 | 130.4304 | | |
| Aydın (AB) | | 35 | | 101.2120 | |
| Yetiştirme Yöresi | | Örnek Sayısı (N) | Homojenlik Grupları | | Önem Düzeyi |
| | | | A | B | |
| Manisa (MT) | LİFLERE PARALEL | 35 | | 126.3241 | 1.000 |
| İzmir (İM) | | 35 | 188.0323 | | |
| Aydın (AB) | | 35 | | 138.3240 | |

Çizelge 4.58’de, Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerine göre yapılan Duncan testi sonuçları incelendiğinde; toplumlardan Manisa ve Aydın yöresinin kendi aralarında anlamlı farklılık olmadığından aynı grupta ancak İzmir yöresinden anlamlı şekilde farklı olduğundan ayrı grup olarak yer aldığı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Paulownia (P.elongata) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması üzerine yapılan bu çalışmada, öncelikle *P.elongata* hakkında literatür taraması yapılmış ve akabinde Türkiye’de mevcut *P.elongata* yetiştirme bölgeleri tespit edilerek temasa geçilmiştir. Manisa, Aydın ve İzmir yetiştirme yerlerinden alınan odun örnekleri, Muğla Üniversitesi Teknoloji Fakültesi ahşap atölyesinde, TS standartlarına göre hazır hale getirildikten sonra, odun laboratuvarında fiziksel ve mekanik testlere tabi tutularak incelenmiş ve elde edilen veriler analiz edilerek sonuçlara ulaşılmıştır. Manisa, Aydın ve İzmir yetiştirme bölgelerinden alınan *P.elongata* odun örneklerinin bazı fiziksel özelliklerine ait elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1’de hazırlanmıştır.

Yetiştirme yeri farklılığının odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi istatistiksel yöntemlerle incelenmiş ve elde edilen veriler ışığında yetiştirme yeri farklılığının odunun fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilediği ve yöreler arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. İzmir yöresinden alınan *P.elongata* odun örneklerinin fiziksel ve mekanik özelliklerine ait elde edilen değerlerin Manisa ve Aydın yörelerinde yetişenlere oranla daha yüksek olduğu, Manisa ve Aydın yörelerinde yetişen türlerin genelde benzerlik gösterip aynı grupta değerlendirilebileceği tespit edilmiştir. Manisa, Aydın ve İzmir yetiştirme bölgelerinden alınan *P.elongata* odun örneklerinin bazı mekanik özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 5.2’de hazırlanmıştır.

Manisa, Aydın ve İzmir yetiştirme yerlerinden alınan *P.elongata* odun örnekleri ile yapılan deneme çalışmaları neticesinde elde edilen değerlerle korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz verileri değerlendirildiğinde; bazı fiziksel ve mekanik özellikler arasında anlamlı ilişkiler olduğu; hava kurusu yoğunluk değeri ile liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, dinamik eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel makaslama direnci değerleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. *P.elongata* odun örneklerinin bazı fiziksel özelliklerine ait sonuçlar.

| <i>P.elongata</i> Odun Örneklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri (ort.) | | | |
|--|--|--------|-------------------|
| D ₀ | Tam Kuru Yoğunluk | 0.234 | g/cm ³ |
| D ₁₂ | Hava Kuru Yoğunluk | 0.278 | g/cm ³ |
| R | Hacim-Ağırlık Değeri | 0.224 | g/cm ³ |
| V _ç | Hücre Çeperi Maddesi Oranı | 15.45 | % |
| b | Hava Boşluğu Oranı | 84.55 | % |
| β _v | Hacmen Daralma Miktarı | 9.03 | % |
| α _v | Hacmen Genişleme Miktarı | 10.21 | % |
| LDN | Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti | 40.85 | % |
| r _{max} | İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı | 415.75 | % |

Çizelge 5.2. *P.elongata* odun örneklerinin bazı mekanik özelliklerine ait sonuçlar.

| <i>P.elongata</i> Odun Örneklerinin Bazı Mekanik Özellikleri (ort.) | | | |
|---|--|-------|---------------------|
| σ _w | Liflere Paralel Basınç Direnci | 35.31 | N/mm ² |
| σ _w | Liflere Paralel Çekme Direnci | 38.31 | N/mm ² |
| σ _w | Liflere Dik Çekme Direnci | 16.50 | N/mm ² |
| σ _{bw} | Eğilme Direnci | 29.52 | N/mm ² |
| E _w | Eğilmede Elastikiyet Modülü Değeri | 3588 | N/mm ² |
| T _w | Liflere Paralel Makaslama Direnci | 3.70 | N/mm ² |
| A _w | Dinamik Eğilme Direnci | 0.25 | Kgm/cm ² |
| H _{Jr} | Janka Sertlik Değeri (Liflere dik) | 108 | |
| H _{Jr} | Janka Sertlik Değeri (Liflere paralel) | 151 | |

5.2. Öneriler

P.elongata türünün tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de hızla artan odun arzı açığının kısa ve orta vadede çözümüne yönelik stratejik planlama içinde yer alması ve bu konuda araştırma ve çalışmalara devam edilmesi gerekliliği görülmektedir. Türkiye’de büyük oranda ithalatla karşılanmaya çalışılan odun ihtiyacı, diğer yandan ülkenin içinde bulunduğu cari açık problemini körüklemektedir. Gerek endüstride ve gerekse diğer alanlarda ihtiyaç duyulan odun talebinin kısa vadede karşılanması için hızlı gelişen tür olarak *Paulownia* yetiştirme çalışmaları alternatif çözüm olarak düşünülmeli, yetiştiricilere devlet tarafından teşvik ve destek sağlanmalıdır.

Türkiye’de, *Paulownia* türlerinin yetiştirme koşulları ve adaptasyonu üzerine çalışmalar, deneme plantasyonları ve gözlemlene süreleri, henüz tam ve doğru karar verecek seviyede değildir. Aynı şekilde; anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri ile kullanım yerleri üzerine araştırmalar da henüz yeterli sayıda değildir. Orman Bakanlığı Araştırma Enstitüleri, üniversiteler ve özel sektörün işbirliği ile bu araştırma ve çalışmaların devam ettirilmesi gerekmektedir.

Yapılan araştırma ve çalışmalarda, Türkiye’deki yapı ve ahşap endüstrisindeki bazı hammadde ve yarı mamul ihtiyaçlarında, tarım sektörü ve diğer bazı genel kullanım alanlarında *P.elongata* ağaç ve odunundan yararlanılabileceği düşünülmektedir. Türkiye’de, halihazırda deneme plantasyonları olan ya da olmayan bazı bölgelerdeki ekolojik şartların diğer bazı türlerle birlikte *P.elongata*’nın da adaptasyonu için uygun olacağı ve zamanla olumlu sonuçlar alınacağı umut edilebilir.

Paulownia türlerinin çap ve boylarının hızlı gelişerek çok kısa sürede kesime hazır hale gelmesi özelliği ile yetiştiriciye ciddi gelir sağlayacağından, bu avantajlar potansiyel yetiştiricilere anlatılmalı, fidanlık ve plantasyon alanlarının sayı ve büyüklükleri artırılmalıdır.

P.elongata, bu ve benzer çalışmalarla araştırılan tüm özelliklerinin yanında “hızlı büyüme” özelliği ile ekonomik oluşu, diğer ağaç türlerine göre başlı başına önemli bir üstünlük sağlamaktadır. *P.elongata*’nın bu en önemli özelliğinin üzerinde daha

çok durulması, daha fazla araştırılması ve yararlanılması Türkiye’de ekoloji ve ekonomiye katkı sağlayacaktır.

Bir orman endüstrisi ürünü olan *P.elongata* odununun kullanım alanlarını belirlemek üzere teknolojik özelliklerini değerlendirirken, hızlı büyüyen tür olarak çok kısa sürede kullanım olgunluğuna gelmesi ve muadillerine göre çok daha ekonomik oluşunu da değerlendirmeye dahil etmek gerekir. Manisa, İzmir ve Aydın yetiştirme yörelerinden alınan örneklerle yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve literatür bilgileri ışığında *P.elongata* odununun kullanılabilceği alanları aşağıdaki şekilde gruplamak doğru olacaktır.

5.2.1. İç mekanda kullanımı

P.elongata odununun en rahat kullanılabilceği alanlardan biri iç mekan mobilya ve dekorasyon uygulamalarıdır. Odunun fiziksel ve mekanik birçok özelliğinden iç mekan uygulamalarında ciddi biçimde yararlanmak mümkün olacaktır. Doğal açık renk ve tekstürünün yanısıra, karşılık vermeyen üst yüzey hazırlığı ve boya-cila kabulü, iç mekan dekorasyon uygulamalarında avantaj sağlayacaktır. Tasarımcıların iç mekan mobilya ve dekorasyon tasarımlarında malzeme olarak *P.elongata*’yı seçmeleri için birçok neden vardır; özellikle zamana karşı yarışan projelerde, *P.elongata* çok kolay ve kısa sürede kuruma, hızlı ve kolay işleme, hafif oluşu ve kolay montaj yapılabilmesi gibi avantajlı özellikleri ile en uygun çözüm olabilir. *P.elongata* akla gelen tüm iç mekan mobilyalarının imalatında kullanılabilir. Rutubet karşısında daralma ve genişleme direnci mutfak ve banyo dolabı gibi ıslak hacim mobilyalarında avantaj sağlar. Sağlık bilincinin gün geçerek arttığı ve modanın hızla doğal malzemeye döndüğü günümüzde, yatak odası mobilyası, yemek odası mobilyası, yaşam odası mobilyası, çocuk odası mobilyası, masa, sehpa, sandalye gibi ürünlerde *P.elongata*’nın kullanımını da arttıracaktır. Özellikle hafif olması ve kolay form alma özelliğinden dolayı oturma takımı imalatında, iç iskelet malzemesi olarak geniş talep görebilir. Düşük yoğunluğuna karşın ciddi direnç özellikleri ile *P.elongata*’yı kapı, kasa, pervaz, merdiven kaplaması, duvar, kolon ve zemin kaplamaları gibi daha birçok uygulamada kullanmak mümkün olduğu gibi muadillerine göre ekonomik oluşu da nihai kullanıcı için tercih sebebidir.

5.2.2. Dış mekanda kullanımı

İç mekanlar kadar rahat olmasa da, *P.elongata* odunundan dış mekanlarda da yararlanmak mümkündür. Özellikle, doğal ve teknolojik kurutma süresinin kısa oluşunun yanı sıra, hava boşluk oranının yüksek olması, emprenye ve koruyucu kimyasallerin nüfuzunu kolaylaştırmaktadır. Emprenye edilerek mantar ve böceklerle karşı güçlendirilmiş olan *P.elongata* kerestesi, dış mekan projelerinin statik taşıyıcı olmayan diğer kısımlarında kullanılabilir. Sahip olduğu daralma-genişleme direnci, esnekliği, tekstür düzgünlüğü, budak yapısı, çatlama ve kırılmaya karşı mukavemeti ile *P.elongata* odunu, kent mobilyalarında, çocuk oyun parklarında, piknik masa ve banklarında, kamelya ve bahçe çitlerinde, çiftlik araç-gereçlerinde, kullanılabilir.

5.2.3. İnşaat yapı elemanı olarak kullanımı

P.elongata odunundan betonarme ve ahşap yapı inşaatlarında yapı elemanı olarak kullanılması mümkündür. Yapıların kolon kiriş gibi statik taşıyıcı olmayan diğer kısımlarında; kaba inşaat kalıplık tahtası, çatı kiremit altı kirişi ve kaplaması, dış cephe kaplama altı çıtası, kapı kör kasası olarak kullanılabilir. Lamine edilmek sureti ile özellikle ahşap yapıların tavan, zemin ve duvarlarında kaplama malzemesi ya da dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. *P.elongata* odunu, montaj kolaylığı, hafifliği ve kolay form verilebilmesi gibi özelliklerinden dolayı işyeri dekorasyonlarında; raf, seperasyon, eğrisel uygulama ve kaplamalarda kullanılabilir.

5.2.4. Yonga levha, lif levha ve kağıt üretiminde kullanımı

P.elongata odunu, yonga levha üretim standartları için gerekli anatomik, fiziksel ve mekanik özellikler incelendiğinde; özellikle yoğunluk değeri bakımından tek başına yonga levha üretimi için yeterli olmadığı görülmektedir. Ancak yonga levha endüstrisinde yongaya olan ihtiyacın bir bölümünü karşılayabileceği düşünülmekte ve diğer iğne yapraklı ağaç yongaları ile belirli oranlarda karıştırılarak kullanılması mümkün görülmektedir. Bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

P.elongata odunu, kontrplak üretim standartları için gerekli anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerden minimum çap, kolay soyulabilme, lif, reçine, tutkallanma durumu, daralma yüzdesi gibi özellikleri nispeten karşılamaktadır. Ancak yoğunluk değeri ile birlikte sürtünme direnci de düşük olacağından kontrplağın dış yüzeyleri yerine iç katmanlarında kullanılması mümkün görülmektedir.

P.elongata odunu, kağıt üretimi için gerekli anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerden lif boyu ile ilgili sorun olmadığı ancak hacim-ağırlık değerinin düşük kaldığı görülmektedir. Buna rağmen *P.elongata* odununun hafif, yumuşak ve açık renkli oluşu ile hızlı yetişmesi özelliklerinden dolayı, diğer odunlarla belirli oranlarda karıştırılarak kağıt endüstrisinde faydalanma çalışmaları devam etmektedir.

5.2.5. Masif panel ve laminasyonda kullanımı

Günümüzde, dünya ölçeğinde sağlıklı ürün bilincinin artması ve değişen moda ile birlikte her geçen gün doğal ahşap ürünlere olan talep de artmaktadır. Ancak ahşap hammadde arzı dün olduğu gibi bugün de bu talebi karşılamamakta ve ahşap endüstrisinde hammadde arz-talep dengesi açık vermeye devam etmektedir. Bu kaygıların yanı sıra, yetersiz arz kaynaklarından daha etkin ve daha ekonomik yararlanmak, ahşabın kullanım yerinin özelliğine göre teknik dirençlerini artırmak amacı ile yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Bu teknolojilerden birisi de ahşabın lamine edilerek kullanılmasıdır. Lamine edilmiş ahşaptan imal edilmiş yarı mamul ve ürünler klasik üretime göre daha mukavim, daha uzun ömürlü ve daha ekonomik olmaktadır. Günümüzde salt bu iş için birçok ciddi büyüklükte tesis kurulmuş ve kurulmaya devam etmektedir. Bu teknolojinin en önemli yanı klasik üretimde kalite ve ebat yetersizliği nedeniyle kullanılmayarak fireye dönüşen malzemenin değerlendirilebilmesidir. Belirli ebatlardaki kuru ahşap parçaların en, boy ve kalınlık olarak kalibre edildikten sonra tutkallanarak preslenmesi ile istenilen boyut ve özellikte ahşap panel, kolon, kiriş vb. yarı mamul ve ürünler elde edilmektedir. Elde edilen bu yarı mamul ve ürünler, kapı pencere doğramalarında, mobilya ve dekorasyonda, ahşap ev ve köprü gibi yapılarda kullanılmaktadır.

Kullanım yerine göre, Bu lamine panel ve diğer laminasyon yarı mamul ve ürünlerin imalatında *P.elongata* odun parçaları kullanılabilir. Mobilya rafı, arkalık, tavan ve duvar kaplaması, döşeme iskeleti gibi kısımlar için %100 *P.elongata* odunu kullanılabileceği gibi, mukavemet gerekli olan kolon, giriş ve zemin kaplamaları gibi kısımlarda ara katman olarak kullanılması mümkündür.

5.2.6. Ambalaj ürünleri, kibrit ve kürdan imalatında kullanımı

Küresel ekonomi ve ticaretin kaçınılmaz bir getirisi olarak, günümüzde ürünler son kullanıcıya ulaşıncaya kadarki süreçte çeşitli sebeplerle ambalaj içine girmektedir. Ürünün bozulmadan dayanma süresinin uzaması, transport kolaylığı ve maliyeti, hijyen sağlama, ilgi çekme ve albenili olması gibi birçok sebepler bunlardan bazılarıdır. Gelişen ekonomilerde ambalaj sektörü ciddi yatırımlardır ve ambalaj ürünün rekabet gücünü arttıran önemli bir faktördür. Ambalaj sanayisinde ahşap malzeme ve türevleri öncelikle doğal olması nedeniyle tercih edilir. Elbette, ağaç malzemenin alternatiflerine göre daha ekonomik oluşu, imalat ve temin kolaylığı, dayanım süresi ve hafifliği gibi faktörler de bu tercihin sebepleri arasındadır. Otomotiv, beyaz eşya, cam, vitriye gibi ağır sanayi sektöründe, sebze, meyve gibi gıda sektöründe, hediyelik eşya, oyuncak gibi diğer değişik birçok sektörde ahşap ambalaj tercih edilmektedir. Ambalaj malzemesi tercihinde malzemenin teknik özelliklerinin dışında en önemli faktörler transport maliyeti yüzünden hafifliği ve ekonomik olmasıdır.

P.elongata odunu, çok hafif oluşu, kokusuz ve açık renkli oluşu, düşük yoğunluğuna rağmen gerekli direnç değerlerine sahip oluşu, budaksız ve temiz bir yüzey elde edilebilmesi, esnekliği, çivi, vida tutması, kolay işlenmesi, kolay yapışması ve en önemlisi de ekonomik oluşu özellikleri ile ambalaj malzemesi olarak çok rahat kullanılabilir. *P.elongata* odununun ambalaj malzemesi için sayılan tüm özellikleri kibrit ve kürdan üretiminde de gerekli olan özelliklerdir. *P.elongata* odunu kibrit ve kürdan sanayinde de rahatlıkla kullanılabilir.

5.2.7. Müzik aletleri, oyuncak ve kurşun kalem imalatında kullanımı

Müzik aleti yapımında kullanılan ağaç malzemenin karşılık vermeyen düzgün lifli, el aletleri ile kolay işlenebilir, üst yüzey işlemlerini kabul eden, hafif ve en önemlisi

de ses iletkenliğinin iyi olması gerekir. Çin'deki kaynaklara göre, *P.elongata* odununun müzik aletleri yapımında kullanılması eski çağlara dayanır ve günümüze kadar gelir. *P.elongata* odunu gerek fabrikasyon ve gerekse emek yoğun olarak üretilen birçok müzik aletinin yapımında rahatlıkla kullanılabilir.

Günümüzde çocuklar büyük potansiyel alıcı olarak kabul edilmekte ve oyuncak sektörü hızla gelişmektedir. Bu sektörde Çin üreticiler dünyada söz sahibidirler. Oyuncak üretiminde kullanılan malzemenin doğal olması, çocuğa zarar vermemesi, hafif ve ekonomik olması en önemli özelliklerdendir. Bu nedenle oyuncak üretiminde ahşap malzeme çok tercih edilir. *P.elongata* odunu oyuncak üretimi için aranan özellikleri taşır ve rahatlıkla bu sektörde kullanılabilir.

Literatür bilgilerine göre, kurşun kalem üretiminde kullanılan ağaç malzemenin lif yapısının düzgün ve kıvrıklık olmayan, budaksız, gevrek, kolay işlenebilir, bıçak ve kalem traşla kolay açılabilir özelliklerde olması gerekiyor. *P.elongata* odununun kurşun kalemi üretiminde kullanılması ile ilgili yapılan araştırma ve çalışmalarda iyi sonuçlar alındığı ve *P.elongata* odununun kurşun kalem üretiminde kullanılabileceği belirtilmektedir.

5.2.8. Özel mühendislik projelerinde kullanımı

Günümüzde özellikle, sinema, tiyatro, konferans vb. büyük kitlelerin bira araya geleceği gösteri ve toplantı amaçlı mekanlarda ses akustiği ve ısı izolasyonu konusu önem kazanmaktadır. *P.elongata* odununun hafifliğinin yanı sıra ses ve ısı iletkenlik değerlerinin standartlara uygun özellikleri bu sektörde dikkat çekebilir. Teknolojik makinalarla işlenerek akustik ve izolasyon paneller üretmek ve üretilen bu panelleri akustik ve ısı izolasyon amaçlı olarak tavan ve duvar kaplama ve bölmelerinde kullanamk mümkündür.

Ayrıca eğrisel hatları olan özel projelerdeki tavan, duvar, kolan kaplamaları ve dekorasyonlarda ihtiyaç olan esnek ahşap malzeme olarak *P.elongata* kullanılabilir. Esnekliği sayesinde *P.elongata* odunundan özel pres ve kalıplar kullanılarak eğrisel formda paneller üretilebilir.

5.2.9. Yat-tekne dekorasyonunda kullanımı

İç dekorasyonlarında ahşap tercih eden yat-tekne imalat endüstrisinde mobilya ve dekorasyonda kullanılacak ahşap malzemenin, hafif, esnek, nemi seven, emprenye edilebilir, daralma-genişleme değeri standartlara uygun, dar hacimler için ses ve ısı izolasyon özelliği olan, yapışma mukavemeti yüksek, çivi-vida tutması iyi, su ve neme karşı özel üst yüzey uygulamalarını kabul eden özelliklere sahip olması gerekir. *P.elongata* odunundan yat-tekne mobilya ve dekorasyonunda yararlanmak için bu iş kolunda özellikle tercih edilen klasik egzotik ahşaplarla lamine edilmesi ve ara katmanlarda kullanılması gerekir. Bu kullanım şekli, klasik uygulamaya göre daha daha ekonomik, hafif ve lamine edilmesinden dolayı daha dayanıklı olacaktır.

5.2.10. Yakacak odun ve diğer amaçlarla kullanımı

Günümüzde küreselleşen dünya, gelişen ulaşım, teknoloji ve toplum bilinci ile ormanların yakacak olarak değerlendirilmesi minimize edilmekle birlikte özellikle az gelişmiş ülkelerde yakacak odun alışkanlığı devam etmektedir. Yakacak odunun öncelikle enerji verimliliğinin yani ısı kalorisinin yüksek olması şarttır. *P.elongata* odununun hızlı büyümesi, hacim-ağırlık değerinin düşük olması, yıllık halkalarının geniş olması özelliklerinden dolayı kalorisini yakacak olarak kullanımına uygun değildir. Ancak yine de tutuşma kolaylığı nedeniyle diğer odunlarla harman yapılarak kullanılabilir. *P.elongata* odunu, yukarıda bahsedildiği şekliyle endüstriyel kullanım alanlarının yanı sıra kerestesinden çiftlik aletleri, arı kovanı, su sporu araçları imalatında, talaşından soğutma sistemleri izolasyonunda, kabuğundan kumaş boyası yapımında, yaprak ve çiçeklerinden hayvan yemi ve gübre olarak ta yararlanılmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acar, F. C., 1999, *Paulownia*, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Sayı 1, İzmir.
- Acar, F. C., 2006, *Paulownia*'nın Odun Özelliklerinin Kavak ve Okaliptus ile Karşılaştırılması, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı 1, İzmir, 1-29.
- Acar, F. C., Özcan, A., Özkurt, N., Akar, M.Ş...2007, *Paulownia* Türlerini Türkiye'de Yetiştirme Şartları, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, İzmir.
- Acar, F. C., 2009, *Paulownia*'nın Türkiye'de Yetiştirme Şartları, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, İzmir.
- Acar, F. C., 2011, *Paulownia* Araştırmacısı, Orman Genel Müdürlüğü, EGE Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Araştırma Müdür Yrd., İzmir.
- Akyıldız, M.H., Kol, H.S., 2010, Some Technological Properties And Uses Of *Paulownia* (*Paulownia Tomentosa Steud.*) Wood, Journal of Environmental Biology, 31, 351-355.
- Akyüz, M., 2003, *Paulownia* Odununun Bazı Fiziksel - Mekanik Özellikleri ve Kullanım Alanları. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 201, DKOA Yayın No: 19, Trabzon.
- Amir, N., Kargarfard, A.A.F., Fardad, G., 2009, Investigation of Physical and Mechanical Properties of *Paulownia* Wood in Particleboard Industry. Iranian Journal and Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forest and Rngelands, 24, 15-25.
- Anonim 1, 1998, Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar, 8-9 Aralık 1998, Ankara, 375 s.
- Anonim 2, 1986, *Paulownia* in China: Cultivisation and Utilisation, ANBS and IDRC, Beijing, China.
- Anonim 3, 1984, *Paulownia* in China. Cultivation and Utilazition, CAF, Beijing, China, 54-64.
- As, N., 1992, *P. pinaster*'e Ait Değişik Irkların Fiziksel, Mekaniksel ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. İ.Ü.Orman Fakültesi, İstanbul.
- Aslan, S., Demetçi, E. Y., Sözen, R., İlter, E., Balkız, Ö.D., 2008, Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis Dehn.*) Odununun Bazı Fiziksel, Kimyasal, Mekanik ve Anatomik Özellikleri, I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan 2008, Tarsus.

- Atay, İ., 1971, Hızlı Gelisen Tür Mevhumu ve Hızlı Gelisme Mevhumunun Kriterleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B Serisi, 21(2): 1-7.
- Ayan, S., Gerçek, V., Şahin, A., 2002, *Paulownia Sieb.&Zucc.* Tür ve Orijinlerinin Fidanlık Aşaması Performansları, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2002, ISSN: 1302-7085, 41-56.
- Aytekin, T., 2003, *Paulownia Tomentosa Steud.*'nin *In Vitro* Doku Kültürü Teknikleri Kullanılarak Çoğaltılması. Yüksek Lisans Tezi. Biyoloji Bölümü, Gaziantep Üniversitesi, G.Antep.
- 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 Chine, Wood Scienca and Technology, 35, 363-375, Verlag.
- Bektaş, İ., 1997, Kızılcıam (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Bektaş, İ., Alma, M.H., As, N., 2001, Determination of the Relationship Between Brinell and Janka Hardness of Eastern Beech, Forest Products Journal, 51 (11/12), 84-88.
- Bektaş, İ., Kurt, R., Kaymakçı, A., Karakuş, K., 2010, Kahramanmaraş'ta Yetiştirilen Dallı Servi'nin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Başlıca Kullanım Alanları, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Cilt: V, 1834-1844, Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, K.Maraş.
- Bircan, Ş., 2008, B.Karadeniz Kıyı Bölgesi'nde Kayın (*Fagus Orientalis Lipsky*) Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Yetiştirme Ortamı Değişkenleriyle İlişkisi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Y.Lisans Tezi.
- Birinci Çevre ve Ormancılık Şurası, 2005, Orman Ürünleri ve Orman Ürünleri Endüstrisi, Antalya.
- Birler, A. S., 1995, Hızlı Gelişen Türler ile Endüstriyel Ağaçlandırmaların Doğal Ormanların Korunmasında ve Ülke Ekonomisindeki Önemi, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, İzmit, 17 s.
- Birler, A. S. 1996, Türkiye'de Hızlı Gelişen Orman Ağacı Türleri ile Endüstriyel Plantasyon Yatırımları İçin Ön Fizibilite Raporu, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, İzmit, 37 s.
- Birler, A., 2006, Endüstriyel Plantasyonlar, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 114-116
- Bozkurt, Y., 1980, Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:2481/259, Cilt 1, İstanbul.

- Bozkurt, E., 2011, *Paulownia* Yetiştiricisi, Menderes Plantasyonu, İzmir.
- Clatterbuck, W.K., Hodges, D.G., 2004, Tree Crops for Marginal Farmland *Paulownia* With a Financial Analysis, Forestry, Wildlife and Fisheries, University of Tennessee, 14,15, 20.
- Çelen, A., 1986, *Paulownia* in China: Cultivation and Utilization Chinese, Academy of Forestry Staff. 25, 56–63.
- Demirtaş, Ö., 1998, Hızlı Gelişen Tür Ağaçlandırmaları Düşük Kaliteli ve İnce Çaplı Odun Talebi Verileri, Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar, Orman Bakanlığı Yayınları, Yayın No: 83, Ankara, 223 s.
- Doğu, A. D., 2000, Batı Karadeniz Bölgesi'nde Yetişen Adi Ceviz (*Juglans regia* L.) Odununun Bazı Anatomik ve Fiziksel Özellikleri. Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İ. Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.
- Donald H, Graves J.W., Stringer A., 1992, Guide to Establishment and Utilization in *Paulownia*, Academy of Forestry, 9-89.
- DPT, 2005, Dokuzuncu Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Orman Ürünleri Arz-Talep Bölümü, Ankara.
- Durkaya, A., 2002, Endüstriyel Plantasyon Tesisinde Kızılçamın Önemi ve Planlanmasında Uyulması Gereken İlkeler, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, 18-19 Nisan 2002, İstanbul.
- Ede, F. J., Auger, M., Green, T. G. A., 1997, Optimizing Root Cutting Success in *Paulownia spp.*, Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 72: 2, 179-185, University of Warwick, UK.
- FAO, 1997, State of the World's Forests, Rome, Italy.
- Gonzales, R. A., Pereyra, O., Suirezs, M.T., Eskibiski, E., 2003, Technological Wood Properties Study on the Five Industrial Concern Forest Spices in Misiones, Argentina, Revista Forestal, YVYRARETA, 11, 34-41.
- Gökyiğit, N., 2003, Türkiye'de Endüstriyel Plantasyonların Kuruluşu Çalıştayı, İzmit.
- Graves, D. H., 1989, *Paulownia* Plantation Management: A Guide to Density Control and Financial Alternatives, University of Kentucky Cooperative Extension Service Forestry.
- Guo, X.Y., 1990, Final Technical Report of *Paulownia* Project Phase II, *Paulownia* Project The Chinese Academy of Forestry Beijing, China.

- Hua, Z. Z., 1979, *Paulownia* in China, Paper of Fast Growing Tree Plantation in Temperate Mediterranean Region Meeting, Lizbon.
- Hua, Z.Z., Yu, L. X., Guo, X.Y., 1980, Research on *Paulownia*, The Chinese Academy of Forestry, Beijing.
- Hua, Z.Z., Ching-Ju, C., Xin-Yu, L., Gao, X.Y., 1986, Cultivation and Utilization, Academy of Forestry, ANFBS and IDRC, Beijing, China.
- İncedemiroğlu, Ő., 2011, *Paulownia* Yetiştiricisi, Turgutlu Plantasyonu, Bragfor Fidancılık, Manisa.
- Jiang, Z. L., Gao, L. C., Fang, Y. J., Sun, X. W., 1994, Analysis of *Paulownia*-Intercropping Types and Their Benefits in Woyang County of Anhui Province, Forest Ecology and Management, 67: 1- 3, 329-337, China.
- Kalaycioğlu, 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.
- Kalıpsız, A., 1988, İstatistik Yöntemler, İ. Ü. Orman Fakóltesi, Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3522, O.F. Yayın No: 394, Doyuran Matbaası, İstanbul.
- Kaplan, E., 2006, Türkiye’de Orman Ürünleri Arz-Talebi ve Endüstriyel Plantasyonların Önemi, Orman Mühendisliği, sayı 7-8-9, Ankara, 31-32.
- Kaplan, E., 2007, Türkiye’de Orman Ürünleri Talebi ile Arz Kay. Değ. ve Endüstriyel Plant.Yeri Orm. 150.Yıl Semp.
- Kaplan, D., 2008, *Paulownia* Ağacının Kurşun Kalem Endüstrisinde Kullanım Olanakları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın.
- Kayacık, H., 1975, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, III.Cilt, *Angiospermae*, İ.Ü. Yayın No: 2080, O.F. Yayın No: 219, İstanbul.
- Kaygın, B., Gündüz, G., Aydemir, D., 2009, Some Physical Properties of Heat-Treated *Paulownia (Paulownia elongata)* Wood, Bartın University, Forest Faculty, Forest Industrial Engineering, Bartın, 2009, Turkey, Drying Technology, 27: 89–93.
- Kaymakcı, A., 2010, *Paulownia (P.elongata)* Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile Kullanım Alanları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Khan, M., 1992, Selection of Size of Root Cuttings for Vegetative Propagation of *elongata*, Pakistan Journal of Forestry, 42: 3, 144-147, Pakistan.
- Konukçu, M., 2001, Ormanlar ve Ormancılığımız, DPT Yayın No: 2630, Ankara, 238 s.

- Lu, H., Xiong, Y., 1986, Chinese *Paulownia*, A Marvellous Tree Species, The Chinese Academy of Forestry, Research Institute of Forestry, Beijing, China.
- 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.
- OGM, 2007, Orman Genel Müdürlüğü Kaynakları, Ankara.
- Örs, Y., 1986, Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi I. Kısım Odunun Fiziksel Özellikleri, K.Ü. Orman Fak., Ders Teksirleri Serisi No:11, K.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Selek, F., 2007, Marmara Bölgesi'nde Hızlı Gelişen Egzotik Tür Plantasyonlarında Karşılaşılan Koruma Sorunları, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- Soydan, V., 1993, Dişbudak Yapraklı Kanatlı Ceviz (*Pterocarya Fraxini Folia Lam. Spach.*) Odununun Anatomik Yapısı, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile Kullanım Alanlarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- TS 2470, 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel, TSE, Ankara.
- TS 2471, 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2472, 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2473, 1976, Odunun Liflere Dik Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2474, 1976, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2477, 1976, Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2478, 1976, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2479, 1976, Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2595, 1977, Odunun Liflere Paralel Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4083, 1984, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4084, 1984, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4085, 1984, Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, TSE, Ankara.

- TS 4086, 1984, Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4176, 1984, Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuar Numunesi Alınması, TSE, Ankara.
- Turan, H., 1982, Türkiye’de Hızlı Gelisen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmaların Tarihiçesi, Türkiye’de Hızlı Gelisen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu, 21-26 Eylül 1981, Kefken (Kocaeli)-Koru Dağı-Dardanos (Çanakkale), Ankara, 27–36.
- Turner, G. D., Lau, R. R., Young, D. R., 1988, Effect of Acidity on Germination and Seedling Growth of *Paulownia*, Journal of Applied Ecology, 25: 2, 561-567, England.
- URL-1, 2011, <http://www.enat.com.tr/page1.htm>.
- URL-2, 2011, <http://Paulowniaturk.blogspot.com/search/label/Paulownia%20nedir>.
- URL-3, 2008, <http://www.bragfor.com.tr>, *Bragfor AŞ., Paulownia fidancılık.*
- URL-4, 2008, <http://www.tarimsal.com>, *Tarım ve Hayvancılık AŞ., Paulownia Hakkında Genel Bilgiler.*
- URL-5, 2008, <http://www.pavlonya.cjb.net>, www.qsl.net/ta2vb.
- URL-6, 2011, <http://www.amazon.com/Princess-tree-Paulownia-tomentosa-seeds/dp/B0049HNHFA>.
- URL-7, 2005, http://www.plantsystematics.org/imgs/jdelaet/r/Paulowniaceae_Paulownia_tomentosa_17327.html.
- URL-8, URL-9, 2011, <http://www.tfljournal.org/article.php/20080418100402327>.
- URL-10, 2006, <http://www.ntornow.de/de/Paulowniaplantage.html>.
- URL-11, 2011, <http://www.Paulowniaizmir.gen.tr/>.
- URL-12, 2009, <http://www.ihb.de/wood/srvAuctionView.html?>
- URL-13, 2011, <http://www.Paulowniaci.com/tezagac/id2.htm>.
- URL-14, 2011, http://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map.
- Vural, N., 2007, *Paulownia* Ağacı Odunundan ZnCl₂ Aktivasyonu İle Aktifleştirilmiş Karbon Üretimi Ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Osman Gazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Xiong, Y.G., 1990, Final Technical Report of *Paulownia* Procet (Phase II), International Dev. Res. Centra, Canada.

- Xuan, K.J., 1981, Research on Witches' brom Disease of *Paulownia*. Papers on *Paulownia*. Academy of Forestry, Beijing, 116-123.
- Yıldırım, N., 2006, Akdüt (*Morus alba L.*) Ağacının Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Y.Lisans Tezi.
- Yin, R., He, Q., 1997, The Spatial and Temporal effects of *Paulownia* Intercropping, The Case of Northern China, *Agroforestry Systems*, 37: 1, 91-109, China.
- Zhang, J.P., Chen, N., 2005, Studies Of The Wood Property Of The Waterlogged *Paulownia* Unearthed From The Han Dynasty Tomb Of Sishui Kingdom. *Sciences Of Conservation And Archaeology*, Vol: 17, Issue No: 4, ISSN: 1005-1538, 15-22.
- Zhu, Z. Z., Ju, C. C., Xiong, Y. G., 1986, *Paulownia* in China: Cultivation and Utilization, CAF, 46-49, Beijing, China.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

adı, soyadı: İlyas Fatih Kısacık
doğum tarihi ve yeri: 22.01.1968 - K.Maraş
medeni durumu: Evli - 1 çocuk
askerlik ilişkisi: Y. subay terhis
adres: Muğla
gsm: 905325428488
e-mail: ilyasfatihkisacik@gmail.com



Eğitimler

| | | | | |
|----------|-----------|----------------------|--------------|----------------------|
| Y.lisans | 1997-Dvm | Hacettepe Üni. | Ankara | Ağaç. İşl. End. Müh. |
| Y.Lisans | 2008-2011 | Yesevi Üni. | Türk-Kazak | Yer. Yönetimler Uzm. |
| Y.Lisans | 2004-2006 | Newport Üni. | Amerika-İst. | Bilgisayar Bil. Müh. |
| Lisans | 1985-1989 | Hacettepe Üni. | Ankara | Ağaç. İşl. End. Müh. |
| Ort-Lise | 1979-1985 | Sütçüimam Lisesi | K. Maraş | Fen Bil. |
| İlkokul | 1974-1979 | Millîş Nuri İlkokulu | K. Maraş | |

Y. Diller

İngilizce (65/100) İtalyanca (55/100) Rusça (50/100)

Sertifikalar

Hacettepe Üni. Bilim Teşvik Ödülü, ISO 9001:2000 IRCA Quality Management Cert., EMS-ISO 14001:2004 IRCA Quality Management Cert., OMO SMM Sert., Emlak Danışmanı Sert., Weinig, Holzher, Heesemann Ahşap Makineleri Referans, Timsan Ahşap-Mobilya Tesis Sistem ve Makineleri Referans

Bilişim Teknolojileri

Ms Office, Photoshop, Coreldraw, Autocad, 3d max, Rhinoceros, Adeko, Arcon, Kitchendraw, Logo, Micro, Eta, Vega, Oracle, Profacto, Vectorwork

İş yetenekleri

Markalaşma, kurumsallaşma, aile şirketleri, reorganizasyon, yeni yatırımlar, iş geliştirme, yönetim, tasarım, üretim, teknoloji, kalite sistemleri, AR GE, ERP, MRP, CRM, dış ticaret

Hobiler

Gitar çalmak, denizle ilgili her şey, uzay ve uçaklar, belgesel ve klasik filmler, felsefe tartışmaları.

İş Tecrübesi

| | | | | |
|------|------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 2012 | dvm | Kastamonu | Ticaret Borsası | AB Proje Danışmanı |
| 2010 | 2011 | Muğla | Yiğit Mobilya A.Ş. | G. Koordinatör |
| 2009 | 2010 | Ankara | Masif Grup | G. Müdür |
| 2009 | 2010 | Pakistan | National F. for R&D | İş Geliş. Danışm. |
| 2005 | 2009 | Antalya | İFK Group | G. Müdür |
| 2004 | 2006 | Antalya | Almar A.Ş. | İcra Kurulu Bşk. |
| 2001 | 2004 | Antalya | Acasa Yapı & Dekor | G. Koordinatör |
| 2003 | 2003 | Antalya | AGT | Tasarım Danışmanı |
| 1996 | 2000 | Rusya | Askar Ltd. | Yatırım Danışmanı |
| 1994 | 1997 | Bursa | Ata Müh.&Müşavirlik | G. Müdür |
| 1995 | 1997 | Çanakkale | Doğtaş Mobilya A.Ş. | Teknik Danışman |
| 1994 | 1996 | Bursa | Aswood | Yatırım Danışmanı |
| 1994 | 1997 | İtalya-Türkiye | Cora Domenico SpA | Ticaret Koordinatörü |
| 1991 | 1994 | İtalya-İstanbul | Kros A.Ş. | İşletme Müdürü |
| 1989 | 1990 | G. Antep | Mosan A.Ş. | İşletme Müdürü |
| 1989 | 1989 | Afyon | Yetaş A.Ş. | Optimizasyon Ele. |
| 1988 | 1988 | Ankara | MNG Holding | Stajyer Mühendis |