

Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 212  
Müdürlük Yayın No : 239

ISSN: 1300-395X

**BAZI KAVAK KLONLARININ BÜYÜME PERFORMANSLARI,  
ODUNLARININ BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ  
VE KAĞIT ÜRETİMİNE UYGUNLUKLARI  
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

OD:165.62:262.13:812.7 Populus

Investigation into growth performances, some technological wood properties  
and suitability to paper production of some poplar clones

**Prof. Dr. Korhan TUNÇTANER**  
**Prof. Dr. Nusret AS**  
**Yrd. Doç. Dr. Öznur ÖZDEN**

Teknik Bülten No: 196

**T. C.**  
**ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI**  
**KAVAK VE HIZLI GELİŞEN ORMAN AĞAÇLARI**  
**ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ**

**POPLAR AND FAST GROWING FOREST TREES**  
**RESEARCH INSTITUTE**

**İZMİR-TÜRKİYE**

## İÇİNDEKİLER

	<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER.....	II	
TABLOLAR DİZİNİ.....	V	
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII	
ÖNSÖZ.....	IX	
ÖZ.....	X	
ABSTRACT.....	X	
1. GİRİŞ.....	1	
2. MATERYAL VE METOT.....	3	
2.1. KLONLARIN BÜYÜMELERİ İLE İLGİLİ MATERYAL VE METOT.....	3	
2.1.1. Deneme alanları ve klonlar.....	3	
2.1.2. Deneme alanlarının yetiştirme ortamı özellikleri.....	4	
2.1.3. Klonların büyümeleri ile ilgili ölçü ve değerlendirmeler.....	5	
2.2. KLONLARIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ MATERYAL VE METOT.....	6	
2.3. KLONLARIN KAĞIT ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ MATERYAL VE METOT.....	9	
2.3.1. Analiz için odun örneklerinin hazırlanması.....	9	
2.3.1.1. Odun talaşının kimyasal analiz için hazırlanması.....	9	
2.3.1.2. Kül miktarının tayini.....	9	
2.3.1.3. %1'lik sodyumhidroksit (NaOH) çözünürlüğü.....	10	
2.3.1.4. Sıcak suda çözünürlük.....	10	
2.3.1.5. Siklohegzan etanol çözünürlüğü.....	11	
2.3.1.6. Alkol çözünürlüğü.....	11	
2.3.1.7. Lignin (Runkel Metodu).....	11	
2.3.1.8. Holoselüloz tayini (Sodyumklorit Metodu).....	12	
2.3.1.9. Alfa ( $\alpha$ ) selüloz.....	12	
2.3.2. Hacim-ağırlık değerleri.....	13	
2.3.3. Morfolojik ölçümler.....	13	
2.3.3.1. Lif boyut ilişkilerinin saptanması.....	14	
2.3.3.1.1. Keçeleşme katsayısı.....	14	

## Sayfa No

2.3.3.1.2. Esneklik katsayısı.....	14
2.3.3.1.3. Rijidite katsayısı.....	15
2.3.3.1.4. Mühlstep oranı.....	15
2.3.3.1.5. Runkel oranı.....	15
2.3.3.1.6. F Faktörü.....	16
2.3.4. Kağıt hamuru elde etme yöntemleri.....	16
2.3.4.1. Nötral sülfite (NSSC) metodu ile kağıt hamuru elde edilmesi.....	17
2.3.4.2. Soda metodu ile kağıt hamuru elde edilmesi.....	18
2.3.5. Deneme kağıtlarının yapımı.....	18
2.3.5.1. Dövme işlemi.....	18
2.3.5.2. Serbestlik derecesi tayini.....	18
2.3.5.3. Lif süspansiyonu hazırlama ve kağıt makinesi kısmı.....	19
2.3.6. Fiziksel ve optik özellikler.....	22
2.3.6.1. Fiziksel testlerin uygulanması.....	22
2.3.6.2. Parlaklık ölçümü ve opaklık tayini.....	23
3. BULGULAR.....	24
3.1. KLONLARIN BÜYÜMELERİ İLE İLGİLİ BULGULAR.....	24
3.1.1. İzmit-Fidanlık deneme alanlarına ait bulgular	
3.1.1.1. A serisi deneme alanı.....	24
3.1.1.2. B serisi deneme alanı.....	25
3.1.1.3. A ve B serisi denemelerin müşterek değerlendirilmeleri.....	25
3.1.2. Bursa – Mihraplı deneme alanlarına ait bulgular.....	29
3.1.2.1. A serisi deneme alanı.....	29
3.1.2.2. B serisi deneme alanı.....	29
3.1.2.3. A ve B serisi denemelerin müşterek değerlendirilmeleri.....	30
3.1.3. Keşan – Meriç deneme alanlarına ait bulgular.....	33
3.1.3.1. A serisi deneme alanı.....	33
3.1.3.2. B serisi deneme alanı.....	33
3.1.3.3. A ve B serisi denemelerin müşterek değerlendirilmeleri.....	34
3.1.4. Yetiştirme ortamı-klon etkileşimlerine ait bulgular.....	37
3.1.5. Gövde analizlerinden elde edilen bulgular.....	38

3.2. KLONLARIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ BULGULAR.....	48
3.2.1. Yoğunluk.....	48
3.2.2. Sorpsiyon (Çalışma).....	49
3.2.3. Eğilme direnci.....	50
3.2.4. Liflere paralel basınç direnci.....	50
3.2.5. Dinamik eğilme (şok) direnci.....	51
3.2.6. Statik sertlik.....	51
3.3. KLONLARIN KAĞIT ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ BULGULAR.....	53
3.3.1. Klonlara ait odun örneklerinin hacim-ağırlık değerleri ve morfolojik özellikleri.....	53
3.3.2. Klonların serbestlik değerleri.....	53
3.3.3. Klonlara ait odun örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....	54
3.3.4. Klonlara ait kağıt örneklerinin fiziksel test sonuçları.....	54
3.3.5. Klonlara ait kağıt örneklerinin optik özellikleri.....	60
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	63
4.1. KLONLARIN BÜYÜMELERİ İLE İLGİLİ TARTIŞMA VE SONUÇ.....	63
4.2. KLONLARIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ TARTIŞMA VE SONUÇ.....	66
4.2.1. Yoğunluk.....	66
4.2.2. Sorpsiyon (Çalışma).....	69
4.2.3. Eğilme direnci.....	71
4.2.4. Dinamik eğilme direnci.....	72
4.2.5. Liflere paralel basınç direnci.....	73
4.2.6. Statik sertlik.....	74
4.3. KLONLARIN KAĞIT ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ TARTIŞMA VE SONUÇ.....	77
5. ÖNERİLER.....	83
ÖZET.....	85
SUMMARY.....	87
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	89

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Açıklama</b>	
Tablo 1.	İzmit-Fidanlık'da bulunan denemelerin yetişme ortamı özellikleri.....	4
Tablo 2.	Bursa-Mıhraplı'da bulunan denemelerin yetişme ortamı özellikleri.....	4
Tablo 3.	Meriç-Ferre'de bulunan denemelerin yetişme ortamı özellikleri.....	5
Tablo 4.	İzmit A serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması.....	26
Tablo 5.	İzmit B serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması.....	26
Tablo 6.	İzmit deneme alanlarında bulunan klonların hektardaki hacim üretimleri ve artımlarının karşılaştırılması.....	27
Tablo 7.	Bursa A serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması.....	30
Tablo 8.	Bursa B serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması.....	30
Tablo 9.	Bursa deneme alanlarında bulunan klonların hektardaki hacim üretimleri ve artımlarının karşılaştırılması.....	31
Tablo 10.	Meriç A serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması.....	34
Tablo 11.	Meriç B serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması.....	34
Tablo 12.	Meriç deneme alanlarında bulunan klonların hektardaki hacim üretimleri ve artımlarının karşılaştırılması.....	35
Tablo 13.	Deneme alanları için toplu varyans analizi.....	37
Tablo 14.	Klonların 3 deneme alanındaki ortalama hacim üretimlerinin karşılaştırılması.....	39
Tablo 15.	Gövde analizi yapılan klonların 12. yıl sonundaki büyüme değerleri.....	42
Tablo 16.	Gövde analizlerinin uygulandığı klonların hektardaki hacim üretimleri ve yıllık ortalama hacim artımları.....	41
Tablo 17.	Klonların tam kuru yoğunluk (g / cm <sup>3</sup> ) değerlerine ait parametreler.....	48

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Açıklama</b>	
Tablo 18.	Klonların hava kurusu yoğunluk ( $g / cm^3$ ) değerlerine ait parametreler.....	48
Tablo 19.	Klonların hacım-ağırlık değerlerine ( $g / cm^3$ ) ait parametreler.....	49
Tablo 20.	Klonların daralma değerlerine (%) ait parametreler.....	49
Tablo 21.	Klonların genişleme değerlerine (%) ait parametreler.....	50
Tablo 22.	Klonların eğilme dirençlerine ( $N / mm^2$ ) ait parametreler.....	50
Tablo 23.	Klonların liflere paralel basınç dirençlerine ( $N / mm^2$ ) ait parametreler.....	51
Tablo 24.	Klonların dinamik eğilme (şok) dirençlerine ( $kN / cm$ ) ait parametreler.....	51
Tablo 25.	Klonların enine kesit sertlik değerlerine ( $N / mm^2$ ) ait parametreler.....	52
Tablo 26.	Klonların radyal kesit sertlik değerlerine ( $N / mm^2$ ) ait parametreler.....	52
Tablo 27.	Klonların teğet kesit sertlik değerlerine ( $N / mm^2$ ) ait parametreler.....	52
Tablo 28.	Klonların hacım-ağırlık değerleri ve morfolojik özellikleri.....	53
Tablo 29.	Klonların lif boyutları ile ilgili katsayı ve oranlar.....	53
Tablo 30.	Klonlarda NSSC hamurunun serbestlik dereceleri ( $SR^o$ )...	54
Tablo 31.	Klonlarda soda hamurunun serbestlik dereceleri ( $SR^o$ ).....	54
Tablo 32.	Odun örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....	54
Tablo 33.	NSSC metodu ile elde edilen kağıtların fiziksel test sonuçları.....	55
Tablo 34.	Soda metodu ile elde edilen kağıtların fiziksel test sonuçları.....	58
Tablo 35.	NSSC selülozundan elde edilen kağıtların optik özellikleri.....	60
Tablo 36.	Soda selülozundan elde edilen kağıtların optik özellikleri.....	61
Tablo 37.	Bazı yapraklı türlere ait teknolojik özellikler.....	76
Tablo 38.	Klonların önemli lif özellikleri yönünden öncelik sınıflamaları.....	82
Tablo 39.	Klonların fiziksel kağıt özelliklerine göre öncelik sınıflaması.....	83
Tablo 40.	Klonların optik kağıt özelliklerine göre öncelik sınıflaması.....	83

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil No</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Sayfa No</b>
Şekil 1.	Deneme desenleri ve klonlar.....	3
Şekil 2.	Deney örneklerinin klimatize edilmesi.....	7
Şekil 3.	Deneylerin yapıldığı Universal ağaç malzeme test makinesi.....	8
Şekil 4.	Pişirme kazanında hamurların hazırlanması.....	16
Şekil 5.	Hamurların Schopper-Riegler cihazında serbestliklerinin belirlenmesi.....	19
Şekil 6.	Hamurların açılması.....	20
Şekil 7.	Hamurların karıştırılması.....	20
Şekil 8.	Kağıt taslağının oluşturulması.....	21
Şekil 9.	Taslağın kurutma kısmına aktarılmaya hazırlanması.....	21
Şekil 10.	Taslağın kurutulması (Son Ürün).....	22
Şekil 11.	İzmit deneme alanlarındaki klonların yıllık ortalama hacim artımları.....	28
Şekil 12.	Bursa deneme alanındaki klonların yıllık ortalama hacim artımları.....	32
Şekil 13.	Meriç deneme alanında bulunan klonların yıllık ortalama hacim artımları.....	36
Şekil 14.	Deneme alanlarındaki hacim ve artım miktarları.....	38
Şekil 15.	Klonların 3 deneme alanındaki hacim üretimlerinin karşılaştırılması.....	40
Şekil 16.	Deneme alanlarındaki klon gruplarının ortalama hacim miktarları.....	41
Şekil 17.	<i>P. deltoides</i> ve <i>P. x euramericana</i> klonlarının yıllık ortalama hacim artımları.....	43
Şekil 18.	Klonların yıllara göre yapmış oldukları çap büyümeleri...	44
Şekil 19.	Klonların yıllara göre yapmış oldukları boy büyümeleri...	45
Şekil 20.	Klonların yıllara göre yapmış oldukları hektardaki hacim üretimleri.....	46
Şekil 21.	Klonların yıllara göre yapmış oldukları yıllık ortalama hacim artımları.....	47
Şekil 22.	NSSC kağıt örneklerinin temel ağırlıkları.....	55
Şekil 23.	NSSC kağıt örneklerinin kalınlıkları.....	56
Şekil 24.	NSSC kağıt örneklerinin yırtılma indisleri.....	56
Şekil 25.	NSSC kağıt örneklerinin kopma uzunlukları.....	56

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil No</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Sayfa No</b>
Şekil 26.	NSSC kağıt örneklerinin çekme indisleri.....	57
Şekil 27.	NSSC kağıt örneklerinin patlama indisleri.....	57
Şekil 28.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin temel ağırlıkları.....	58
Şekil 29.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin kalınlıkları.....	58
Şekil 30.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin çekme indisleri.....	59
Şekil 31.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin patlama indisleri.....	59
Şekil 32.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin kopma uzunlukları.....	59
Şekil 33.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin yırtılma indisleri.....	60
Şekil 34.	NSSC kağıt örneklerinin opaklık değerleri.....	61
Şekil 35.	NSSC kağıt örneklerinin parlaklık değerleri.....	61
Şekil 36.	NSSC kağıt örneklerinin sarılık değerleri.....	62
Şekil 37.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin parlaklık değerleri.....	62
Şekil 38.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin opaklık değerleri.....	62
Şekil 39.	Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin sarılık değerleri.....	63
Şekil 40.	Klonların fırın kurusu yoğunluk değerleri.....	67
Şekil 41.	Klonların hava kurusu yoğunluk değerleri.....	67
Şekil 42.	Klonların hacim-ağırlık değerleri.....	68
Şekil 43.	Klonların radyal daralma değerleri.....	69
Şekil 44.	Klonların teğet daralma değerleri.....	69
Şekil 45.	Klonların radyal genişleme değerleri.....	70
Şekil 46.	Klonların teğet genişleme değerleri.....	70
Şekil 47.	Klonların eğilme direnci ortalama değerleri.....	72
Şekil 48.	Klonların dinamik eğilme dirençlerine ait değerler.....	73
Şekil 49.	Klonların liflere paralel basınç dirençlerine ait değerler.....	73
Şekil 50.	Klonların enine kesit sertlik değerleri.....	74
Şekil 51.	Klonların radyal kesit sertlik değerleri.....	75
Şekil 52.	Klonların teğet kesit sertlik değerleri.....	75



## ÖNSÖZ

Türkiye'deki yıllık melez kavak odunu üretimi 2.400.000 m<sup>3</sup> civarındadır (Anon. 1999). Bu üretimi sağlayan plantasyonların büyük bir kısmı Marmara Bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgedeki kavak ağaçlandırmalarında ağırlıklı olarak kullanılan *Populus x euramericana* "I-214" klonundan elde edilen odun hammaddesi, bölgedeki çeşitli orman ürünleri sanayi kollarında değerlendirilmektedir. Bu klonun, yapı kerestesi, ambalaj, kaplama, kontrplak ve kibrit gibi kullanım yerleri bulunmaktadır.

Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından, Marmara bölgesinin değişik ekolojik koşullara sahip yetişme ortamlarında *P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonlarının yer aldığı çok sayıda deneme kurulmuştur. Bu klonlar içinden halen bölgede büyük alanlarda kullanılmakta olan "I-214" klonuna göre daha yüksek hacim üretimi sağlayacak klonların belirlenmesi ve bunların teknolojik özelliklerinin ortaya konması hem yetiştiriciye, hem de sanayiciye sağlayacağı daha yüksek kazanç açısından önemli görülmektedir. Bu yönde, Orman Endüstri Mühendisleri Derneği de, Enstitü Müdürlüğüne hitaben yazmış oldukları 06.05.1998 tarihli yazılarında "kavak odununun sanayide değerlendirilmesi bakımından I-214 klonuna göre daha iyi özelliklere sahip yeni kavak klonlarının belirlenmesi" amacıyla bir araştırma çalışmasının yürütülmesini teklif etmişlerdir. Bunun üzerine bu proje; Marmara Bölgesinde, hacim üretimi yönünden "I-214" kontrol klonuna göre daha başarılı klonları belirlemek ve bunların içinden teknolojik özellikleri ile lif morfolojisi ve kağıt özellikleri açısından en uygun olanlarını saptamak üzere ele alınmıştır. Çalışmalar, Dünya Bankası destekli Tarımsal Araştırma Projesi (TARP) kapsamında bir araştırma projesi çerçevesinde yürütülmüştür.

Bu çalışmanın yürütülmesinde emeği geçen Orman Y. Mühendisi Mümtaz TULUKÇU'ya, Orman Mühendisi Teoman KAHRAMAN'a, Ağaç Islahı Araştırmaları Bölümü laborantı Şit BERK'e ve İzmit Araştırma Enstitüsü ile İstanbul Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü elemanlarına teşekkür ederiz. Ayrıca, araştırma raporunun yazımı aşamasında yardımlarını gördüğümüz Bartın Orman Fakültesi Araştırma Görevlisi Barış ÖZEL'e teşekkürlerimizi sunarız.

Araştırma sonuçlarının kavak yetiştiricilerine ve sanayicilerine yararlı olmasını dileriz.

Bartın, 2003.

Prof. Dr. Korhan TUNÇTANER, Prof. Dr. Nusret As, Y. Doç. Dr. Özner ÖZDEN

## ÖZ

Bu çalışmada, Marmara Bölgesini temsilen 3 ayrı yetiştirme ortamında kurulmuş olan deneme alanlarında bulunan kavak klonlarının büyüme performansları incelenmiştir. Ayrıca, İzmit deneme alanlarında üstün büyüme özellikleri gösteren klonların teknolojik özellikleri, lif morfolojileri ve kağıt özellikleri araştırılmıştır. Klonların yetiştirme ortamları itibariyle, 12 yıllık idare müddeti sonunda yapmış oldukları hacim üretimleri karşılaştırılmış ve "I-214" kontrol klonuna göre daha başarılı olan klonlar belirlenmiştir. İzmit deneme alanlarından seçilen *P. deltoides* klonları "Lena", "S.307-26" ve "Samsun", *P. x euramericana* klonları "10/62", "Cima" ve "L. Avanzo" ile kontrol klonu "I-214"ün hacim ağırlıkları, lif morfolojileri, lif boyut ilişkileri, odun örneklerinin kimyasal özellikleri (Kül, lignin, holoselüloz), NSSC ve Soda metodu ile elde edilen odun hamurlarından yapılan kağıt örneklerinin fiziksel özellikleri (temel ağırlık, kalınlık, yoğunluk, yırtılma, kopma uzunluğu, patlama) ve optik özellikleri (parlaklık, beyazlık, sarılık, opaklık) ile ilgili değerler saptanmıştır.

Sonuç olarak, büyüme yönünden başarılı bulunan klonlar, odunlarının teknolojik özellikleri ve kağıt yapımına uygunlukları yönlerinden de bir sınıflamaya tabi tutulmuşlardır.

## ABSTRACT

In this study, growth performances of poplar clones at the trials established at 3 different sites representing the Marmara Region were investigated. Apart from this, technological properties, fiber morphologies and paper characteristics of the superior clones at İzmit trial sites were studied. The comparisons were made concerning the volume productions of the clones at the end of 12 year rotation period and the clones showing better growth performance than "I-214" were estimated. For the selected clones at İzmit trial sites; *P. deltoides* : "Lena", "S.307-26", "Samsun" and *P. x euramericana* : "10/62", "Cima", "L. Avanzo" and the control clone "I-214"; the values of basic density, fiber morphology, fiber dimension relations, chemical properties (ash, lignin, holocelulose,  $\alpha$  celulose) of wood samples, physical properties (basic weight, thickness, gravity, tearing, breaking length, bursting) and optical characteristics (brightness, whiteness, yellowness, opacity) of paper samples were also determined.

As a conclusion, the superior clones were selected regarding their volume productions and they were classified on the basis of their technological properties and suitabilities for paper making.

## 1. GİRİŞ

Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'nün kuruluş tarihinden itibaren, Marmara Bölgesinde çeşitli kavak klonları ile populetum (klon denemeleri) kuruluşları gerçekleştirilmiştir. Bunların bir kısmı değerlendirilerek araştırma sonuçları yayımlanmıştır (Birler ve Ark. 1978, Tunçtaner ve Ark. 1983, Tunçtaner ve Ark. 1998). Türkiye populetumları kuruluş planına göre 1969-1972 yılları arasında toplam 56 klon ile Marmara bölgesinin 6 ayrı yetiştirme ortamında kurulmuş olan klon denemelerinin sonuçları alınmış ve seçilen 8 klon ile 1988 yılında yine Marmara bölgesinin 3 ayrı yetiştirme ortamında, bu araştırma kapsamındaki B serisi klon denemeleri (mukayese populetumları) kurulmuştur. Ayrıca, İzmit Araştırma Fidanlığında; büyüme performanslarına göre değerlendirilen 30 kavak klonu içinden 20 adedi yine deneme kuruluşları için seçilmiştir (Tunçtaner 1988). Seçilen bu klonlar ile B serisi denemelerle birlikte A serisi denemelerin kuruluşları da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, denemeler ayrı ayrı ve müşterek olarak klonların çap, boy, ağaç sayısı ve hacim üretimleri yönlerinden değerlendirilmiş, seçilen 7 klonun odunlarının teknolojik özellikleri ve kağıt yapımına uygunluk dereceleri araştırılmıştır.

Türkiye'de doğal ormanlardan sağlanan yakacak odun üretimi yılda ortalama 7 milyon m<sup>3</sup> düzeyinde kalırken, orman dışı alanlarda halkımız tarafından yapılan kavak ağaçlandırmalarından sağlanan odun üretimi 4 milyon m<sup>3</sup> düzeyine ulaşmıştır (Anon. 1999). Ülkemizde kavakların yetiştirilebileceği potansiyel alanlar gittikçe genişlemektedir. Özellikle GAP projesiyle Güneydoğu Anadolu'da yaklaşık 1.8 milyon hektarlık alanın sulama imkânlarına kavuşması sonucunda mevcut üretimin birkaç kat daha artacağı hesaplanmaktadır (Boydak 1986, Birler ve Koçar 1991). Yurdumuzda kavak odunu üretimindeki büyük artış, dünyadaki diğer kavak üreten ülkelerle yapılan mukayeseler sonucunda daha çarpıcı olarak ortaya çıkmaktadır. Uluslararası Kavak Komisyonu'nun 23-25 Eylül 1992 tarihinde İspanya'da yapılan toplantısında 33 üye ülkenin 21 tanesinin vermiş olduğu raporların incelenmesi sonucunda, ABD'nin 1991 yılında 16 milyon m<sup>3</sup> kavak odunu ile ilk sırada yer aldığı görülmüştür. Türkiye 3.5 milyon m<sup>3</sup> üretim ile ikinci sırada yer almıştır. Avrupa'da kavakçılığı ileri ülkelerden Fransa 3.3 milyon m<sup>3</sup>, Macaristan 1.7 milyon m<sup>3</sup>, İtalya 1.6 milyon m<sup>3</sup>, Yugoslavya 1.2 milyon m<sup>3</sup> üretimleri ile Türkiye'den sonra gelmişlerdir (Anon. 1992). Bu durum, ülkemizde endüstriyel odun üretimine büyük katkılar sağlayan kavakçılığa verilen önemin çok daha fazla artırılması gerektiğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, ülkemizde selüloz ve kâğıt sanayisine yönelik hammadde kaynakları, ihtiyaca cevap vermekten çok uzaktır. Büyük oranda oduna dayalı hammadde kullanan Selüloz ve Kâğıt Fabrikaları Genel Müdürlüğü (SEKA)'nın selüloz

üretimindeki payı halen %65 civarında olup, bunun %55'i iğne yapraklı orman ağaçlarından karşılanmaktadır. Doğal ormanlarımız bu talebe cevap verememekte ve bu nedenle ihtiyacın bir kısmı ithal yoluyla sağlanmaktadır. Türkiye'nin 1999 yılı kâğıt-karton üretimi 1.351.000 tondur. Aynı yıl yapılan ithalat ise 841.000 ton olmuştur (PPI, 2000). Selüloz ve Kâğıt Sanayii Vakfı'nın 2000 yılı raporuna göre, Türkiye'nin sektörlere göre kâğıt-karton üretimi ise şöyledir: SEKA Genel Müdürlüğünün üretimi 454.785 ton, vakıf üyesi özel sektör'ün 902.454 ton ve vakıf üyesi olmayan özel sektörün tahmini üretimi ise 210000 ton olmak üzere toplam 1.567.239 tondur (Anon. 2000). Artan nüfus, gelişen kültür ve teknoloji önümüzdeki yıllarda çok daha fazla kâğıt-karton üretimini gerekli kılacaktır. Bu nedenle, kağıtlık odun hammaddesi ihtiyacını karşılamada önemli katkılar sağlayacak olan hızlı gelişen tür plantasyonlarının kurulmasına ağırlık verilmelidir. Kavaklar yüksek artım güçleri ile bu plantasyonlarda yer alacak türlerin başında gelmektedir. Yerli ve yabancı kavak türlerinin genetik kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi ile bunların genetik ıslah çalışmaları yardımıyla değerlendirilmeleri sonucunda, kavak odunu üretimindeki artış ve bunun milli ekonomiye olan katkısı daha yüksek boyutlara ulaşabilecektir. Bu amaçla Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından yurt içinden ve dışından sağlanan genetik materyal ile koleksiyonlar oluşturulmuş ve farklı yetiştirme ortamlarında çok sayıda kavak klonu içeren denemeler kurulmuştur. Yüksek artım gücüne sahip *P. x euramericana* ve *P. deltoides* klonlarına, ekolojik isteklerine en uygun olan Marmara bölgesindeki deneme alanlarında yer verilmiştir. 1988 yılında Marmara Bölgesi'ni temsilen 3 ayrı yerde (İzmit, Bursa, Meriç) kurulan deneme alanlarında 27 adet klon adaptasyon yönünden incelenmeye alınmıştır.

Marmara Bölgesine uyum sağlayan yüksek verimlilikteki kavak klonlarının seçimini ve bunların odunlarının teknolojik özellikleri ile lif ve kâğıt özelliklerinin belirlenmesini hedefleyen bu çalışma, Orman Bakanlığı, Araştırma Master Planı'nda ARA-2 (Ağaçlandırma Ormanlarının Korunması, Geliştirilmesi) alanı içinde, Program No 1 (Kavak Ağaçlandırması Araştırmaları) kapsamında yer almaktadır. Çalışma ARA-2 Program 1'in araştırma projeleri bölümünde belirtilen 1.1 (Populus Gen Kaynaklarının Korunması ve Yaygınlaştırılması), 1.2 (Türkiye'de Çeşitli Yetiştirme Muhitleri İçin Yeni Klonların Islahı), 1.8 (Kavak Odunu İçin Yeni Klonların, Yeni Ürünlerin ve Pazarların Geliştirilmesi) maddeleri ile de tam olarak çalışmaktadır (Anon. 1995).

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. KLONLARIN BÜYÜMELERİ İLE İLGİLİ MATERYAL ve METOT

#### 2.1.1. Deneme alanları ve klonlar

Bu çalışma kapsamındaki 6 deneme alanı İzmit-Orman Fidanlığı, Bursa-Mihraplı ve Meriç-Ferre'de 1988 yılı başında kurulmuştur. Her yetiştirme ortamında bir A serisi (oryantasyon populetu) bir de B serisi (mukayese populetu) olmak üzere iki deneme alanı bulunmaktadır. A serisi denemelerde 7 adet *P. deltoides*, 12 adet *P.x euramericana* ve 1 adet *P. deltoides x P. alba* olmak üzere toplam 20 adet klon yer almaktadır. B serisi denemelerde, 3 adet *P. deltoides*, 5 adet *P.x euramericana* olmak üzere 8 adet klon bulunmaktadır. A serisi denemeler 2 bloklu, B serisi denemeler ise 3 bloklu olarak tesis edilmiştir. Dikim aralığı 6 x 6 m olup, klonlara ait parsellerdeki fidan sayısı 4x4=16 adettir. Deneme planları ve klonlarla ilgili bilgiler Şekil 1'de verilmiştir.

Deneme yerleri		A		B	
1. İzmit-Fidanlık (A ve B serisi) Mart 1988		Kuruluş Tarihi	: Mart 1988		
2. Bursa-Mihraplı (A ve B serisi)		Blok Sayısı	: 2		3
3. Meriç-Ferre (A ve B serisi) 8		Klon Sayısı	: 20		
		Parsel. Fidan Sayısı	: 16		16
		Dikim Aralığı	: 6x6m		6x6m

Deneme Deseni													
A Serisi			B Serisi										
B.I		B.II		B.I		B.II		B.III		Parseldeki Dikim Planı			
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	0	0	0	0
5	6	7	8	3	4					0	0	0	0
9	10	11	1	5	6					0	0	0	0
			2	7	8					0	0	0	0
13	14	15	1							0	0	0	0
			6										
17	18	18	2										
			0										

A serisi		B serisi	
1. P.del. R.89 (Lena)		11. P.x eur.Guardi	1. P.del. S.307-26
2. " R.87		12. " Bellini	2. " Samsun
3. " PE.4-71		13. " 10/62	3. " UAS-235
4. " PE.19-66		14. " Ostia	4. P.x eur. 45/51
5. " Lux		15. " Longhi	5. " 39/61
6. " PE.22-68		16. " I-214	6. " I-214
7. " PE.3-71		17. " Cima	7. " ECO-28
8. P.x eur.BI.Costanzo		18. " L.Avanzo	8. " San
9. " CB.7		Martino	
10. " 565/240		19. " Boccalari	
		20. P. dxa 114/69	

Şekil 1. Deneme desenleri ve klonlar  
Figure 1. Experimental designs and clones

### 2.1.2. Deneme alanlarının yetiştirme ortamı özellikleri

A ve B serisi denemeler, yanyana ve toprak özellikleri itibarıyla aynı koşullarda tesis edildiklerinden mevki, iklim ve toprak özelliklerine ait bilgiler her iki tip deneme alanı için de aynıdır. Deneme alanlarının kuruluş yerlerine ait yetiştirme ortamı özellikleri Tablo 1-3’de verilmiştir.

Tablo 1. İzmit-Fidanlık’ta bulunan denemelerin yetiştirme ortamı özellikleri  
Table 1. Site conditions of the trial sites at İzmit

Yetiştirme ortamı özellikleri		Deneme alanı
<b>Mevki</b> Location	Yer	İzmit-Fidanlık
	Enlem (N)	40° – 45’
	Boylam (E)	29° – 58’
	Yükseklik (m)	6
<b>İklim</b> Climate	Yıllık ortalama yağış (mm)	768
	Yıllık ortalama sıcaklık (C°)	14.5
	En yüksek sıcaklık (C°)	42.9
	En düşük sıcaklık (C°)	-18.0
	Ortalama nisbi nem (%)	71
<b>Toprak</b> Soil	Tekstür	Tozlu-Killi-Balçık
	Derinlik	>120 cm
	Geçirgenlik	-
	Reaksiyon (pH)	7.5 – 7.8
	Tuzluluk (Milimhos/cm)	0.32 – 0.36

Tablo 2. Bursa-Mihraplı’da bulunan denemelerin yetiştirme ortamı özellikleri  
Table 2. Site conditions of the trial sites at Bursa

Yetiştirme ortamı özellikleri		Deneme alanı
<b>Mevki</b> Location	Yer	Bursa-Mihraplı
	Enlem (N)	40° –11’
	Boylam (E)	29° – 04’
	Yükseklik (m)	100
<b>İklim</b> Climate	Yıllık ortalama yağış (mm)	713
	Yıllık ortalama sıcaklık (C°)	14.4
	En yüksek sıcaklık (C°)	42.6
	En düşük sıcaklık (C°)	-25.7
	Ortalama nisbi nem (%)	69
<b>Toprak</b> Soil	Tekstür	Toz balçığı-Balçık
	Derinlik	>120 cm
	Geçirgenlik	-
	Reaksiyon (pH)	7.4 – 8.4
	Tuzluluk (Milimhos/cm)	0.34 – 0.70

Tablo 3. Meriç-Ferre’de bulunan denemelerin yetiştirme ortamı özellikleri  
Table 3. Site conditions of the trial sites at Meriç

Yetiştirme ortamı özellikleri		Deneme alanı
Mevki Location	Yer	Meriç-Ferre
	Enlem (N)	40° – 54’
	Boylam (E)	26° – 15’
	Yükseklik (m)	10
İklim Climate	Yıllık ortalama yağış (mm)	627.3
	Yıllık ortalama sıcaklık (C°)	14.0
	En yüksek sıcaklık (C°)	38.2
	En düşük sıcaklık (C°)	-16.7
	Ortalama nisbi nem (%)	76
Toprak Soil	Tekstür	Kumlu-Balçık
	Derinlik	>120 cm
	Geçirgenlik	-
	Reaksiyon (pH)	7.5 – 7.8
	Tuzluluk (Milimhos/cm)	0.32 – 0.36

### 2.1.3. Klonların büyümeleri ile ilgili ölçü ve değerlendirmeler

Deneme alanında bulunan klonlara ait ağaçların 1.30 m göğüs yüksekliğindeki çapları cm, boyları ise m hassasiyetinde ölçülmüştür. Ayrıca parsellerdeki klonlara ait ağaç sayıları saptanmıştır.

A ve B serisi deneme alanlarında yapılan ölçülerden elde edilen çap ve boy değerlerinin ortalamaları ile ağaç sayılarının karekök transformasyon değerleri varyans analizlerine tabi tutulmuştur. Klonlar arasında önemli farklılıklar çıkması halinde ise Duncan testi uygulanarak klonların oluşturdukları gruplar belirlenmiştir. Ayrıca her yetiştirme ortamında A ve B serisi denemeler, 2 bloklu 27 klonlu tek bir deneme olarak da değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Analizler için B serisi denemelerin 1. ve 2. blokları esas alınmıştır. Ayrıca, klonların ortalama çap ve boy değerlerine göre melez kavaklar için hazırlanmış olan hacim tablosundan (Birler 1983) yararlanılarak hacim değerleri bulunmuş ve hektardaki ağaç sayısı (278) ile çarpılarak hektardaki hacim üretimleri ve buna bağlı olarak da yıllık ortalama hacim artımları hesaplanmıştır.

İzmit deneme alanında çap, boy ve hacim büyümesi yönünden yapılan değerlendirmelere göre seçilen 12 adet klonda, büyüme özelliklerini incelemek ve klonların hacim üretimleri arasındaki farklılıkları daha hassas olarak saptamak üzere gövde analizleri yapılmıştır (Birler ve Ark. 1978, Tunçtaner 1990). Bunun için, klonların bloklardaki çap ve boy ortalamalarına göre hesaplanan orta ağaçlara ait değerlere en yakın birer ağaç bulunarak toprak seviyesinden kesilmiştir. Kesilen bu örnek ağaçlardan 1.0 m ara ile alınan gövde kesitlerinde yıllık halka genişlikleri ölçülmüştür. Bu ölçülerden yararlanılarak klonlara ait orta ağaçların yıllık hacim artımları, hektardaki ağaç sayısı ile (278) çarpılarak, klonların hektardaki

hacım üretimleri ve yıllık ortalama hacım artımları hesaplanmıştır. Analizlerin yapılmasında TARİST istatistik paket programından yararlanılmıştır.

## 2.2. KLONLARIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ MATERYAL VE METOT

Projede incelenen toplam 27 adet klon içerisinde büyüme potansiyeli dikkate alınarak seçilen 7 adet klon, teknolojik özellikler yönünden incelenmiştir. Bu klonlar şunlardır:

- Populus deltoides* "R.89" (Lena)
- Populus deltoides* "S.307-26"
- Populus deltoides* "Samsun"
- Populus x euramericana* "10/62"
- Populus x euramericana* "Cima"
- Populus x euramericana* "L.Avanzo"
- Populus x euramericana* "I-214"

Yüksek büyüme performansı gösteren bu klonların teknolojik özelliklerini ortaya koymak üzere TS 4176'daki esaslara göre deneme ağaçları A serisinde her iki bloktan, B serisinde ise I. ve II. bloklardan seçilmiş ve kesilmiştir. Kesilen ağaçların 2-4 m'lik gövde kısımlarından 1.5 m boyunda tomruklar kesilip bunlardan da özü kapsayacak şekilde 7 cm kalınlığında kalaslar biçilmiştir.

Her bloktan 6 adet olmak üzere klon bazında toplam 12'şer adet kalas elde edilmiştir. Genel toplamı  $7 \times 12 = 84$  adet olan kalaslar daha sonra teknolojik özelliklerini belirlemek üzere İ. Ü. Orman Fakültesi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarına nakledilmiştir. Kalaslar önce üstü kapalı havadar bir yerde istif edilmiş ve bir ön kurutma işlemi uygulanmıştır. Rutubet ölçer yardımı ile rutubetleri kontrol edilen kalaslar istenen rutubete (%15-20) ulaştıktan sonra tekrar biçme işlemine tabi tutularak ilgili standartların ön gördüğü boyutlarda deney örnekleri hazırlanmıştır. Deney örnekleri klima odasında bekletilmek suretiyle rutubetlerin %12'ye gelmesi sağlanmıştır (Şekil 2). Klima odasının şartları  $65 \pm 5$  bağıl nem ve  $20 \pm 2$  °C sıcaklıktır. Bu ortamda bekleyen ağaç malzeme oluşmuş Denge Rutubet Miktarı (DRM) %12 (Hava Kuruğu) olmaktadır. Örnekler değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve böylece hava kuruğu rutubete geldikleri varsayılmıştır. Deneyler "Losenhausenwerk" universal ağaç malzeme test makinasında yapılmıştır (Şekil 3). Deneylerden sonra yapılan rutubet kontrollerinde örneklerde %12 rutubetten sapma olup olmadığı kontrol edilmiştir. Yapılan deneyler ve kullanılan Türk Standartları aşağıda verilmiştir.



Numune alma metotları	TS 2470/1976
Rutubet miktarı	TS 2471/1976
Birim hacim ağırlık	TS 2472/1976
Daralma ve şişme	TS 4084-4085-4086/1983
Eğilme direnci	TS 2474/1976
Çarpmada eğilme direnci	TS 2477/1976
Liflere paralel basınç direnci	TS 2595/1977
Statik sertlik	TS 2479/1976



Şekil 2. Deney örneklerinin klimatize edilmesi  
Figure 2. Climatization of wood samples of the clones

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen değerler bulgular bölümünde açıklanmıştır. Her bir özellik için hesaplanan aritmetik ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (s), varyans ( $s^2$ ), varyasyon katsayısı (v), değişim genişliği (R), maksimum değer ( $x_{max}$ ), minimum değer ( $x_{min}$ ) ve örnek sayısı (n) tablolar halinde verilmiştir.

Bulgular, basit varyans analizi ile değerlendirilmiş ve seçilen 7 klona ait teknolojik değerler arasındaki farkın significant olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Belirli bir güven düzeyinde (%95) farklılık çıkması durumunda ise hangi klon yada klonların bu farkı oluşturduğunun saptanması için Duncan testi uygulanmıştır.



Şekil 3. Deneylerin yapıldığı universal ağaç malzeme test makinası  
Figure 3. Universal machine used for testing of wood samples

Yapılan varyans analizi sonucunda hesaplanan F oran değerinin belirli serbestlik dereceleri ve güven düzeyi için F tablosunda bulunan kritik değerden yüksek çıkması durumunda “klonlar arasında bazı teknolojik özellikler (hacim ağırlığı, daralma ve genişleme, eğilme direnci, çarpmada eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci, Janka sertlik değeri) yönünden farklılık yoktur” şeklindeki varsayım reddedilmiştir. Aksi durumda ise varsayım belirli bir hata düzeyinde kabul edilmiştir.

### **2.3. KLONLARIN KAĞIT ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ MATERYAL VE METOT**

Marmara Bölgesini temsilen İzmit Orman Fidanlığında kurulmuş olan deneme alanlarında üstün büyüme performansları dikkate alınarak seçilen kavak klonlarında kağıt özellikleri yönünden gerekli araştırmalar yapılmıştır. Araştırmaya konu olan klonlar şunlardır:

*Populus deltoides* "R.89" (Lena)

*Populus deltoides* "S.307-26"

*Populus deltoides* "Samsun"

*Populus x euramericana* "10/62"

*Populus x euramericana* "Cima"

*Populus x euramericana* "L. Avanzo"

*Populus x euramericana* "I-214"

Seçilen klonlardan göğüs hizasında (1.30 m) kesilen örnek odun materyallerinden, kabuklar soyulduktan sonra, kimyasal analiz, hacım-ağırlık değerleri, morfolojik ölçümler ve kağıt yapımı için odun hamuru üretiminde kullanılmak üzere numuneler alınmıştır.

#### **2.3.1. Analiz İçin Odun Örneklerinin Hazırlanması**

Bu metot bütün kimyasal analiz örnekleri için uygundur. Klonların gövde odunundan belirlenen ölçülerde alınan kesit örnekleri uygun parçalar haline getirildikten sonra Wiley değirmeninde öğütülüp, sarsıntılı elekte elenmişlerdir. Eleme sonunda 40 mesh (0.040 mm)'lik elekten geçen 60 mesh'lik elekte kalan talaşlar ayrılıp, analiz için ağzı kapalı cam kavanozlarda muhafaza edilmişlerdir.

##### **2.3.1.1. Odun Talaşının Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması**

Hazırlanan örneklerde bazı analizleri engelleyen ve odunun yapısından uzaklaştırılması gereken maddeler; nötral çözücüler, etanol (etil alkol), siklohegzan veya benzen (1/2 oranında) kullanılarak giderilmiştir. Vaksları (mumlar), katı yağları, bazı reçineleri ve mümkün olabilecek bazı odun sakızlarını ekstre etmek için etanol-benzen veya siklohegzan-etanol karışımı kullanılmıştır. Tanenler, sakızlar, şekerler, nişastalar ve renk veren maddeleri ekstre etmek için ise su kullanılmıştır.

##### **2.3.1.2. Kül miktarının tayini**

Kül miktarı, odun ve selülozdaki mineral tuzlar ve diğer anorganik maddelerin yaklaşık olarak ölçüsüdür. Odundaki kül yaklaşık %3 kadardır (Rydholm, 1965).

Kül miktarının tayini için, öğütülmüş odun örnekleri 575+250 °C'de Muffel fırınında yakılmıştır. Sonuçta kül tartılmış ve odunun fırın kurusu miktarının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

%Kül miktarı=Kül ağırlığı/Fırın kuru örnek ağırlığıx100  
bağıntısı ile hesaplanmıştır.

### 2.3.1.3. %1'lik Sodyumhidroksit (NaOH) çözünürlüğü

Ekstrakte edilmemiş odun örneği bir saat süre ile sıcak %1'lik sodyumhidroksit çözeltisi ile işleme tabi tutulmuştur. Ağırlık kaybı saptanmış ve çözünürlük yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Sıcak alkali çözelti, büyük çoğunluğu hemiselülozlardan meydana gelen düşük molekül ağırlıklı karbonhidratları ve parçalanmış (degrade olmuş) selülozları ekstraksiyona uğratmaktadır. Odunun çözünürlüğü; mantarlaşarak çürümenin veya ısı, ışık, oksidasyon ve bunun gibi etmenler ile bozunmanın derecesini belirtebilir. Odun çürüklüğü veya bozunma durumunda maddenin alkalide çözünme yüzdesi yükselir. Ayrıca böyle bir hammaddenin kullanımı ile elde edilen selülozun renk ve direnç özellikleri de düşük olmaktadır (Grant, 1958; Casey, 1980; Rydholm, 1965; Britt, 1970). Sonuçta %1'lik sodyumhidroksit çözünürlüğü, iki paralel analizin ortalaması olarak verilir.

$$\text{Çözünürlük yüzdesi (S)}=(B-A/A)\times 100$$

A=Ekstraksiyondan önce fırın kuru test örneklerinin ağırlığı (g)

B=Ekstraksiyondan sonra fırın kuru test örneklerinin ağırlığı (g)

### 2.3.1.4. Sıcak suda çözünürlük

Sıcak suda çözünürlük odunun selüloz elde edilmesi ve verimi üzerindeki etkisinden çok yapısında bulunan bileşikleri saptama bakımından önemlidir.

Sıcak suda çözünürlük tayini için, ekstrakte edilmemiş odun örnekleri kaynar su banyosunda 3 saat süre ile işleme tabi tutulmuştur. Bunun sonucunda anorganik bileşikler, tanenler, sakızlar, şekerler, nişasta türü bileşikler ve oduna renk veren maddeler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Hazırlanmış örneklerden 2 g hava kuru odun tartılıp, 250 ml'lik erlanmayere konulmuş, üzerine 100 ml sıcak su ilave edilip kaynar su banyosuna yerleştirilmiştir. Geri soğutucu bağlanıp 3 saat digesyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda erlanmayerdeki madde daha önce sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış süzme krozesine aktarılmıştır. 200 ml sıcak su ile yıkanmış ve  $105\pm 3$  °C'de etüvde kurutularak sabit tartıma getirilmiş ve tartılmıştır.

$$\text{Sıcak su çözünürlük yüzdesi}=[(A-B)\times 100]/A$$

A=Örneğin başlangıçtaki fırın kuru ağırlığı (g)

B=Ekstraksiyondan sonra test örneğinin ağırlığı (g)

### 2.3.1.5. Siklohegzan etanol çözünürlüğü

Bu çözünürlüğün amacı, siklohegzanda çözünen bileşiklerin belirlenmesidir. Bunun için 2 g örnek bir hacim %95'lik etanol ile iki hacim siklohegzan karışımında soxhlet ekstraktöründe 4-6 saat ekstrakte edilmiştir.

Bu süre sonunda balon içinde bulunan çözelti önceden darası alınmış beher içine konularak, buharlaştırılmıştır. Buharlaştırma sonucu geriye kalan madde miktarından gidilerek, çözünürlük hesaplanmıştır.

$$\% \text{Siklohegzan-etanol çözünürlüğü} = \frac{\text{Ekstraktif madde ağırlığı}}{\text{Tam kuru örnek ağırlığı}} \times 100$$

#### 2.3.1.6. Alkol çözünürlüğü

%95'lik 150 ml etanol kullanılarak 4 g örnek soxhlet'te 4-6 saat süre ile ekstrakte edilmiştir. İşlem süresinin tamamlanmasından sonra çözelti daha önceden darası alınmış bir behere konularak, buharlaştırılmıştır. Buharlaştırma sonucu geriye kalan madde miktarından gidilerek alkol çözünürlüğü hesaplanmıştır.

$$\% \text{Alkol çözünürlüğü} = \frac{\text{Ekstraktif madde ağırlığı}}{\text{Tam kuru örnek ağırlığı}} \times 100$$

#### 2.3.1.7. Lignin tayini (Runkel Metodu)

Bu metot, odunun asitte çözünebilir lignin miktarını belirlemek için kullanılmaktadır. Lignin, C, H, O'dan oluşmuş alifatik, fenolik hidroksil grupları ve en karakteristik fonksiyon grubu olarak da (OCH<sub>3</sub>) metoksil grubu ihtave eden kısmen aromatik, tabiatta amorf bir polifenolik odun bileşiğidir. Suda ve bilinen organik çözücülerde çözünmemektedir (Libby, 1962; Rydholm, 1965; Brovning, 1967; Britt, 1970). Tam kuru odun içindeki lignin miktarı %17-32 kadardır. İğne yapraklı türlerde bu değer % 25-32, geniş yapraklı türlerde ise %17-26'dır (Casey, 1980). Odundan selüloz elde etme ve ağartma işlemlerinin başlıca amacı ligninin giderilmesidir. Sertlik, ağartılabilirlik ve renk gibi diğer selüloz özellikleri de lignin miktarı ile ilgilidir. Runkel yöntemine göre yapılan deneyin amacı %72'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile şeker, polisakkarit ve benzeri maddelerin parçalanarak geriye kahverengi lignin maddesinin kalmasını sağlamaktır.

Örneklerin lignin miktarını hesaplamak için, 1,0±0.1 g fırın kuru su ağırlıktaki test örnekleri 400 ml'lik beherlere konulmuştur. Örnekler üzerine soğuk (10-15 °C) %72'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ten 50 ml ve %40'lık HBr'den 5 ml ilave edilmiştir. Beherler 20 ±1°C'deki bir banyoda 2 saat bekletilmiştir. Bu süre içinde sık sık karıştırılmışlardır. 2 saat'lik süre sonunda 300-400 ml destile su ile seyreltilmişler ve asidi gidermek için sıcak su ile yıkanarak süzölmüşlerdir.

$$\% \text{Lignin} = A \times 100 / W$$

$$A = \text{Ligninin ağırlığı (g)}$$

$$W = \text{Fırın kuru su test örneklerinin ağırlığı (g)}$$

#### 2.3.1.8. Holoselüloz tayini (Sodyumklorit metodu)

Holoselüloz, selüloz ve hemiselülozdan oluşan bir grup madde olup, lignin dışındaki odunun asli bileşiklerini oluşturan karbonhidratların tümüdür (Grant, 1958; Huş, 1966). Wise'in bu metoduna göre, klonların holoselüloz miktarlarını tayin etmek için, 40-60 mesh elekten geçirilmiş hava kurusu 5 g odun örneği kullanılmıştır. Odun örnekleri reçine ihtiva etmedikleri için ekstraksiyon işlemine gerek kalmamıştır. Odun örnekleri 250 ml'lik erlenmayerler içersine konularak, 160 ml destile su, 1,5 g sodyumklorit ve 10 damla asetik asit ilave edilerek 70-80 °C'de 1 saat süre ısıtılmıştır. 1 saat sonra 10 damla asetik asit ve 1,5 g sodyumklorit yeniden ilave edilerek, 1 saat daha ısıtmaya devam edilmiştir. Bu işlem her odun örneği için 3 kez tekrarlanmıştır. Holoselüloz içersindeki lignin miktarının %2-4 sınırına kadar düşürülmesine çalışılmıştır. Kloritleme işlemi tamamlandıktan sonra kalıntının beyaz olması ve orijinal odun yapısının kalması için süspansiyon bir buz banyosunda soğutulmuş ve gözenekli süzme krozesinden (1-2 nolu) süzümüştür. Kalıntı, defalarca buzlu su ve takiben aseton ile yıkanmış ve kurutulmuştur. Odun örneklerinin % holoselüloz miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{Holoselüloz} = \frac{\text{Tam kuru holoselüloz ağırlığı (g)}}{\text{Tam kuru örnek ağırlığı (g)}} \times 100$$

### 2.3.1.9. Alfa ( $\alpha$ ) selüloz

$\alpha$  selüloz miktarlarının tayini için her odun örneğinden elde edilen selülozdan 3 g tartılmış ve 250 ml'lik beherlere aktarılmıştır. Örnekler, 20±0,2 °C'deki su banyosunda %17.5'lik 15 ml sodyumhidroksit ile 1 dakika yumşatılmış (maserasyon), 45 saniye sonra 10 ml, bundan 15 saniye sonra da 10 ml daha sodyumhidroksit ilave edilerek maserasyon işlemine devam edilmiştir. Bundan sonra karıştırılarak 3 dakika bekletildikten sonra üzerlerine 10 ml daha sodyumhidroksit ilave edilip, 10 dakika süre ile karıştırılmıştır. 2.5, 5 ve 7.5. dakikalarda 10 ml'lik porsiyonlar halinde 30 ml NaOH ilave edilerek toplam 10 dakika süre ile karıştırılmıştır (toplam NaOH çözeltisi miktarı 75 ml'dir). Su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra 20°C'de 100 ml destile su ilave edilmiş ve 30 dakika daha bekletilmiştir. Bu süre sonunda vakum uygulanarak krozelere süzümüştür. Beher içindeki kalıntı 20°C'de 25 ml %8.3'lük NaOH çözeltisi ile çalkalanmıştır.  $\alpha$  selüloz 20 °C'de (5×50 ml) destile su ile yıkanmış ve kroze vakum uygulanmaksızın 2 N %12'lik asetik asit ile doldurulmuş ve 5 dakika bekletilmiştir. Vakum uygulanarak süzümüş ve kalıntı asit reaksiyonu vermeyinceye kadar yıkanmıştır. Daha sonra  $\alpha$  selüloz kurutularak 105 °C'de sabit tartıma tabi tutulmuştur.

### 2.3.2. Hacım-ağırlık değerleri

Hacım–ağırlığın saptanmasında kullanılacak örnekler için her kesitte birbirine dik iki çap doğrultusunda, özden kabuğa kadar yarıçapın boyunda, yaklaşık 2 cm eninde birer parça olmak üzere 2 şer örnek alınmıştır (20-25 mm). Hacım–ağırlık değeri selüloz endüstrisinde hammadde ile üretiminin verimi arasındaki ilişkiyi en belirgin biçimde açıklamaktadır. Yeni kesilmiş olan yaş hacimdeki selülozluk odundan üretim sonunda elde edilecek selülozun miktarı hacım–ağırlık değeri ile hesaplanabilmektedir.

Klonlara ait odun örneklerinin hacım–ağırlık değerlerinin bulunması için örnekler vakum altında uzun bir süre su içinde bırakılarak, tamamen yaş hale getirilmişlerdir. Daha sonra hassas bir terazide içi su dolu bir kaba daldırılarak, tartılıp, yaş hacimleri bulunmuştur. Aynı örnekler daha sonra  $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki kurutma fırınında tam kuru hale gelinceye kadar kurutulup, yeniden tartılarak elde edilen tam kuru ağırlıklarına ait değerler aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Hacım-ağırlık değeri (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Tam kuru ağırlık (g)}}{\text{Yaş hacim (cm}^3\text{)}}$$

### 2.3.3. Morfolojik ölçümler

Odunun selüloz ve kağıt endüstrisi yönünden kullanım biçimini saptayabilmek için bilinmesi gereken özelliklerden biri lif morfolojisi yönünden sahip olduğu karakteristiklerdir. Selüloz liflerine ait boyutların bilinmesi elde edilecek olan kağıdın niteliği ve niceliği bakımından önemli ipuçları vermektedir (Casey, 1980). Bu nedenle çalışmamızda kavak klonlarına ait odun örneklerinde lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı olmak üzere 4 gruptan lif (traheid) özellikleri saptanmıştır. Ölçümlerin gerçekleşmesi için örneklerde “Schultze Metodu” kullanılmıştır. Bu metotta nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) ile asitlendirilmiş olan örneklerin sıcak su banyosunda ( $85\text{-}90^{\circ}\text{C}$ ) tutulmaları sonucunda Sodyumklorit ( $\text{NaClO}_2$ ) odun yapısındaki lignini etkilemekte ve selüloz lifleri serbest kalmaktadır. Bu şekilde elde edilen her bir klona ait lifler metilen mavisi ile boyandıktan sonra Kanada balzamu ile kalıcı preparatlar hazırlanmıştır. Bu preparatlarda projeksiyonlu mikroskop yardımı ile T232 om-85'e göre lif uzunlukları ölçülmüştür. Lif genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı ise taksimatlı bir mikroskop ile ölçülmüştür. Her deneme ağacında lif uzunluğu ölçümleri 40, diğer ölçümler ise 30 adet yapılmıştır.

#### 2.3.3.1. Lif boyut ilişkilerinin saptanması

Selüloz liflerinin kağıt yapımına uygunluk durumu, lif boyutlarına ait değerlerin bazı standart formüllere uygulanması ile daha belirgin olarak saptanmaktadır. Bu nedenle morfolojik ölçümler sonucu bulunan değerler

mevcut formüllere uygulanarak aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla aşağıda belirtilmiştir:

Keçeleşme Katsayısı  
Esneklik Katsayısı  
Rijidite  
Mühlstep oranı  
Runkel oranı  
F faktörü

#### 2.3.3.1.1. Keçeleşme katsayısı

$$\text{Keçeleşme Katsayısı} = \frac{\text{Lif uzunluğu (L)}}{\text{Lif genişliği (D)}}$$

şeklinde bir ilişkidir. Kağıdın oluşumunda hammaddenin keçeleşmesi temel bir ilkedir. Bu nedenle keçeleşme oranı kağıdın niteliği yönünden önemlidir ve büyük olması arzu edilir. Eşitlikte de görüldüğü gibi lif uzunluğundaki artış katsayıya olumlu, lif genişliğindeki artış ise olumsuz yönde etki yapmaktadır.

Lif uzunluğunun direnç özelliklerinden yırtılma faktörü üzerinde direkt etkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla lif uzunluğunun etkilediği bu katsayının da yırtılma direnci üzerinde etkili olacağı bir çok araştırmacı tarafından saptanmıştır (Watson ve Dadswell, 1964; Huş ve ark., 1978).

#### 2.3.3.1.2. Esneklik katsayısı

$$\text{Esneklik Katsayısı} = \frac{\text{Lümen genişliği (l)}}{\text{Lif genişliği (D)}} \times 100$$

olarak saptanan bir katsayıdır. İstas sayısı diye de söz edilen esneklik katsayısının büyük oluşu kağıdın direnç özellikleri üzerinde olumlu etkiler yapmasına karşın selülozun hidratlanması yönünden olumsuz olmaktadır (Dinwoodie 1965; Bostancı 1985).

Bu niteliğe ilişkin değerlere göre lifler kağıt yapımına uygunlukları bakımından 4 gruba ayrılmışlardır:

- 1- Esneklik katsayısı 75'den yukarı olanlar; lifler arası iyi bağlanma sağlarlar.
- 2- Esneklik katsayısı 50-75 arasında olanlar, yüksek kağıt direnci gösterirler
- 3- Esneklik katsayısı 30-50 arasında olanlar, nispeten düşük kağıt direnci gösterirler
- 4- Esneklik katsayısı 30'dan düşük olanlar, zayıf lifler arası bağlanma nedeni ile düşük dirence sahip olmaktadır (İstas et al., 1954).



Bu sınıflamaya göre esneklik oranı düşük liflerden elde edilecek kağıtlarda daha ziyade sertlik, basınca dayanıklılık gibi özellikler ön plana geçer. Bu tip dirençler ise ancak ambalaj amacı ile kullanılan düz ve oluklu mukavva yapımına elverişlilik göstermektedir (Tank,1980).

#### 2.3.3.1.3. Rijidite katsayısı

$$\text{Rijidite Katsayısı} = \frac{\text{Lif çeper kalınlığı}}{\text{Lif genişliği}} \times 100$$

formülüne göre hesaplanmaktadır.

Bu oran büyüdükçe direnç özelliklerinden yırtılma, kopma ve patlamada bir azalma görülmektedir. Bu liflerin kağıt oluşumu sırasında birbirleriyle iyi bir bağlantı kuramamalarından kaynaklanmaktadır. Özellikle yapraklı ağaç odunlarından elde edilen liflerde bu karakter daha fazla önem kazanmaktadır (Tank,1980).

#### 2.3.3.1.4 Mühlstep oranı

$$\text{Mühlstep Oranı} = \frac{\text{Lif çeper alanı}}{\text{Lif enine kesit alanı}} \times 100 \text{ dür.}$$

Bu eşitlik lif hücresi genişliğine oranla lif çeperinin incelik ve kalınlığına göre sahip olduğu avantajlı durumu belirleyebilmek amacını gütmektedir.

#### 2.3.3.1.5. Runkel Oranı

$$\text{Runkel Oranı} = \frac{2 \times \text{Lif çeper kalınlığı (W)}}{\text{Lümen genişliği (l)}}$$

Bu orana göre lifler arsında bir sınıflama yapılmış olup;

- 1-  $2W/l > 1$  olanlar kalın çeperli lifler,
- 2-  $2W/l \cong 1$  olanlar orta kalınlıkta çeperi olan lifler,
- 3-  $2W/l < 1$  olanlar ince çeperli lifler olarak ayrılmıştır.

Lif çeperinin inceliği oranında, bu değer birden küçük olması halinde iyi nitelikte selüloz elde edilecektir. Bu faktör kağıdın yırtılma dışındaki fiziksel özelliklerine etki etmektedir.

#### 2.3.3.1.6. F Faktörü

$$F \text{ Faktörü} = \frac{\text{Lif uzunluğu}}{\text{Çeper kalınlığı}} \times 100$$

Bu oranın büyük olması halinde lifin kullanım oranı artmaktadır.

#### 2.3.4. Kağıt hamuru elde etme yöntemleri

Çalışmada kullanılacak kağıt hamurları iki yöntem kullanılarak elde edilmiştir. Bu maksatla yarı kimyasal metot olan Nötral Sülfite (NSSC) ve soğuk soda metodu kullanılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Pişirme kazanında hamurların hazırlanması  
Figure 4. Preparation of pulps in cooking tank

##### 2.3.4.1. Nötral sülfite (NSSC) metodu ile kağıt hamuru elde edilmesi

NSSC Yöntemi yarı kimyasal hamur üretiminde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Buna sebep de açık renk hamur vermesi, hamur veriminin yüksek olması, elde edilen hamurun direnç özelliklerinin yüksek olması, kimyasal madde ve odundan tasarruf sağlanması, çeşitli ağaç türlerine uygulanabilme kolaylığı ve az kullanma yeri bulan fakat kolay sağlanan odunların değerlendirilebilmesidir.

Çalışmada, NSSC metodu; İ.Ü Orman Fakültesi Selüloz ve Kağıt laboratuvarında, döner paslanmaz çelik kazanda ve üç kademede yapılmıştır. Bu kademeler; ön buharlama, emprenye ve pişirmedir.

Yongalar, kazanda normal basınç altında 30 dakika süre ile buharlanmıştır. Buharlamadan sonra çözelti ilave edilmiştir. Sıcaklık emprenye kademesinin en yüksek ısısı olan 120°C'ye kadar yükseltilmiştir. 15'er dakika süre ile sıcaklık ve basınç kontrolü yapılmıştır. 60 dakika süren emprenye kademesinin başlangıç ve bitiminde, çözeltinin pH derecesi ölçülmüştür.

İkinci kademenin sonunda kazan doldurularak çözeltinin fazlası dışarı alınmıştır. Isı, pişirme için gerekli sıcaklık olan 165°C'ye yükseltilmiştir. Pişirme sırasında ısının daha fazla yükselmemesi için 10'ar dakika ara ile kontrol yapılmıştır. Daha yüksek ısı derecelerinde pişirme, karbonhidratların bozunmasına ve lignin kondensasyonuna yol açtığı için düşük nitelikte hamur elde edilmesine sebep olmaktadır (Tank, 1978). Pişirmeye 10.5 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında 60 dakika devam edilmiştir. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> tamponlayıcıları emprenye kademesinin başında pişirme çözeltilerine ilave edilmiştir. NSSC metodu ile yarı kimyasal hamur pişirme koşulları aşağıda belirtilmiştir.

Sodyum Sülfid ( Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )	50 g/l
Tamponlayıcı ( Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	5 g/l
Odun/Çözelti oranı	1/5
<b>pH:</b>	
Beyaz Çözeltide	9.25–10.80
Emprenye Çözeltisinde	7.77–8.16
Pişirme Çözeltisinde	7.63–8.75
Ön Buharlama,	30 dakika
Emprenye	60 dakika
Basınç	10.5 atm
En yüksek sıcaklık	165–170 °C
Geri alınan çözelti	2 l

#### **2.3.4.2. Soda metodu ile kağıt hamuru elde edilmesi**

Bu yöntemde kullanılan aktif kimyasal madde sodyum hidroksittir (NaOH). Sodyum hidroksitle birlikte tam kuru oduna oranla %2 Sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ) kullanılmıştır. Soda hamuru pişirme koşulları:

Sodyum Hidroksit (NaOH)	50 g/l
Odun/Çözelti oranı	1/5
Pişirme süresi	120 dakika

En yüksek sıcaklık	170 °C
<b>pH</b>	
Beyaz çözeltide	9.25–10.80
Emprenye çözeltide	12.14–12.40
Siyah çözeltide	12.21–12.58

### **2.3.5. Deneme kağıtlarının yapımı**

#### **2.3.5.1. Dövme işlemi**

Deneme kağıtları yapılmadan önce sulu süspansiyon halindeki lif hamuruna dövme olarak tanımlanan mekanik bir işlem uygulanmaktadır. Dövme işlemi ile liflerin birbiriyle daha geniş bir yüzeyle temas gelmeleri, yumuşamaları ve bunun sonucu olarak da daha sağlam bir kağıt meydana getirilebilmeleri mümkün olmaktadır. Bu işlem sırasında, liflerin yüzey kısımları fibrilleştirilmekte, saçaklaşmakta ve muhtemelen koloidal yapışkan bir yüzey kazanmaları sağlanmaktadır. Özel değirmenlerde gerçekleştirilen bu kombine işlemler topluca “hidrasyon” olarak adlandırılmaktadır.

Selülozlar, direnç özelliklerinin değerlendirilebilmesi için çeşitli derecelerde dövülmeye tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanılacak selülozlar laboratuarda PFI tipi değirmen kullanılarak (T 248 om-85'e göre) farklı devirlerde dövülmüştür. Dövme derecelerinin özellikleri lif hamurunun suyu bırakma kabiliyetinin ifadesi olan serbestlik derecesi (SR°) ile belirlenmektedir. Devir ayarlanırken SR°'nin 35-45 arasında kalmasına dikkat edilmiştir.

#### **2.3.5.2. Serbestlik derecesi tayini**

Selülozların suyu bırakma özelliğini belirten serbestlik dereceleri, Schopper Riegler cihazında tayin edilmiştir (Şekil 5). Dövme makinesinden dövme işleminin sonunda alınan kağıt hamurundan 20 g tartılarak bir litrelik bir mezura konup hacim 1000 cm<sup>3</sup>'e gelene kadar üzerine ılık su ilave edilmiş ve (20 °C'da, önce kağıt hamuruna az bir su ilave ederek bu durumda cam bir karıştırıcı ile liflerin dağılması sağlanmıştır.) ve liflerin tüm hacimde homojen olarak dağılması için bir bağıt yardımı ile iyice karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım Schopper Riegler cihazına konarak serbestlik derecesi belirlenmiştir.



Şekil 5. Hamurların Schopper-Riegler cihazında serbestliklerinin belirlenmesi  
Figure 5. Determination of freeness (SR<sup>0</sup>) of pulps with Schopper-Riegler

### 2.3.5.3. Lif süspansiyonu hazırlama ve kağıt makinesi kısmı

30 g tam kuru kağıt hamuruna eşdeğer miktarlar sıhhatli olarak tartılmış ve ıslatılmıştır. Dövülmemiş olanlar hariç olmak üzere, tasarlanan süreye göre belirli dövme derecelerine kadar dövülen hamurlar, desintegratör (lif açıcı) adı verilen 3000 devir/dakika ile dönen pervane tarafından suda iyice liflerine ayrılmıştır. Bu aletle işleme süresi 5 dakikadır. Desintegratörde karıştırıldıktan sonra karışım buradan alınarak lif süspansiyon hazırlama cihazına konulmuştur. Daha sonra bu lif bulamacı % 0.3'e kadar sulandırılmıştır. Bu makinede karışım 15-20 dakika karıştırıldıktan sonra 70 g ağırlığı verecek hacimler halinde 10 kaba konulmuş ve her bir kap ayrı ayrı ve sıra ile kağıt makinesi (Rapit-Köhler) silindiri içerisine boşaltılmıştır. Bu suretle 10 adet deneme sahifesi elde edilmiştir. Bu işlem safhalarını ise presleme ve kurutma safhaları takip etmiştir (Şekil 6-10).



Şekil 6. Hamurların açılması  
Figure 6. Separation of pulps



Şekil 7. Hamurların karıştırılması  
Figure 7. Mixing of pulps



Şekil 8. Kağıt taslağının oluşturulması  
Figure 8. Preperation of paper samples



Şekil 9. Taslağın kurutma kısmına aktarılmaya hazırlanması  
Şekil 9. Preperation of paper samples for drying process



Şekil 10. Taslağın kurutulması (Son Ürün)  
Figure 10. Drying of paper samples (Final product)

### 2.3.6. Fiziksel ve optik özellikler

#### 2. 3. 6.1. Fiziksel testlerin uygulanması

Kurutma işlemi sona ermiş deneme kağıtları, fiziksel testlere hazır duruma getirilmek için 24 saat kondisyonlanmışlardır. Bu sırada odanın bağıl nemi  $50 \pm 2$  ve sıcaklığı  $23 \pm 1$  °C'ta tutulmuştur. Kondisyonlanan sayfalar testler için hazır hale gelmişlerdir. Bundan sonra daire şeklindeki kağıt sayfaları kağıt bölme makinesi vasıtası ile ortadan ikiye bölünmüş ve her yarım sayfanın düz kenarından 1.5 cm genişlikte bir şerit kesilmiştir. Bu şeritler teker teker Paper board testing makinesine takılarak makine çalıştırılmış ve kopma uzunluğu ile uzama miktarı her şerit için ayrı ayrı bulunmuştur (T 404 om-87'ye göre). Daha sonra bulunan kopma uzunluğu değerlerinin ortalaması alınarak;

$$\text{Kopma uzunluğu (m)} = \frac{\text{Kopma kuvveti (g)}}{\text{Şerit Genişliği (m)} \times \text{Gramaj (g/m}^2\text{)}}$$

formülünde yerine konulmuş ve buradan her dövmeye ait kağıdın kopma uzunluğu tespit edilmiştir.



Kopma uzunluğu tespitinden önce her dövmeğe ait kağıt grubunun kalınlığı tespit edilmiştir. Bunun için daire şeklinde olan kağıt safihaları üzerine yine daire şeklinde olan ve üzerinde delikler bulunan bir şablon konulmuştur. Şablon üzerinde bulunan 10 adet deliğin yerleri en üstteki kağıt safiha üzerine işlenmiştir. Böylece, 10 safihanın kalınlıkları, işaretli yerlerinden kalınlık ölçer cihazı vasıtası ile ölçülmüştür (T 411 om-89'a göre). Elde edilen 10 kalınlık değeri toplanarak 100 e bölünmüştür. Böylece bir tek safihanın ortalama kalınlığı mm cinsinden belirlenmiştir. Bu değerdende her safihanın ortalama kalınlığı mikron ( $\mu$ ) cinsinden bulunmuştur.

Kağıt safihalarının yırtılma indisini bulmak için yarım daire şeklinde olan kağıt safihaları kağıt kesme aleti ile 10x6 cm dikdörtgen şekline getirilmiş ve bu sayfanın uzun kenarlarının birinde kenarlardan 2.5 cm uzaklıkta olmak üzere 2 cm derinlikte iki çentik açılmıştır. Böylece çentik açılan yerlerinden deneme kağıdı test aletine (Elmendorf paper tearing) yerleştirilmiş (T 414 om-88'e göre), bu işlem sekiz kere tekrar edilmiş ve alet üzerinden okunan değerlerin ortalaması alınarak

$$\text{Yırtılma indisi (mNm}^2/\text{g)} = \frac{\text{Yırtılma Direnci (mN)}}{\text{Gramaj (g/m}^2\text{)}}$$

formülüne göre dövmeğe ait kağıdın yırtılma indisi tespit edilmiştir.

Patlama indisinin tespiti için ise her bir yarım daire şeklindeki kağıt 3 yerinden Bursting test makinesi ile denemeye tabi tutulmuştur (T 403om-91'e göre). Elde edilen sonuçlar toplanarak,

$$\text{Patlama indisi (kPam}^2/\text{g)} = \frac{\text{Patlama Kuvveti (kPa)}}{\text{Gramaj (g/m}^2\text{)}}$$

formülüne göre her dövmeğe ait kağıdın patlama indisi tespit edilmiştir (Casey, 1980).

Örneklere ait safihaların kalınlık ve yoğunluk değerleri T 411om-89'a göre belirlenmiştir.

### **2.3.6.2. Parlaklık ölçümü ve opaklık tayini**

Parlaklık ve opaklık fiziksel birer kavramdır. Yüzeysel yansıma, absorpsiyon (soğurma), kağıt ve lifler içerisinde homojen olmayan kısımlardan gelen yansıma, giden ışığın dağılımı ve kağıdın şeffaflığı parlaklık üzerinde etkili olur. Parlaklık ölçülmesi beyaz renk tonlarının en

belirgin olarak ayrılabilirdiği mavi filtre kullanılarak 457 nanometre dalga boyundaki ışınlar ile yapılmaktadır.

Araştırmada parlaklık ve opaklık değerlerinin tespit edilmesinde, TAPPI T 425 om – 91 standart metoduna uygun olan Elrepho 3000 serisi bir cihazdan yararlanılmıştır. Cihazın ayarlanmasında magnezyum oksit (MgO) beyazlığı kullanılmıştır. Cihazın standart beyaz ve siyah zemin üzerinde kalibrasyonu yapıldıktan sonra belirli kalınlıktaki kağıt tabakasından yansıyan ışık değeri olan reflektivite tespit edilmiştir. Kağıdın yeterli kalınlıkta olması, altta bulunan yüzeyden ötürü meydana gelebilecek renkliliği gidermek içindir. Yansıyan ışığın 457 nanometre dalga boyundaki mavi filtreden geçirilerek ölçülmesi halinde elde edilen değer, kağıdın parlaklık değeri olarak kabul edilmiştir. Yani bu durumda kağıdın reflektivite değeri parlaklık değerine eşittir.

Reflektivite değeri tespit edildikten sonra tek bir kağıt tabakasının parlaklığı diğer bir deyişle reflektans değeri bu kağıdın tam siyah bir zemin üzerine konularak ölçülmesiyle tespit edilmektedir.

Reflektans değerinin reflektivite değerine bölünmesiyle elde edilen değer opaklık değeri olarak dikkate alınmaktadır. Bu değer, uygulamada baskı sırasında ilk yüzeye basılan yazının diğer yüzeyden ne kadar görünüp görünmeyeceğini belirlemede kullanılır. Orantıda elde edilen değer % ifadesinde 0 değeri tam şeffaf, 100 değeri ise mat kağıdı göstermektedir. Ancak baskı opasitesinin kağıdın özellikleri ile ilgili olduğu kadar, mürekkeple de ilgili olduğunu unutmamak gerekir. Dolayısı ile baskı opasitesi kağıdın hakiki optik özelliği olarak kabul edilmez (Casey, 1980).

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. KLONLARIN BÜYÜMELERİ İLE İLGİLİ BULGULAR**

3 ayrı yetiştirme ortamında tesis edilmiş olan A ve B serisi denemeler için 12. yılın sonunda ayrı ayrı ve müşterek olarak yapılan değerlendirmelerin sonuçları yörelere göre aşağıda verilmiştir.

##### **3.1.1 İzmit Fidanlığı deneme alanlarına ait bulgular**

###### **3.1.1.1 A serisi deneme alanı**

A serisi deneme alanında, klonların ortalama çap değerlerine uygulanan varyans analizine göre, klonlar arasında %99 güvenle önemli farklılıklar bulunmuştur ( $F=3.28^{**}$ ). Duncan testi sonuçlarına göre klonların  $p=0.01$  olasılık düzeyinde oluşturdukları gruplar Tablo 4’de verilmiştir. Klonlar 28.7 cm ile 35.9 cm arasında değişen bir çap gelişmesi yapmışlardır. En iyi çap gelişmesini “R-89” nolu *P. deltoides* klonu, en zayıf gelişmeyi ise “I-214” kontrol klonu yapmıştır.

Boy büyümesi bakımından klonlar arasında istatistik yönden önemli bir farklılık bulunmamıştır ( $F=1.38$  NS). Klon boyların büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 4’de verilmiştir. Klonların boy büyümeleri 23.5 m ile 20.9 m arasında değişmiştir.

Klonların yaşayan ağaç sayılarının karekök transformasyon değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır ( $F=1.47$  NS). Klonların sıralanışları Tablo 4’de verilmiştir.

### 3.1.1.2. B serisi deneme alanı

Deneme alanında bulunan 8 adet klonun çap ve boy değerleri ile ağaç sayılarının karekök transformasyon değerleri varyans analizlerine tabi tutulmuştur.

Klonların çap ortalamaları arasında %99 güvenle önemli farklılıklar bulunmuştur ( $F=6.95^{**}$ ). “S.307-26” no.lu *P. deltoides* klonu 38.3 cm ile en iyi çap gelişmesini yapmış, bunu 35.7 cm ile yine *P. deltoides* klonu olan “Samsun” takip etmiştir. “I-214” klonu 31.2 cm ile 7. sırada yer almıştır. Duncan testi sonuçlarına göre klonların  $p=0.01$  olasılık düzeyinde oluşturdukları gruplar Tablo 5’de verilmiştir.

Klonların boy ortalamaları arasında %95 güvenle önemli farklılıklar bulunmuştur ( $F=3.41^*$ ). Uygulanan Duncan testine göre klonların  $p=0.05$  olasılık düzeyinde oluşturdukları gruplar ve klonların sıralanışları Tablo 5’de verilmiştir. En iyi boy gelişmesini 24.4 m ile “S.307-26” nolu klon, en zayıf gelişmeyi ise 22.1 m ile “UAS-235” klonu yapmıştır.

Klonların ağaç sayılarının transformasyon değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, %95 güvenle klonlar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Duncan testine göre klonların  $p=0.05$  olasılık düzeyinde oluşturdukları sınıflar Tablo’5 de verilmiştir.

### 3.1.1.3. A ve B serisi denemelerin müşterek değerlendirilmeleri

Deneme alanlarında bulunan toplam 27 adet klon (A serisinde bulunan I-214 klonu alınmamıştır) için, melez kavak hacim tablosundan yararlanılarak hesaplanan hektardaki hacim üretimleri, istatistik analizlere tabi tutulmuştur.

Tablo 4. İzmit A serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması

Table 4. Comparison of the clones based on diameter, height and number of the trees in the trial site A at İzmit

<b>KLONLAR</b>	<b>Çap (cm)</b>	<b>Boy (m)</b>	$\sqrt{\text{Ağaç sayısı}}$
(1) CB.7	(4) 35.9	(20) 23.5	(5) 4.0
(2) PE.22-68	(11) 35.0	(11) 23.1	(12) 4.0
(3) Bl.Costanzo	(7) 34.8	(8) 23.0	(7) 3.9
(4) R.89	(9) 34.7	(9) 23.0	(8) 3.9
(5) Longhi	(20) 34.6	(16) 22.8	(9) 3.9
(6) Bellini	(10) 33.9	(3) 22.7	(13) 3.9
(7) PE.3-71	(14) 33.8	(12) 22.7	(20) 3.9
(8) Lux	(17) 33.4	(10) 22.6	(2) 3.8
(9) Cima	(3) 32.6	(5) 22.5	(3) 3.8
(10) PE.4-71	(1) 32.4	(15) 22.4	(18) 3.8
(11) 10/62	(12) 32.3	(4) 22.2	(6) 3.8
(12) R.87	(8) 31.6	(19) 22.0	(15) 3.8
(13) I-214	(18) 31.1	(6) 21.8	(4) 3.8
(14) PE.19-66	(15) 30.6	(14) 21.8	(10) 3.8
(15) 565/240	(5) 30.1	(18) 21.6	(11) 3.7
(16) Guardi	(19) 29.7	(7) 21.5	(17) 3.7
(17) Boccalari	(6) 29.6	(13) 21.5	(16) 3.6
(18) 114/69	(2) 29.0	(1) 21.3	(1) 3.6
(19) Ostia	(16) 29.0	(12) 21.2	(14) 3.6
(20) L.Avanzo	(13) 28.7	(17) 20.9	(19) 3.6

Tablo 5. İzmit B serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması

Table 5. Comparison of the clones based on diameter, height and number of the trees in the trial site B at İzmit

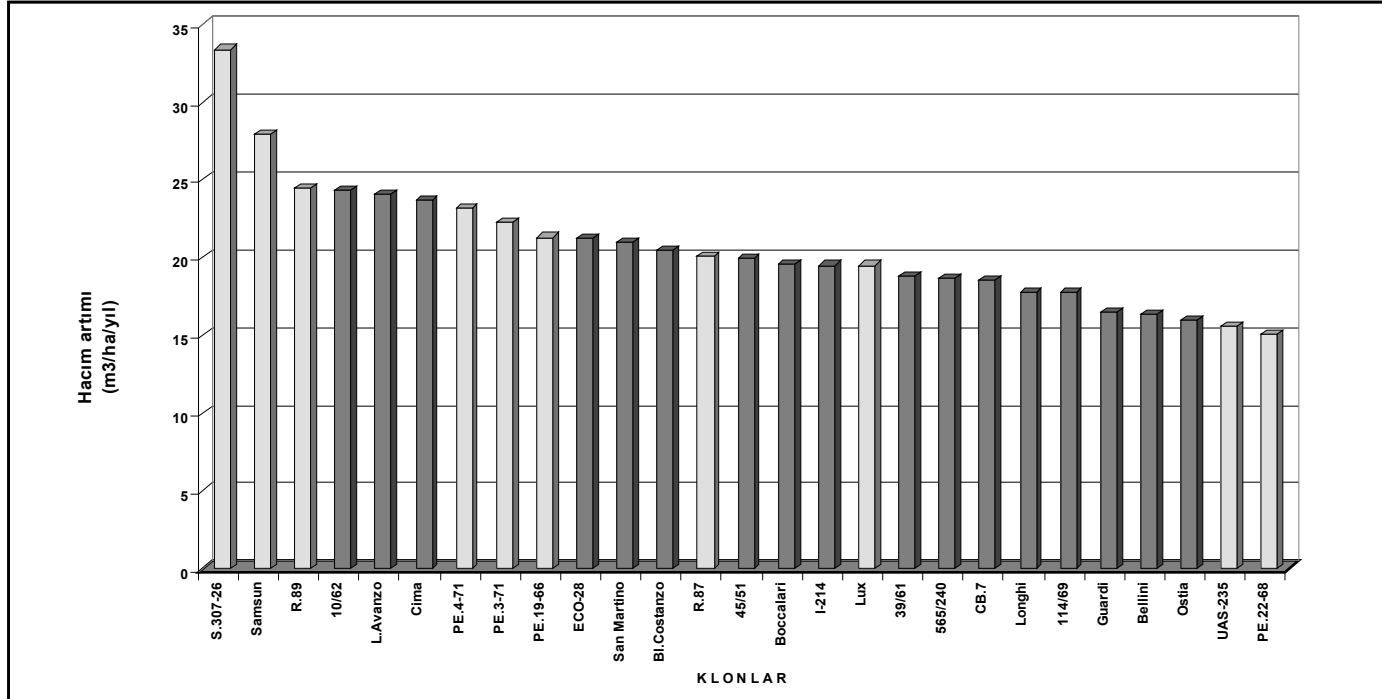
<b>KLONLAR</b>	<b>Çap (cm)</b>	<b>Boy (m)</b>	$\sqrt{\text{Ağaç sayısı}}$
(1) San Martino	(3) 38.3	(3) 24.4	(2) 3.9
(2) Samsun	(2) 35.9	(2) 24.2	(8) 3.9
(3) S.307-26	(4) 33.3	(1) 24.1	(3) 3.9
(4) ECO-28	(1) 33.1	(4) 23.1	(6) 3.8
(5) UAS-235	(8) 32.5	(8) 22.9	(4) 3.7
(6) I-214	(7) 31.6	(7) 22.3	(7) 3.5
(7) 39/61	(6) 31.2	(6) 22.2	(5) 3.3
(8) 45/51	(5) 30.2	(5) 22.1	(1) 3.0

Klonların hektardaki hacim üretimlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında %99 güvenle önemli farklılıklar bulunmuştur ( $F=3.40^{**}$ ). Duncan testine göre  $p=0.01$  olasılık düzeyinde klonların oluşturdukları gruplar Tablo 6’da verilmiştir. Deneme alanlarında en yüksek hacim üretimini 401.4 m<sup>3</sup>/ha ile “S.307-26” nolu *P. deltoides* klonu yapmış, bunu 334.8 m<sup>3</sup>/ha ile diğer bir *P. deltoides* klonu “Samsun” takip etmiştir. “I-214” kontrol klonu, 235.0 m<sup>3</sup>/ha ile 16. sırada yer almıştır. Klonların yıllık ortalama hacim artımları grafik olarak Şekil 11’de gösterilmiştir.

Tablo 6. İzmit deneme alanlarında bulunan klonların hektardaki hacim üretimleri ve artımlarının karşılaştırılması

Table 6. Comparison of the clones based on volume production and annual volume increment per hectare at Izmit trial sites

KLONLAR		HACIM (m <sup>3</sup> /ha)	ARTIM (m <sup>3</sup> /ha/yıl)
P.del.	“S.307-26”	401.4	33.4
P.del.	“Samsun”	334.8	27.9
P.del.	“R.89”	294.4	24.5
P.x eur.	“10/62”	292.6	24.3
P.x eur	“L.Avanzo”	289.4	24.1
P.x eur.	“Cima”	284.4	23.7
P.del.	“PE.4-71	279.2	23.2
P.del.	“PE.3-71”	267.7	22.3
P.del.	“PE.19-66”	256.1	21.3
P.x eur.	“ECO-28	255.5	21.2
P.x eur.	“San Martino”	252.5	21.0
P.x eur.	“Bl.Costanzo”	246.5	20.5
P.del.	“R.87”	241.3	20.1
P.x eur.	“45/51”	241.0	20.0
P.x eur.	“Boccalari”	235.9	19.6
P.x eur.	“I-214”	235.0	19.5
P.del.	“Lux”	234.9	19.5
P.x eur.	“39/61”	226.0	18.8
P.x eur.	“565/240”	224.2	18.6
P.x eur.	“CB.7”	223.0	18.5
P.x eur.	“Longhi”	213.0	17.7
P.del.x P.alba	“114/69”	212.6	17.7
P.x eur.	“Guardi”	198.8	16.5
P.x eur.	“Bellini”	197.1	16.4
P.x eur.	“Ostia”	190.9	15.9
P.del.	“UAS-235”	187.3	15.6
P.del.	“PE.22-68”	180.9	15.0



Şekil 11. İzmit deneme alanlarındaki klonların yıllık ortalama hacim artımları  
 Figure 11. Mean annual volume increments of the clones in Izmit trial sites

### **3.1.2. Bursa-Mihraplı deneme alanlarına ait bulgular**

#### **3.1.2.1. A serisi deneme alanı**

Deneme alanında bulunan klonların ortalama çap değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında istatistik yönden önemli farklılıklar bulunmamıştır ( $F=1.197$  NS). Klonların büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 7’de verilmiştir. Bu deneme alanında en iyi çap gelişmesini 39.1 cm ile “CB.7” klonu, en zayıf gelişmeyi ise 29.4 cm ile “114/69” klonu yapmıştır. “I-214” kontrol klonu 34.0 cm ile 8. sırada yer almıştır.

Klonların ortalama boy değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=0.776$  NS). Klonların büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 7’de verilmiştir. En iyi boy büyümesini 23.9 m ile “Bl.Costanzo” klonu, en zayıf büyümeyi ise 21.3 m. ile “Boccalari” klonu yapmıştır. “I-214” kontrol klonu 23.2 m ile 4. sırada yer almıştır.

Klonların yaşayan ağaç sayılarının transformasyon değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır ( $F=0.824$  NS). Deneme alanında 12. yılda 15 ağaç sayısı ile en fazla ortalama, “114/69” klonunda, en az ağaç sayısı ortalaması ise “565/240” klonunda saptanmıştır. Klonların büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 7’de verilmiştir.

#### **3.1.2.2. B serisi deneme alanı**

Deneme alanında klonların çap ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında istatistik yönden önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=1.094$  NS). 8 klon içinde en iyi çap gelişmesini 37.5 cm ile "S.307-26" klonu yapmıştır. En zayıf gelişmeyi ise 32.2 cm ile “San Martino” klonu yapmıştır. Kontrol klonları “Samsun” 34.4 cm ile 4. sırada “I-214” ise 32.5 cm ile 7. sırada yer almıştır. Klonların büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 8’de verilmiştir.

Klonların boy ortalamaları arasında da istatistik yönden önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=2.087$  NS). En iyi boy büyümesini 25.3 m ile “UAS-235” klonu, en zayıf boy büyümesini ise 22.2 m. ile “39/61” klonu yapmıştır. Kontrol klonları “Samsun” 23.1 m ile 7. sırada, “I-214” 24.1 m ile 2. sırada yer almıştır. Klonların sıralanışları Tablo 8’de verilmiştir.

Klonların karekök transformasyon değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=1.075$  NS). En fazla ağaç sayısı “UAS-235” klonunda, en az ağaç ise “Samsun” klonunda saptanmıştır. “I-214” 4. sırada yer almıştır. Klonların sıralanışları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Bursa A serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması

Table 7. Comparison of the clones based on diameter, height and number of the trees in the trial site A at Bursa

KLONLAR	Çap (cm)	Boy (m)	$\sqrt{\text{Ağaç sayısı}}$
(1) CB.7	(1) 39.1	(3) 23.9	(18) 3.87
(2) PE.22-68	(3) 38.2	(20) 23.7	(9) 3.21
(3) Bl.Costanzo	(19) 37.2	(11) 23.6	(12) 3.14
(4) R.89	(10) 36.1	(13) 23.2	(20) 3.12
(5) Longhi	(11) 35.6	(12) 23.1	(5) 3.07
(6) Bellini	(16) 34.7	(6) 23.0	(6) 2.95
(7) PE.3-71	(15) 34.4	(14) 23.0	(7) 2.88
(8) Lux	(13) 34.0	(1) 22.6	(10) 2.82
(9) Cima	(17) 33.8	(8) 22.6	(19) 2.82
(10) PE.4-71	(20) 33.7	(15) 22.6	(8) 2.80
(11) 10/62	(2) 33.6	(19) 22.6	(4) 2.80
(12) R.87	(12) 33.5	(16) 22.6	(16) 2.77
(13) I-214	(6) 33.2	(7) 22.5	(17) 2.69
(14) PE.19-66	(7) 33.1	(2) 22.4	(14) 2.69
(15) 565/240	(8) 33.0	(18) 22.4	(11) 2.69
(16) Guardi	(14) 33.0	(4) 22.1	(2) 2.53
(17) Boccalari	(4) 32.6	(9) 22.1	(13) 2.44
(18) 114/69	(5) 32.4	(10) 22.1	(3) 2.41
(19) Ostia	(9) 32.3	(5) 21.6	(1) 2.23
(20) L.Avanzo	(18) 29.4	(17) 21.3	(15) 2.00

Tablo 8. Bursa B serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması

Table 8. Comparison of the clones based on diameter, height and number of the trees in the trial site B at Bursa

KLONLAR	Çap (cm)	Boy (m)	$\sqrt{\text{Ağaç sayısı}}$
(1) San Martino	(3) 37.5	(5) 25.3	(5) 3.4
(2) Samsun	(7) 37.4	(6) 24.1	(4) 3.2
(3) S.307-26	(4) 36.1	(4) 24.1	(8) 3.0
(4) ECO-28	(8) 34.6	(8) 23.4	(6) 2.8
(5) UAS-235	(2) 34.4	(1) 23.4	(1) 2.7
(6) I-214	(5) 33.1	(3) 23.3	(3) 2.7
(7) 39/61	(6) 32.5	(2) 23.1	(7) 2.6
(8) 45/51	(1) 32.2	(7) 22.2	(2) 2.3

### 3.1.2.3. A ve B serisi denemelerinin müşterek değerlendirilmesi

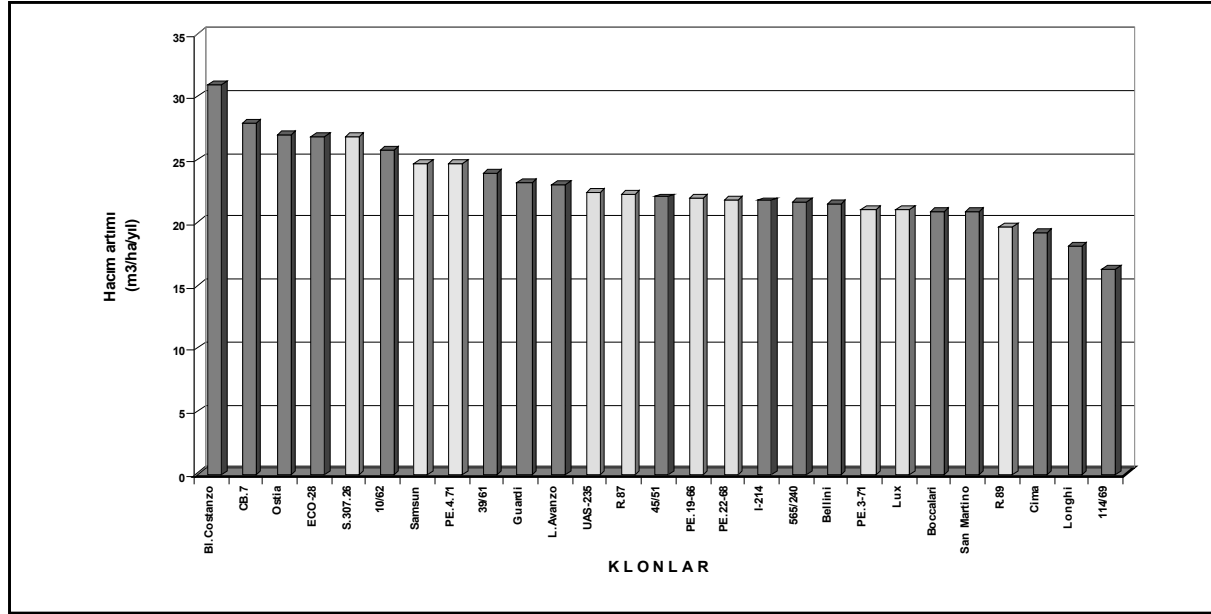
Bursa- deneme alanında bulunan toplam 27 adet klon (A serisinde bulunan I-214 klonu alınmamıştır) için, hacim tablosundan yararlanılarak hesaplanan hektardaki hacim üretimleri istatistik analizlere tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucuna göre klonların hacim üretimleri arasında önemli



bir farklılık bulunmamıştır (F=1.239 NS). En yüksek hacim üretimini 371.4 m<sup>3</sup> ile “Bl.Costanzo” klonu, en düşük hacim üretimini ise “I14/69” klonu yapmıştır. Kontrol klonlarından “Samsun” 296.8 m<sup>3</sup> ile 7. sırada, “I-214” ise 260.9 m<sup>3</sup> ile 17. sırada yer almıştır. Klonların hektardaki hacim üretimlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 9’da verilmiştir. Klonların yıllık ortalama artımları grafik olarak Şekil 12’de gösterilmiştir.

Tablo 9. Bursa deneme alanlarında bulunan klonların hektardaki hacim üretimleri ve artımlarının karşılaştırılması  
Table 9. Comparison of the clones based on volume production and annual volume increment per hectare at Bursa trial sites

	<b>KLONLAR</b>	<b>HACIM (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>ARTIM (m<sup>3</sup>/ha/yıl)</b>
P.x eur.	“Bl.Costanzo”	371.4	30.9
P.x eur.	“CB.7”	334.7	27.9
P.x eur.	“Ostia”	323.2	26.9
P.x eur.	“ECO-28”	322.3	26.8
P.del.	“S.307-26”	322.0	26.8
P.x eur.	“10/62”	310.6	25.8
P.del.	“Samsun”	296.8	24.7
P.del.	“PE.4-71”	296.6	24.7
P.x eur.	“39/61”	287.3	23.9
P.x eur.	“Guardi”	278.5	23.2
P.x eur.	“L.Avanzo”	276.5	23.0
P.del.	“UAS-235”	268.7	22.4
P.del.	“R.87”	266.2	22.2
P.x eur.	“45/51”	264.1	22.0
P.del.	“PE.19-66”	263.3	21.9
P.del.	“PE.22-68”	261.7	21.8
P.x eur.	“I-214”	260.9	21.7
P.x eur.	“565/240”	260.2	21.6
P.x eur.	“Bellini”	259.1	21.5
P.del.	“PE.3-71”	252.1	21.0
P.del.	“Lux”	252.1	21.0
P.x eur.	“Boccalari”	251.3	20.9
P.x eur.	“San Martino”	249.8	20.8
P.del.	“R.89”	235.7	19.6
P.x eur.	“Cima”	231.1	19.2
P.x eur.	“Longhi”	217.5	18.1
P.del x P.alba	“I14/69”	195.8	16.3



Şekil 12. Bursa deneme alanındaki klonların yıllık ortalama hacim artımları  
 Figure 12. Mean annual volume increments of the clones in Bursa trial sites

### **3.1.3. Keşan-Meriç deneme alanlarına ait bulgular**

#### **3.1.3.1. A serisi deneme alanı**

Deneme alanında bulunan klonların ortalama çap değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=1.102$  NS). Klonların çap değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışı Tablo 10'da verilmiştir. En yüksek çap gelişmesini 29.7 cm ile "Bl.Costanzo" klonu, en zayıf gelişmeyi ise 25.7 cm ile "CB.7" klonu yapmıştır. "I-214" kontrol klonu 28.9 cm ile 2. sırada yer almıştır.

Klonların ortalama boy değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=1.204$  NS). Klonların boy değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışı Tablo 10'da verilmiştir. En iyi boy büyümesini 19.7 m ile "Bellini" klonu, en zayıf gelişmeyi ise 17.0 m ile "PE.4-71" klonu yapmıştır. "I-214", 19.1 m ile 3. sırada yer almıştır.

Klonların ağaç sayılarına ait karekök transformasyon değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır ( $F=1.208$  NS). Klonların ağaç sayılarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 10'da verilmiştir. En fazla ağaç sayısı "Cima" klonunda, en az ağaç sayısı da "Boccalari" klonunda saptanmıştır. "I-214" klonu 4. sırada yer almıştır.

#### **3.1.3.2. B serisi deneme alanı**

Deneme alanında bulunan klonların çap ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır ( $F=0.805$  NS). Çap değerleri yönünden klonların büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 11'de verilmiştir. En iyi çap gelişmesini 31.2 cm ile "I-214" klonu, en zayıf gelişmeyi ise 24.4 cm ile "UAS-235" klonu yapmıştır. "Samsun" klonu 29.4 cm ile 4. sırada yer almıştır.

Klonların boy ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=0.676$  NS). Klonlara ait boy değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 11'de verilmiştir. En iyi boy gelişmesini 23.7 m ile "I-214" klonu yapmıştır. En zayıf gelişmeyi ise 21.1 m ile "39/61" klonu göstermiştir. "Samsun" klonu 23.6 m ile 2. sırada yer almıştır.

Klonların ağaç sayılarına uygulanan varyans analizi sonucunda, klonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır ( $F=0.723$  NS). Klonların ağaç sayılarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 11'de verilmiştir. Deneme alanında en fazla ağaç sayısı "45/51" klonunda, en az ağaç sayısı ise "39/61" klonunda saptanmıştır. "I-214" klonu 2. sırada yer almıştır.

Tablo 10. Meriç A serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması

Table 10. Comparison of the clones based on diameter, height and number of the trees in the trial site A at Meriç

KLONLAR	Çap (cm)	Boy (m)	$\sqrt{\text{Ağaç sayısı}}$
(1) CB.7	(3) 29.7	(6) 19.8	(9) 3.74
(2) PE.22-68	(13) 28.9	(8) 19.7	(7) 3.65
(3) Bl.Costanzo	(15) 28.8	(13) 19.1	(19) 3.65
(4) R.89	(19) 28.7	(7) 18.7	(13) 3.31
(5) Longhi	(2) 28.3	(19) 18.7	(4) 3.28
(6) Bellini	(6) 28.3	(2) 18.6	(12) 3.23
(7) PE.3-71	(14) 28.3	(14) 18.6	(1) 3.19
(8) Lux	(11) 28.1	(15) 18.6	(18) 3.16
(9) Cima	(7) 28.1	(3) 18.6	(5) 3.12
(10) PE.4-71	(20) 27.9	(18) 18.5	(6) 2.90
(11) 10/62	(4) 27.6	(20) 18.5	(10) 2.90
(12) R.87	(8) 27.6	(12) 18.4	(20) 2.80
(13) I-214	(5) 27.5	(5) 18.4	(2) 2.61
(14) PE.19-66	(12) 27.2	(4) 18.1	(16) 2.61
(15) 565/240	(16) 27.1	(11) 18.1	(11) 2.51
(16) Guardi	(10) 27.0	(1) 18.0	(14) 2.34
(17) Boccalari	(9) 26.6	(16) 18.0	(8) 2.32
(18) 114/69	(18) 26.1	(9) 17.5	(3) 2.11
(19) Ostia	(17) 26.0	(17) 17.3	(15) 2.09
(20) L.Avanzo	(1) 25.7	(10) 17.0	(17) 2.03

Tablo 11. Meriç B serisi deneme alanında bulunan klonların çap, boy ve ağaç sayılarının karşılaştırılması

Table 11. Comparison of the clones based on diameter, height and number of the trees in the trial site B at Meriç

KLONLAR	Çap (cm)	Boy (m)	$\sqrt{\text{Ağaç sayısı}}$
(1) Sanmartino	(6) 31.2	(6) 23.7	(8) 4.00
(2) Samsun	(1) 31.0	(2) 23.6	(6) 3.80
(3) S.307-26	(3) 29.9	(3) 23.5	(3) 3.58
(4) ECO-28	(4) 29.8	(8) 22.5	(2) 3.19
(5) UAS-235	(7) 29.5	(1) 22.1	(5) 30.7
(6) I-214	(2) 29.4	(5) 21.8	(4) 2.87
(7) 39/61	(8) 28.8	(4) 21.2	(1) 2.83
(8) 45/51	(5) 24.4	(7) 21.1	(7) 2.38

### 3.1.3.3. A ve B serisi denemelerin müşterek değerlendirilmesi

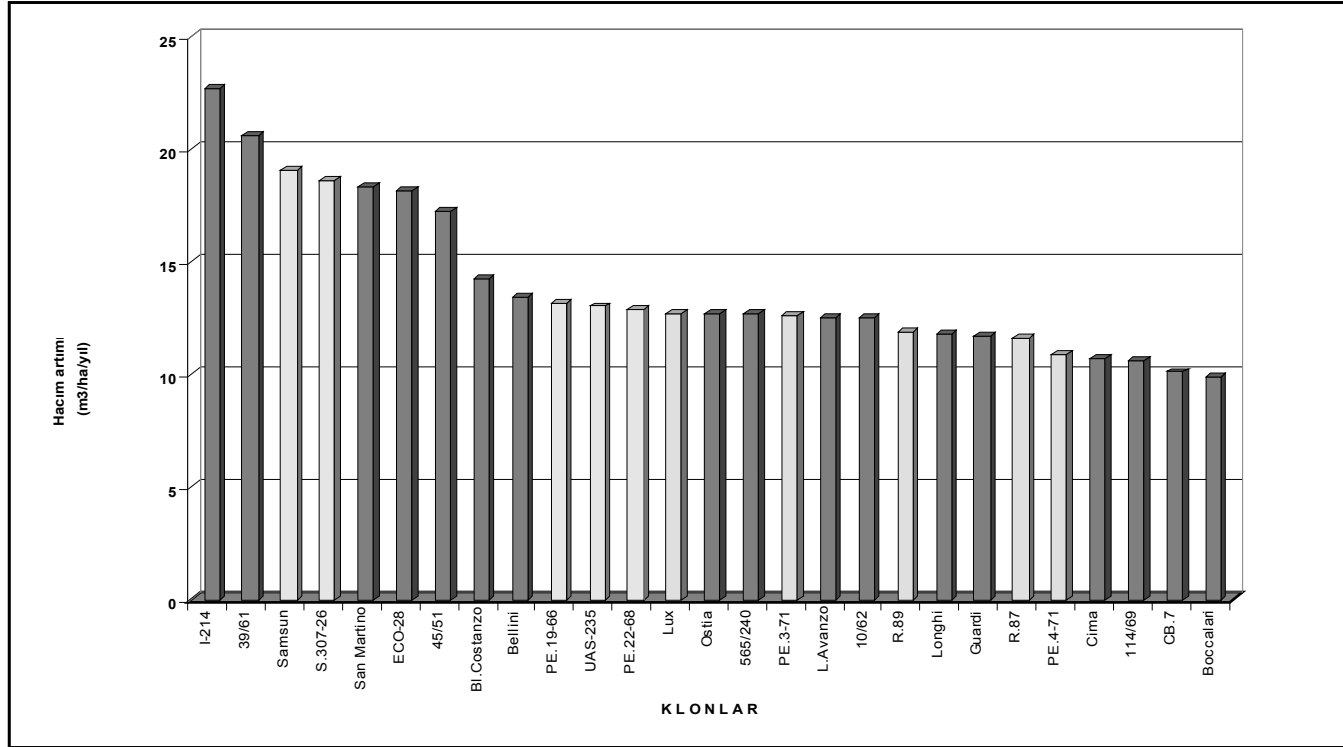
Meriç deneme alanlarında bulunan toplam 27 adet klon için, hacim tablosundan yararlanılarak hesaplanan hektardaki hacim üretimleri, istatistik analizlere tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucuna göre klonların hacim üretimleri arasında %99.9 güvenle önemli farklılık bulunmuştur ( $F=3.352^{***}$ ). Uygulanan Duncan testine göre klonların  $p=0.01$  olasılık

düzeyinde oluşturdukları gruplar ve klonların hacim üretimi miktarlarının büyükten küçüğe doğru sıralanışı Tablo 12’de verilmiştir. En yüksek hacim üretimini 272.7 m<sup>3</sup>/ha ile “I-214” kontrol klonu yapmıştır. En düşük hacim üretimi ise 119.5 m<sup>3</sup>/ha ile “Boccalari” klonunda saptanmıştır. “Samsun” klonu 228.8 m<sup>3</sup>/ha ile 3. sırada yer almıştır. Klonların yıllık ortalama hacim artımları grafik olarak Şekil 13’de gösterilmiştir.

Tablo 12. Meriç deneme alanlarında bulunan klonların hektardaki hacim üretimlerinin ve artımlarının karşılaştırılması

Table 12. Comparison of the clones based on volume production and annual volume increment per hectare at Meriç trial sites

KLONLAR		Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)
P.x eur.	“I-214”	272.7	22.7
P.x eur.	“39/61”	247.8	20.6
P.del.	“Samsun”	228.8	19.0
P.del.	“S.307-26”	223.3	18.6
P.x eur.	“San Martino”	219.6	18.3
P.x eur.	“ECO-28”	217.8	18.1
P.x eur.	“45/51”	207.8	17.2
P.x eur.	“Bl.Costanzo”	170.3	14.2
P.x eur.	“Bellini”	161.1	13.4
P.del.	“PE.19-66”	156.9	13.1
P.del.	“UAS-235”	156.2	13.0
P.del.	“PE.22-68”	153.4	12.9
P.del.	“Lux”	153.2	12.7
P.x eur.	“Ostia”	153.2	12.7
P.x eur.	“565/240”	153.0	12.7
P.del.	“PE.3-71”	151.4	12.6
P.x eur.	“L.Avanzo”	150.8	12.5
P.x eur.	“10/62”	150.4	12.5
P.del.	“R.89”	143.0	11.9
P.x eur.	“Longhi”	142.3	11.8
P.x eur.	“Guardi”	140.6	11.7
P.del.	“R.87”	139.8	11.6
P.del.	“PE.4-71”	131.8	10.9
P.x eur.	“Cima”	129.5	10.7
P.del. x P.alba	“114/69”	127.8	10.6
P.x eur.	“CB.7”	121.6	10.1
P.x eur.	“Boccalari”	119.5	9.9



Şekil 13. Meriç deneme alanında bulunan klonların yıllık ortalama hacim artımları  
 Figure 13. Mean annual volume increments of the clones in Meriç trial sites

### 3.1.4. Yetiştirme ortamı-klon etkileşmelerine ait bulgular

Tüm deneme alanlarında müşterek olarak bulunan 27 adet kavak klonu, hacim tablosundan yararlanılarak hesaplanan hektardaki hacim üretimlerine göre, istatistik analizlere tabi tutulmuştur. Klonların deneme alanlarındaki ortalama hacim üretimlerine uygulanan faktöriyel varyans analizi sonucunda deneme alanları arasında %95, klonlar arasında %99.9 ve deneme alanı × klon etkileşmeleri arasında %95 güvenle önemli farklılıklar bulunmuştur. Varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir. (Tablo 13).

Tablo 13. Deneme alanları için toplu varyans analizi  
Table 13. Analysis of variance for the trial sites

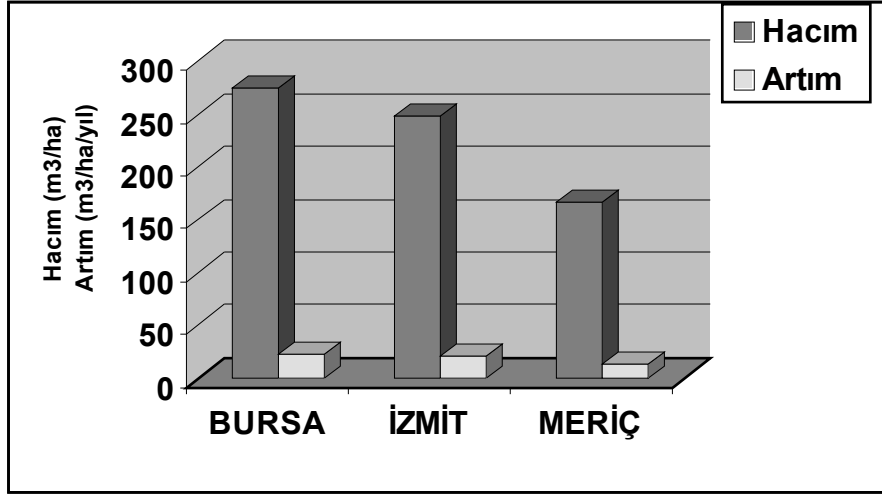
Varyasyon Kaynağı	Serbes Derece	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Denemeler	2	339421.48	169710.74	38.86*
Hata 1	3	13101.08	4367.02	
Klonlar	26	142205.84	5469.45	3.46***
Deneme x Klon	52	143604.70	2761.62	1.75*
Hata	78	123081.02	1577.96	
Genel	161	761414.14	4729.28	

Varyans analiz tablosunda görüldüğü gibi, deneme alanları arasında % 95 güvenle önemli farklılık bulunmuştur (F=38.86\*). Uygulanan Duncan testine göre, deneme alanlarının toplam hacim üretimi açısından p=0.5 olasılık düzeyinde büyükten küçüğe doğru sıralanışları aşağıda verilmiştir.

<u>Deneme Alanı</u>	<u>Hacim (m<sup>3</sup>/ha)</u>
Bursa	274.45
İzmit	248.03
Meriç	166.87

Deneme alanlarındaki ortalama hacim üretimleri ve artımları Şekil 14’de gösterilmiştir.

Klonların üç deneme alanındaki hacim üretim miktarları arasında % 99.9 güvenle önemli farklılıklar vardır (F=3.46\*\*\*). Uygulanan Duncan testine göre klonların p=0.01 olasılık düzeyinde oluşturdukları gruplar ve büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 14’de verilmiş ve Şekil 15’de gösterilmiştir. Üç deneme alanındaki performanslarına göre en yüksek hacim üretimini “S.307-26” nolu *P. deltoides* klonu yapmıştır (315.62 m<sup>3</sup>/ha). “114/69” nolu klon 178.78 m<sup>3</sup>/ha ile en zayıf gelişmeyi göstermiştir. Kontrol klonları “Samsun” ve “I-214”, 286.82 m<sup>3</sup>/ha ve 256.22 m<sup>3</sup>/ha hacim üretimleri ile 2. ve 5. sırada yer almışlardır.



Şekil 14. Deneme alanlarındaki hacim ve artım miktarları  
Figure 14. Volume productions and annual volume increments at the trial sites

Deneme alanlarında bulunan 27 klonun 16'sı *P.x euramericana*, 10 adedi *P. deltoides*, 1 adedi de *P. deltoides x P. alba* melezidir. Bu klon gruplarının 3 deneme alanındaki hacim üretimleri yönünden göstermiş oldukları performans incelendiği zaman, *P. deltoides* grubunun 234.4 m³/ha ile, 230.0 m³/ha hacim üretimi yapan *P.x euramericana* grubundan daha başarılı olduğu görülmektedir (Şekil 16).

### 3.1.5. Gövde analizlerinden elde edilen bulgular

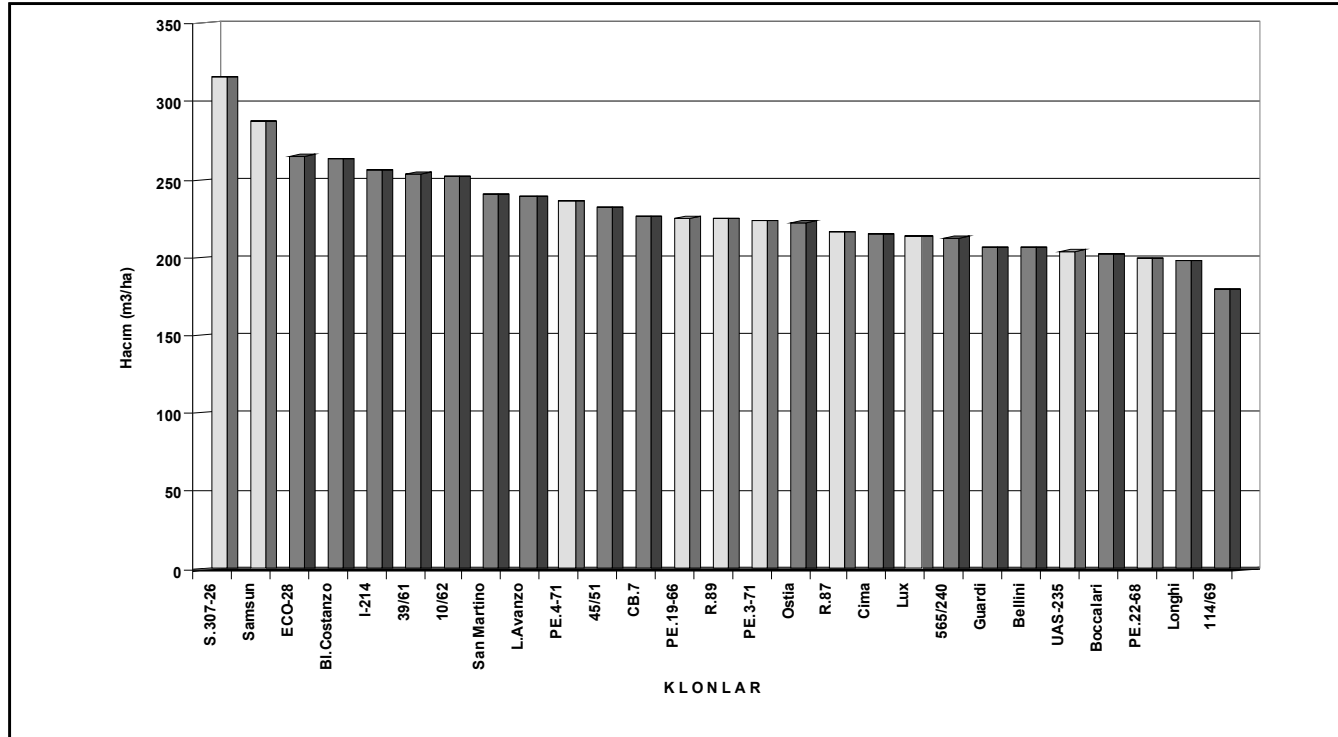
İzmit'te bulunan denemeler için, klonların çap, boy ve hektardaki hacim üretimleri (hacim tablolarından yararlanılarak hesaplanan) yönünden yapılan değerlendirmeler ile ağaçlandırmalarda kullanılmakta olan klonlar göz önüne alınarak seçilen 12 klonda gövde analizi yapılmıştır. Klonların gövde analizleri sonucunda elde edilen büyüme değerleri Tablo 15'de verilmiştir.

Klonların 12. yıl sonundaki hacımlarına uygulanan varyans analizi sonucunda, önemli bir farklılık bulunmamıştır (F=1.141 NS). Klonların hektardaki hacim üretimlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışları Tablo 16'da verilmiştir. *P. deltoides* ve *P.x euramericana* klonlarının yıllık ortalama hacim artımları grafik olarak Şekil 17'de gösterilmiştir. Ayrıca, klonların yıllara göre yapmış oldukları çap, boy, hacim ve artım değerleri, Şekil 18-21'de gösterilmiştir.

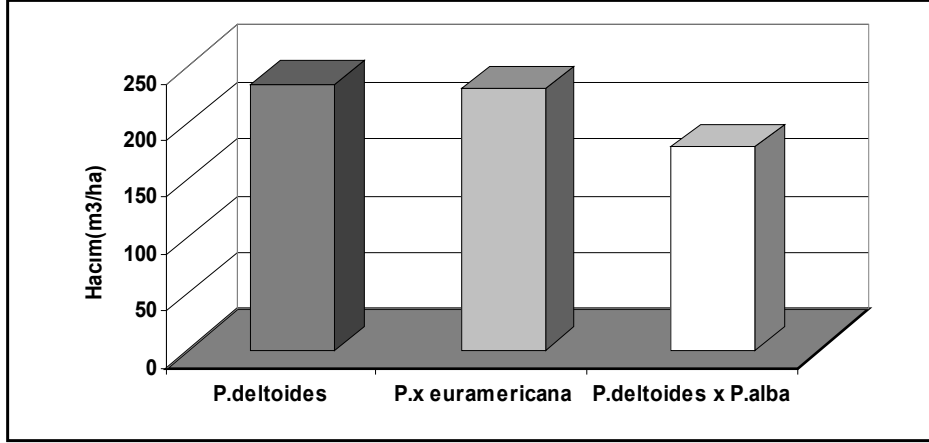


Tablo 14. Klonların 3 deneme alanındaki ortalama hacim üretimlerinin karşılaştırılması  
 Table 14. Comparison of the clones based on mean volume production at three trial sites

KLONLAR		Hacim (m <sup>3</sup> /ha)
P. deltoides	“S.307-26”	315.62
P. deltoides	“Samsun”	286.82
P.x euramericana	“ECO-28”	265.22
P.x euramericana	“Bl.Costanzo”	265.75
P.x euramericana	“I-214”	256.22
P.x euramericana	“39/61”	253.75
P.x euramericana	“10/62”	251.22
P.x euramericana	“San Martino”	240.47
P.x euramericana	“L.Avanzo”	238.90
P. deltoides	“PE.4-71”	235.88
P.x euramericana	“45/51”	231.50
P.x euramericana	“CB.7”	226.43
P. deltoides	“PE.19-66”	225.45
P. deltoides	“R.89”	224.38
P. deltoides	“PE.3-71”	223.75
P.x euramericana	“Ostia”	222.43
P. deltoides	“R.87”	215.78
P.x euramericana	“Cima”	215.00
P. deltoides	“Lux”	213.42
P.x euramericana	“565/240”	212.48
P.x euramericana	“Guardi”	205.98
P.x euramericana	“Bellini”	205.77
P. deltoides	“UAS-235”	204.12
P.x euramericana	“Boccalari”	202.25
P. deltoides	“PE.22-68”	198.72
P.x euramericana	“Longhi”	197.97
P. deltoides x P.alba	“114/69”	178.78



Şekil 15. Klonların 3 deneme alanındaki hacım üretimlerinin karşılaştırılması  
 Figure 15. Comparison of the clones based on mean volume production at three trial sites



Şekil 16. Deneme alanlarındaki klon gruplarının ortalama hacim miktarları  
Figure 16. Mean volume productions of the poplar groups in the trial sites

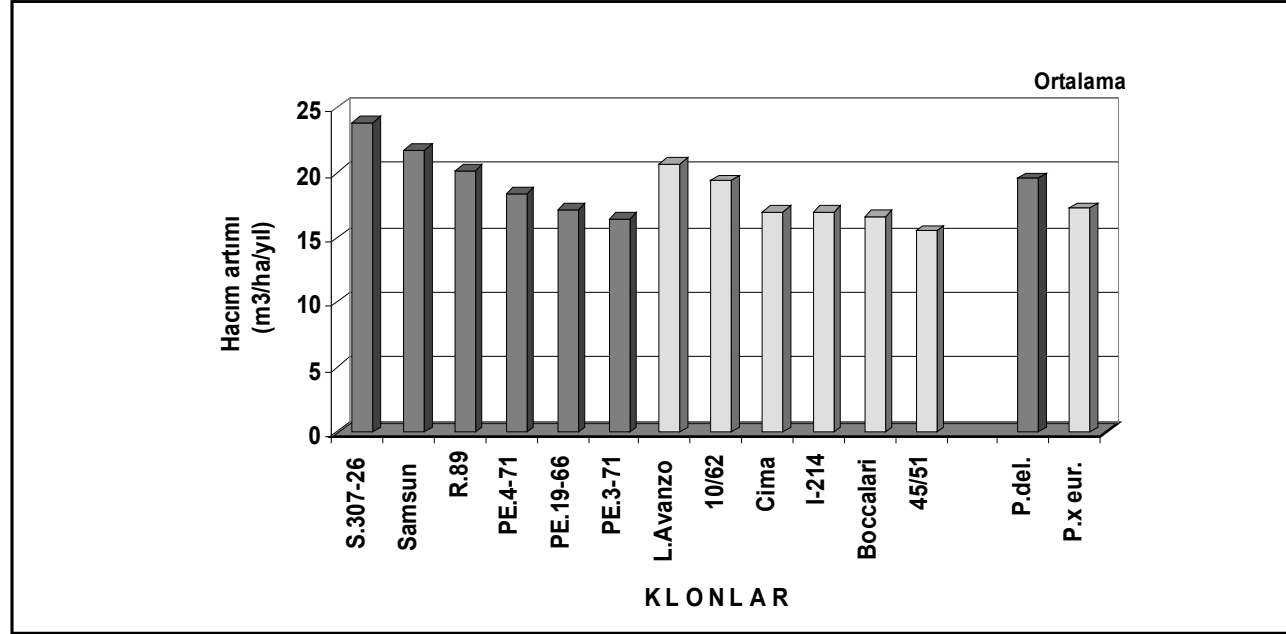
Tablo 16. Gövde analizlerinin uygulandığı klonların hektardaki hacim üretimleri ve yıllık ortalama hacim artımları

Table 16. Volume Productions and annual volume increments of the clones per hectare

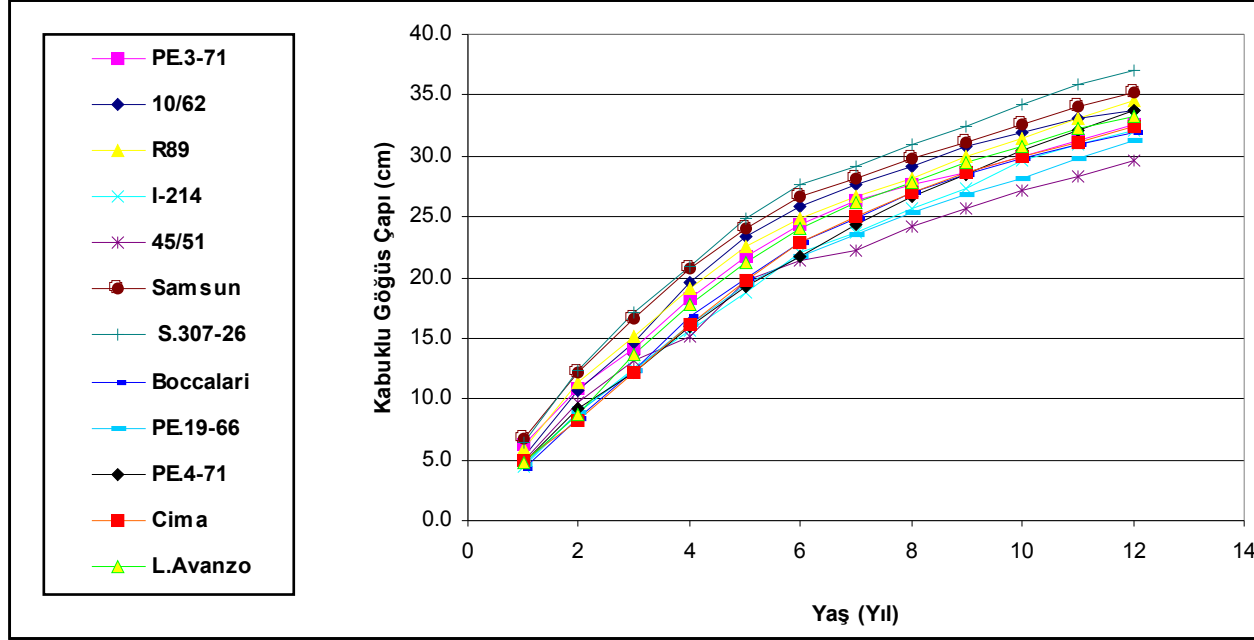
KLONLAR		Hacım (m³/ha)	Artım (m³/ha/yıl)
P. deltoides	"S.307-26"	287.70	23.9
P. deltoides	"Samsun"	261.95	21.8
P. deltoides	"R.89"	242.80	20.2
P.x euramericana	"L.Avanzo"	235.15	19.6
P.x euramericana	"10/62"	223.85	18.6
P. deltoides	"PE.4-71"	221.10	18.4
P. deltoides	"PE.19-66"	206.80	17.2
P.x euramericana	"Cima"	204.55	17.0
P.x euramericana	"I-214"	203.85	16.9
P.x euramericana	"Boccalari"	195.55	16.6
P. deltoides	"PE.3-71"	198.70	16.5
P.x euramericana	"45/51"	186.50	15.5

Tablo 15. Gövde analizi yapılan klonların 12. yıl sonundaki büyüme değerleri  
 Table 15. Growth values of the clones at the end of 12 year rotation period

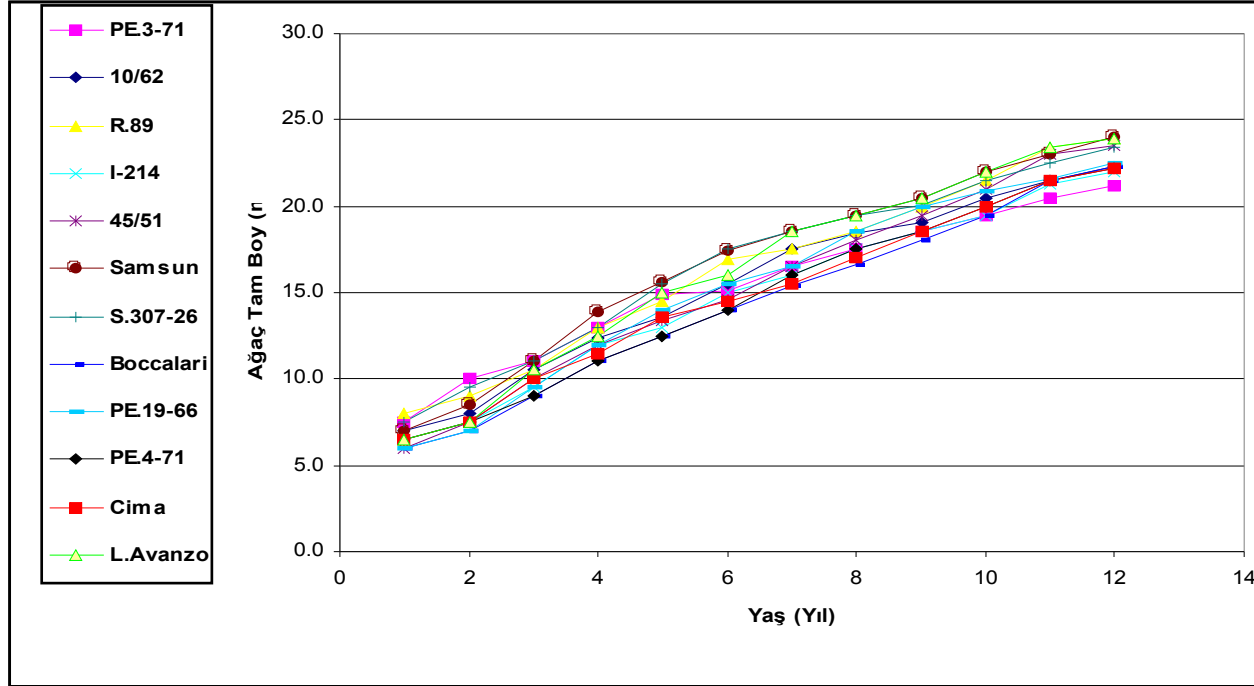
KLONLAR	ÇAP (cm)		Ağaç Boyu (m)	Ağaç Hacmi (m <sup>3</sup> )		KABUKLU		Göğüs Boyu Şekil Emsali
	Kabuklu	Kabuksuz		Kabuklu	Kabuksuz	Cari Artım (m <sup>3</sup> /yıl)	Ort. Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	
S.307-26	37.1	35.2	23.45	1.0351	0.9436	0.0862	0.0863	0.403
Samsun	35.2	33.3	24.05	0.9428	0.8621	0.0715	0.0785	0.402
R.89	34.6	32.5	23.90	0.8734	0.7754	0.0914	0.0727	0.389
L.Avanzo	33.3	31.7	23.95	0.8959	0.7727	0.0812	0.0705	0.405
10/62	33.8	32.5	22.25	0.8413	0.7785	0.0663	0.0701	0.422
PE.4-71	33.8	31.9	22.20	0.7959	0.7235	0.1103	0.0663	0.401
PE.19-66	31.3	29.4	22.45	0.7467	0.6717	0.0743	0.0622	0.452
Cima	32.5	30.6	22.20	0.7364	0.6672	0.0758	0.0614	0.400
I-214	32.1	30.4	24.95	0.7377	0.6742	0.0613	0.0611	0.405
Boccalari	32.1	30.6	22.25	0.7186	0.6622	0.0704	0.0599	0.391
PE.3-71	32.6	30.8	21.20	0.7151	0.6489	0.0573	0.0596	0.404
45/51	29.6	27.8	23.50	0.6713	0.6107	0.0690	0.0559	0.413



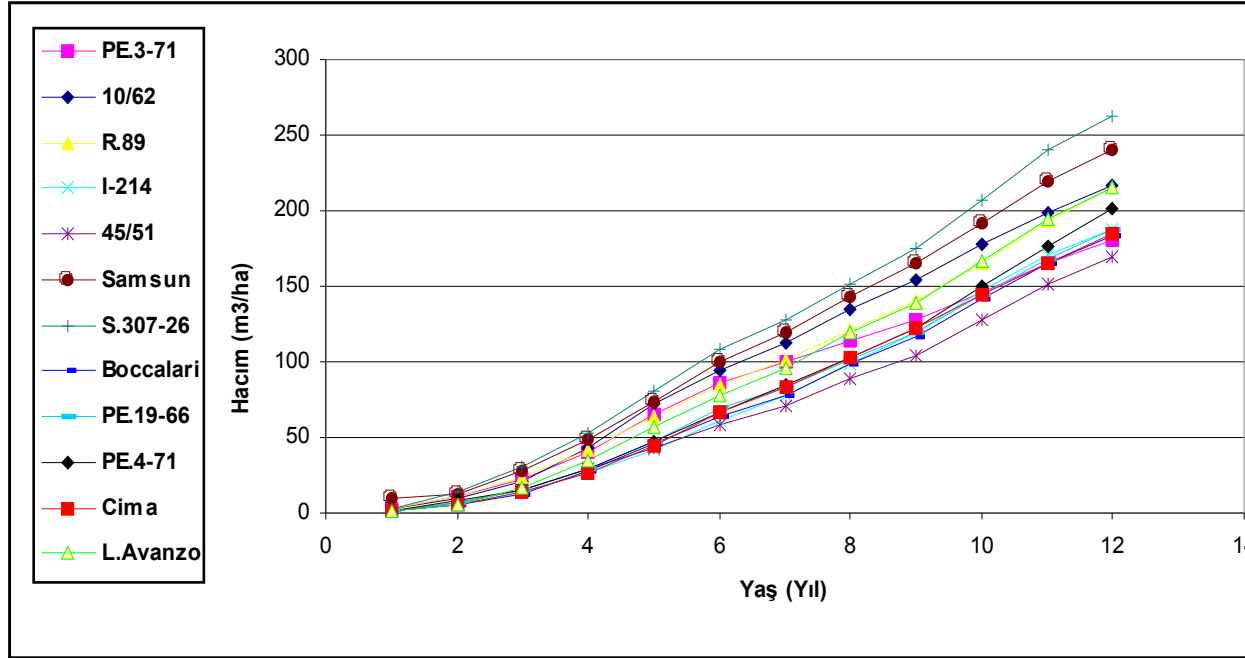
Şekil 17. *P. deltoides* ve *P.x euramericana* klonlarının yıllık ortalama hacim artımları  
 Figure 17. Annual volume increments of *P. deltoides* and *P.x euramericana* clones



Şekil 18. Klonların yıllara göre yapmış oldukları çap büyümeleri  
 Figure 18. Annual diameter growths of the clones

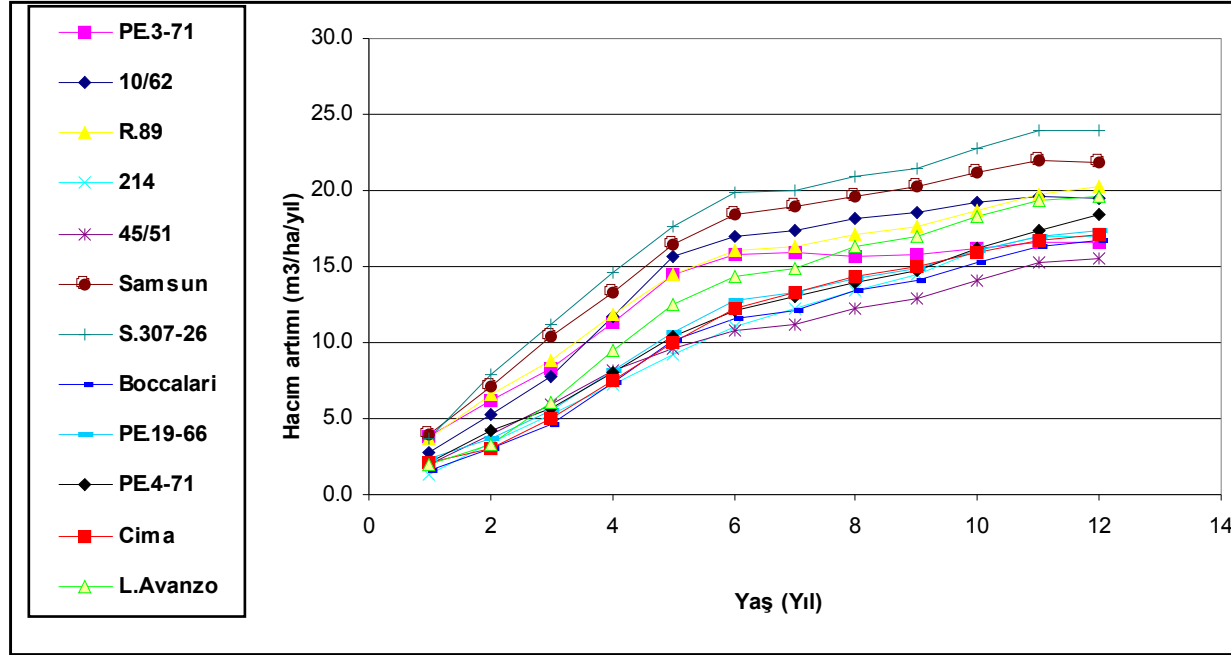


Şekil 19. Klonların yıllara göre yapmış oldukları boy büyümeleri  
 Figure 19. Annual heighth growths of the clones



Şekil 20. Klonların yıllara göre yapmış oldukları hektardaki hacim üretimleri  
 Figure 20. Annual volume growths of the clones per hectare





Şekil 21. Klonların yıllara göre yapmış oldukları yıllık ortalama hacim artımları  
 Figure 21. Mean annual volume increments of the clones per hectare

### 3.2. KLONLARIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ BULGULAR

Farklı klonlara ait odun örnekleri üzerinde incelenen fiziksel ve mekanik özelliklere ait bulgular aşağıda verilmiştir.

#### 3.2.1. Yoğunluk

Tam kuru (%0 rutubet) ve hava kurusu (%12 rutubet) örneklerde belirlenen yoğunluklara ilişkin istatistiki değerler Tablo 17 ve 18’de verilmiştir.

Tablo 17. Klonların tam kuru yoğunluk ( $g/cm^3$ ) değerlerine ait parametreler  
Table 17. Parameters for oven-dry specific growth values of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanz o	S307-26	Samsun	I-214
Arit.Ort.	0.36	0.345	0.36	0.35	0.38	0.37	0.32
St. Sap.	0.02	0.035	0.02	0.055	0.035	0.03	0.03
Varyans	0.0004	0.00145	0.00065	0.00325	0.00125	0.0009	0.001
Var. Kts.	5.56	10.235	7.345	16.425	9.6	8.145	10.33
$X_{max}$	0.44	0.45	0.455	0.46	0.525	0.49	0.405
$X_{min}$	0.38	0.39	0.41	0.385	0.43	0.375	0.36
Değiş.G.	0.06	0.06	0.045	0.075	0.095	0.115	0.045
Örnek S.	60	60	60	60	60	60	60

Tablo 18. Klonların hava kurusu yoğunluk ( $g/cm^3$ ) değerlerine ait parametreler

Table 18. Parameters for air-dry specific growth values of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanz o	S307-26	Samsun	I-214
Arit.Ort.	0.385	0.380	0.40	0.385	0.405	0.40	0.34
St. Sap.	0.02	0.035	0.025	0.04	0.04	0.035	0.03
Varyans	0.004	0.00145	0.00065	0.0017	0.0016	0.00125	0.001
Var. Kts.	5.05	10.035	6.65	9.72	9.23	8.24	10.05
$X_{max}$	0.44	0.45	0.47	0.46	0.525	0.49	0.405
$X_{min}$	0.38	0.39	0.41	0.385	0.43	0.375	0.36
Değiş.G.	0.06	0.06	0.06	0.075	0.095	0.115	0.045
Örnek S.	60	60	60	60	60	60	60

Yine yoğunluk içerisinde değerlendirilebilecek olan hacim ağırlık değerine ait bulgular Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Klonların hacim ağırlık değerlerine (g/cm<sup>3</sup>) ait parametreler  
Table 19. Parameters for basic density values of the clones (g/cm<sup>3</sup>)

	R-89	10/62	Cima	L.Avanzo	S307-26	Samsun	I-214
Arit.Ort.	0.211	0.316	0.332	0.312	0.333	0.328	0.277
St. Sap.	0.0168	0.0302	0.0223	0.0303	0.0279	0.0318	0.0450
Varyans	0.00025	0.00105	0.0005	0.00095	0.00085	0.00115	0.00215
Var. Kts.	5.233	9.453	6.724	9.705	8.372	14.596	16.263
X <sub>max</sub>	0.361	0.373	0.389	0.372	0.431	0.383	0.331
X <sub>min</sub>	0.292	0.284	0.288	0.287	0.292	0.283	0.325
Değiş.G.	0.0687	0.0891	0.1020	0.085	0.1384	0.0998	0.0058
Örnek S.	60	60	60	60	60	60	60

Klonlar esas alınarak yapılan varyans analizi sonucunda tam kuru ve hava kurusu değerler bakımından klonlar arasında %5 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur (F=17.6\*, F=25.9\*). Uygulanan Duncan testine göre "S.307-26" nolu *P. deltoides* klonu diğer klonlara üstünlük göstermiştir. Hacim ağırlık değerleri yönünden, klonlar arasında %5 güven düzeyinde önemli bir farklılık bulunamamıştır (F=0.024 NS).

### 3.2.2. Sorpsiyon (Çalışma)

Denemeye alınan kavak klonlarında hem genişleme hem de daralma testleri, ilgili Türk standardına göre yürütülmüş, radyal ve teğet yön için elde edilen istatistiki değerler Tablo 20 ve 21'de verilmiştir.

Tablo 20. Klonların daralma değerlerine (%) ait parametreler  
Table 20. Parameters for shrinkage values (%) of the clones

Daralma	R89		10/62		Cima		L.Avanzo		S307-26		Samsun		I-214	
	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ
Art. Ort.	2.95	7.46	2.13	6.64	2.60	6.98	2.34	6.86	2.31	6.41	2.58	7.10	1.97	6.44
St. Sp.	0.96	1.32	0.75	1.13	1.00	1.15	0.94	1.00	0.86	0.85	0.93	1.20	0.90	1.04
Varyans	0.92	1.74	0.56	1.27	1.00	1.33	0.90	1.01	0.74	0.73	0.87	1.46	0.82	1.09
Var. K.	32.5	17.7	35.3	17.0	38.5	16.5	40.5	14.6	37.1	13.3	36.2	17.0	46.1	16.2
Değ. G.	4.43	6.88	3.18	4.88	4.23	6.65	3.96	4.91	3.37	4.85	4.26	5.91	4.01	5.38
Xmax	5.20	11.3	3.93	9.06	4.95	9.92	4.19	8.61	4.09	9.22	4.90	10.6	4.31	9.53
Xmin	0.77	4.39	0.74	4.17	0.71	3.27	0.22	3.69	0.71	4.37	0.64	4.77	0.29	4.15
Ör. S.	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Varyans analizi sonuçları, klonların radyal ve teğet daralma değerleri arasında 0.05 güven düzeyinde farklılık bulunduğunu göstermiştir (F=7.65\*, F=6.09\*). Duncan testi sonuçları da bu farklılığın bütün klonlar arasında söz konusu olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 21. Klonların genişleme değerlerine ( %) ait parametreler  
Table 21. Parameters for swelling values ( %) of the clones

Daralma	R89		10/62		Cima		L.Avanzo		S307-26		Samsun		I-214	
	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ	Rad	Teğ
Art. Ort.	3.25	8.07	2.65	6.96	3.25	8.34	3.33	8.00	2.87	7.76	2.92	7.40	2.64	6.98
St. Sp.	0.63	0.97	0.46	0.70	0.50	0.85	0.54	0.74	0.48	0.93	0.77	0.88	0.51	0.82
Varyans	0.40	0.95	0.22	0.50	0.25	0.72	0.29	0.55	0.23	0.87	0.60	0.77	0.26	0.67
Var. K.	19.4	12.1	17.6	10.1	15.6	10.2	16.3	9.31	16.9	12.0	26.6	11.9	19.5	11.7
Değ. G.	3.24	4.25	1.97	3.79	2.36	5.44	2.87	3.62	2.38	4.92	2.85	4.30	2.21	5.39
X <sub>max</sub>	5.30	9.72	3.99	8.59	4.38	10.5	5.00	10.2	3.98	9.74	4.51	9.21	3.69	10.5
X <sub>min</sub>	2.06	5.47	2.01	4.79	2.01	5.05	2.12	6.63	1.59	4.81	1.65	4.91	1.48	5.14
Ör. S.	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Klonların radyal ve teğet genişleme değerleri arasında p=0.05 güven düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur (F=15.29\*, F=24.4). Duncan testine göre radyal genişleme bakımından sadece R-89 ile Cima klonları arasında farklılık bulunmamış diğer klonlar arasında farklılık çıkmıştır.

### 3.2.3. Eğilme direnci

Eğilme deneyleri sonucunda elde edilen istatistiki sonuçlar Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Klonların eğilme dirençlerine (N/mm<sup>2</sup>) ait parametreler  
Table 22. Parameters for bending strength (N/mm<sup>2</sup>) of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanzo	S307-26	Samsun	I-214
Arit.Ort.	64.757	62.173	73.907	71.106	57.215	83.986	53.890
St. Sap.	7.573	8.611	6.994	7.527	7.646	11.475	7.919
Varyans	604.837	758.181	528.918	577.996	915.560	1332.437	904.382
Var. Kts.	1.16	1.38	0.93	1.07	1.12	1.36	1.29
X <sub>max</sub>	84.057	79.227	86.239	88.455	72.004	107.329	75.900
X <sub>min</sub>	49.842	43.767	59.943	54.407	48.327	63.077	45.502
Değiş.G.	34.2150	35.460	26.296	34.048	23.676	44.252	30.398
Örnek S.	60	60	60	60	60	60	60

Klonların eğilme direnci değerleri arasında  $p=0.05$  güven düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur ( $F=20.28^*$ ).

### 3.2.4. Liflere paralel basınç direnci

Her klon için basınç direncine ait bulgular Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Klonların liflere paralel basınç dirençlerine ( $N/mm^2$ ) ait parametreler

Table 23. Parameters for compression strength ( $N/mm^2$ ) of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanz o	S307-26	Samsun	l-214
Arit.Ort.	27.19	21.11	27.88	26.88	26.72	29.15	28.88
St. Sap.	2.641	2.986	3.416	4.051	1.760	1.958	2.942
Varyans	74.10	98.11	118.09	164.89	31.138	38.47	87.43
Var. Kts.	0.961	1.445	1.222	1.505	0.659	0.673	1.023
$X_{max}$	33.59	26.89	34.17	35.32	30.76	33.16	34.89
$X_{min}$	24.14	23.41	30.04	28.23	29.54	28.92	31.47
Değiş.G.	9.453	3.489	4.163	7.088	1.219	4.247	3.425
Örnek S.	60	60	60	60	60	60	60

Klonların basınç dirençleri arasında  $p=0.05$  güven düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur ( $F= 41.06^*$ ). Duncan testine göre “Samsun” klonu diğer klonlara üstünlük göstermiştir.

### 3.2.5. Dinamik eğilme (şok) direnci

Yapılan dinamik eğilme direnci denemeler ile elde edilen bulgulara ait istatistiki sonuçlar Tablo 24’de her klon için ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 24. Klonların dinamik eğilme (şok) dirençlerine ( $kN/cm$ ) ait parametreler

Table 24. Parameters for dynamic bending ( $kN/cm$ ) of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanz o	S307-26	Samsun	l-214
Arit.Ort.	0.186	0.233	0.341	0.314	0.298	0.292	0.172
St. Sap.	0.067	0.074	0.093	0.098	0.097	0.113	0.064
Varyans	0.005	0.006	0.008	0.010	0.010	0.013	0.004
Var. Kts.	38.19	31.93	27.31	31.43	32.68	39.99	40.52
$X_{max}$	0.379	0.424	0.596	0.555	0.555	0.647	0.329
$X_{min}$	0.083	0.140	0.196	0.124	0.154	0.155	0.093
Değiş.G.	0.295	0.283	0.399	0.431	0.401	0.492	0.236
Örnek S.	60	60	60	60	60	60	60

Klonlar arasında 0.05 güven düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur ( $F=28.93^*$ ).

### 3.2.6. Statik sertlik

İlgili Türk standardına göre yürütülen sertlik denemeleri sonucunda her üç kesit için (enine, radyal, teğet) sertlik değerleri her klon için ayrı ayrı elde edilmiştir. Bunlara ait istatistikî değerler enine kesit için Tablo 25’de, radyal kesit için Tablo 26’da, teğet kesit için Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 25. Klonların enine kesit Janka sertlik değerlerine (N/mm<sup>2</sup>) ait parametreler

Table 25. Parameters for horizontal hardness values (N/mm<sup>2</sup>) of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanzo	S307-26	Samsun	I-214
Arit.Ort.	31.57	32.08	35.04	31.87	32.65	33.43	27.72
St. Sap.	0.586	2.146	2.247	4.057	2.694	3.471	1.916
Varyans	49.85	46.71	50.69	168.61	72.73	121.77	42.51
Var. Kts.	0.706	0.669	0.641	1.274	0.825	1.039	0.693
X <sub>max</sub>	35.92	36.41	38.76	37.43	37.01	39.92	32.70
X <sub>min</sub>	27.69	28.23	30.93	24.68	26.73	29.08	24.88
Değiş.G.	8.225	8.175	7.830	12.74	10.28	10.84	7.820
Örnek S.	30	30	30	30	30	30	30

Tablo 26. Klonların radyal kesit Janka sertlik değerlerine (N/mm<sup>2</sup>) ait parametreler

Table 26. Parameters for radial hardness values (N/mm<sup>2</sup>) of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanzo	S307-26	Samsun	I-214
Arit.Ort.	19.12	19.00	21.00	17.00	19.26	20.00	14.00
St. Sap.	1.556	2.740	2.370	3.436	3.008	2.826	1.856
Varyans	24.23	80.68	59.16	118.04	90.69	83.85	35.26
Var. Kts.	0.816	1.430	1.137	3.709	1.561	1.433	1.288
X <sub>max</sub>	22.46	23.34	24.57	22.85	26.21	24.25	16.82
X <sub>min</sub>	16.38	13.53	16.88	11.76	14.86	14.58	11.20
Değiş.G.	6.075	9.805	7.695	11.08	11.35	9.665	5.618
Örnek S.	30	30	30	30	30	30	30

Tablo 27. Klonların teğet kesit Janka sertlik değerlerine (N/mm<sup>2</sup>) ait parametreler

Table 27. Parameters for tangential hardness values (N/mm<sup>2</sup>) of the clones

	R-89	10/62	Cima	L.Avanzo	S307-26	Samsun	I-214
Arit.Ort.	18.15	18.35	20.00	15.78	18.00	20.00	13.91
St. Sap.	2.370	2.247	2.026	2.509	2.583	2.388	1.973
Varyans	56.95	50.72	45.58	64.20	73.94	57.13	41.56
Var. Kts.	1.925	1.229	1.006	1.605	1.453	1.212	1.424
X <sub>max</sub>	22.59	22.14	23.56	20.40	22.85	24.67	18.45
X <sub>min</sub>	14.25	14.43	16.78	12.09	13.58	15.63	11.05
Değiş.G.	8.335	7.710	6.775	8.305	9.265	9.045	7.405
Örnek S.	30	30	30	30	30	30	30

Varyans analizi sonucunda, klonlar arasında enine ve radyal kesit sertlik değerleri bakımından anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Teğet kesit

sertlik değerleri yönünden ise klonlar arasında farklılık bulunmuştur. Duncan testine göre “Cima” ve “Samsun” klonları diğer klonlara üstünlük göstermiştir.

### 3.3. KLONLARIN KAĞIT ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ BULGULAR

#### 3.3.1. Klonlara ait odun örneklerinin hacim ağırlık değerleri ve morfolojik özellikleri

Çalışmada kullanılan klonların hacim ağırlık değerleri ve morfolojik özelliklerini gösteren değerler Tablo 28’de, lif boyut ilişkilerine ait değerler Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 28. Klonların hacim ağırlık değerleri ve morfolojik özellikleri  
Table 28. Basic density values and morphological characteristics of the clones

Klonlar	Hacim-Ağırlık g/cm <sup>3</sup>	Lif Boyu mm	Lif Çapı µm	Çeper Kalınlığı µm	Lümen µm
S.307-26	0.330	0.866	19.032	2.911	13.210
Samsun	0.323	0.864	21.606	3.070	15.466
10/62	0.305	0.847	19.898	3.047	13.804
Cima	0.345	0.844	19.944	3.001	13.942
R-89	0.317	0.831	19.529	3.047	13.438
I-214	0.284	0.815	19.760	3.000	13.758
L.Avanzo	0.330	0.802	18.658	3.001	12.650

Tablo 29. Klonların lif boyutları ile ilgili katsayı ve oranlar  
Table 29. Coefficients and proportions of fiber dimensions

Klonlar	Keçeleşme Katsayısı	Esneklik Katsayısı	Runkel Oranı	Fleksibilite	Katılık Katsayısı	Mühlistep Oranı
S.307-26	45.654	69.322	0.443	297.479	15.339	59.180
Samsun	39.972	71.589	0.397	281.163	14.206	48.744
10/62	42.631	69.369	0.442	278.307	15.316	51.880
Cima	42.458	69.892	0.431	281.902	15.054	51.151
R-89	42.55	68.797	0.454	272.823	15.602	52.670
I-214	41.273	69.633	0.437	272.011	15.183	51.511
L.Avanzo	43.019	67.839	0.474	267.861	16.081	53.974

S.307-26 klonu, diğer klonlara göre daha uzun liflere sahip olması, çeper kalınlığının ince olması ve yüksek keçeleşme katsayısı gibi özellikleriyle diğer klonlardan daha üstün bulunmuştur.

#### 3.3.2. Klonların serbestlik değerleri

Tablo 30 ve 31’de, araştırmaya konu olan melez kavak klonlarının dövme derecelerine göre SR°’leri ve düzeltilmiş SR°’leri verilmiştir.

Tablo 30.Klonlarda NSSC hamurunun serbestlik dereceleri(SR°)  
Table 30. Freeness CSF of NSSC pulps of the poplar clones

Klonlar	Devir Sayısı	Serbestlik Derecesi (SR°)	Düzeltilmiş SR°
R-89	450	32	35.7
10/ 62	310	42	43.4
Cima	500	35	37.5
L.avanzo	500	44	46.9
S.307-26	500	44	48.5
Samsun	500	34	35.2
I – 214	500	44	45.4

Tablo 31. Klonlarda soda hamurunun serbestlik dereceleri(SR°)  
Table 31. Freeness CSF of Soda pulps of the poplar clones

Klonlar	Devir Sayısı	Serbestlik Derecesi (SR°)	Düzeltilmiş SR°
R-89	1000	35	30.43
10/ 62	750	30	33.52
Cima	850	35	35
L.avanzo	1000	40	43.96
S.307-26	1000	35	37.04
Samsun	1000	41	39.05
I – 214	1000	38	34.39

### 3.3.3. Klonlara ait odun örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Kavak klonlarına ait odun örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (kül, %1’lik NaOH çözeltisi, sıcak su çözeltisi, sikloheksan-etanol çözeltisi, alkol çözeltisi, lignin, holoselüloz,  $\alpha$  selüloz) Tablo 32’de gösterilmiştir.

Tablo 32. Odun örneklerinin kimyasal analiz sonuçları  
Table 32. The results of chemical analysis of wood samples

Kimyasal Özellikler	Klonlar						
	R-89	10-62	Cima	L.Avanzo	S.307-26	Samsun	I-214
Kül (%)	0.872	0.592	0.601	0.753	0.530	0.770	0.790
NaOH Çöz. (%)	20.66	21.73	18.52	20.26	20.52	18.16	17.99
Sıcak Su Çöz. (%)	2.868	1.783	3.091	2.208	2.380	2.280	2.130
Sikloheksan-Etanol Çöz.(%)	2.383	2.501	2.916	1.810	2.650	2.030	2.300
Alkol Çöz. (%)	2.141	3.595	2.475	2.108	2.140	1.530	2.130
Lignin (%)	24.47	25.82	23.10	24.41	25.96	24.67	24.31
Holoselüloz (%)	85.90	83.60	85.97	87.05	87.21	86.63	88.02
$\alpha$ Selüloz (%)	52.16	52.96	55.90	52.83	50.82	51.86	53.13

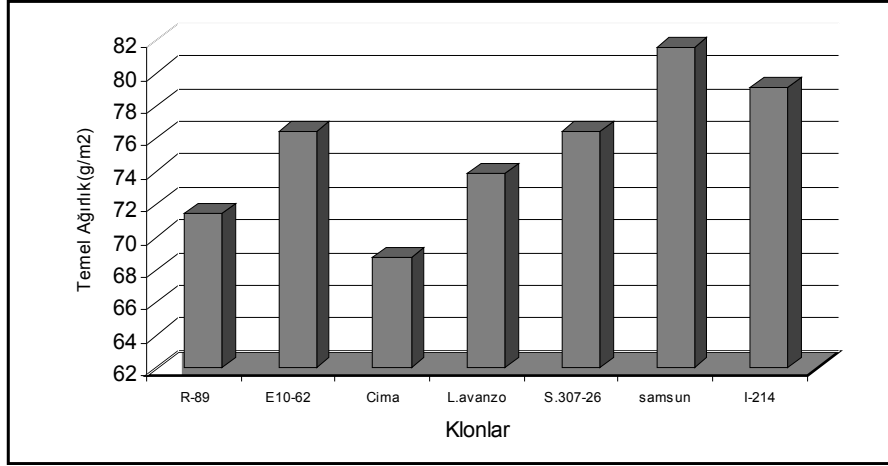
### 3.3.4. Klonlara ait kağıt örneklerinin fiziksel test sonuçları



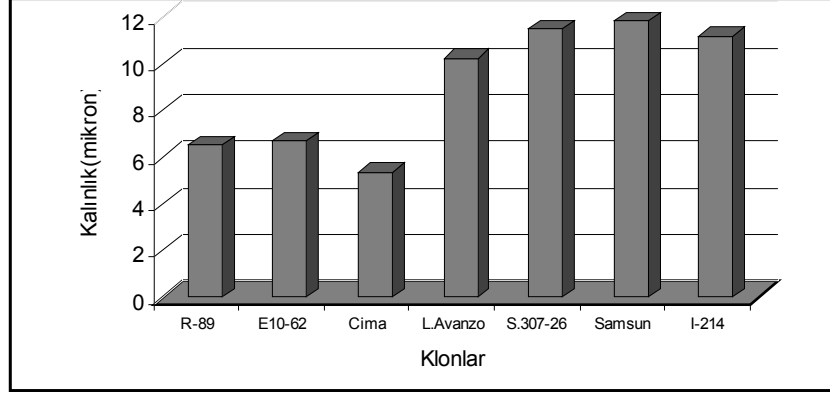
Kavak klonlarına ait odun örneklerinden NSSC metodu ile elde edilen kağıtların fiziksel test sonuçları (temel ağırlık, kalınlık, yoğunluk, yırtılma indisi, kopma uzunluğu, uzama, çekme indisi, patlama indisi) Tablo 33’de verilmiş ve bu değerler grafik olarak gösterilmiştir (Şekil 22-27).

Tablo 33: NSSC metodu ile elde edilen kağıtların fiziksel test sonuçları  
Table 33: The results of physical tests of the papers obtained by NSSC pulps

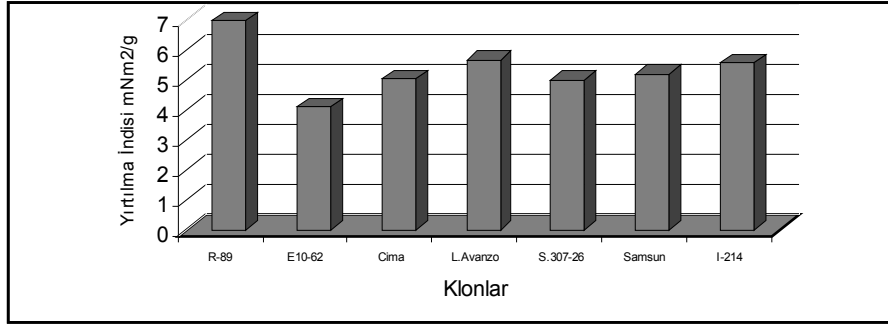
Fiziksel Özellikler	Klonlar						
	R-89	10-62	Cima	L.Avanzo	S.307-26	Samsun	I-214
Temel A. (g/m <sup>2</sup> )	71.42	76.53	68.83	73.94	76.53	81.63	79.09
Kalınlık (µm)	649	667	536	1025	1147	1184	1119
Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> ×10 <sup>2</sup> )	11.0	11.47	12.48	7.21	6.67	6.89	7.07
Yırtılma İ. (mNm <sup>2</sup> /g)	6.98	4.12	5.04	5.67	4.99	5.19	5.55
Kopma Uz. (km)	8.29	4.44	6.01	5.65	3.26	3.14	5.05
Uzama (%)	0.19	0.20	0.18	0.23	0.11	0.12	0.12
Çekme İ. (Nm/g)	23.78	16.64	18.03	20.50	9.39	9.59	10.07
Patlama İ. (kPam <sup>2</sup> /g)	2.47	2.00	1.99	2.03	1.02	1.16	1.86



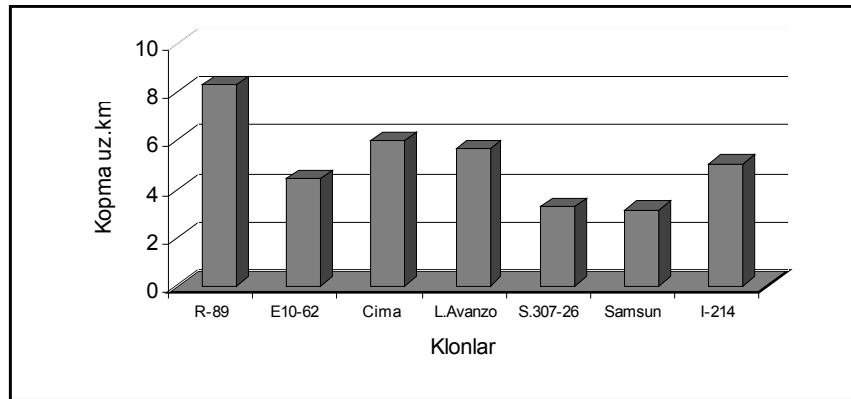
Şekil 22. NSSC kağıt örneklerinin temel ağırlıkları  
Figure 22. Basis weight of the paper samples made from NSSC pulps



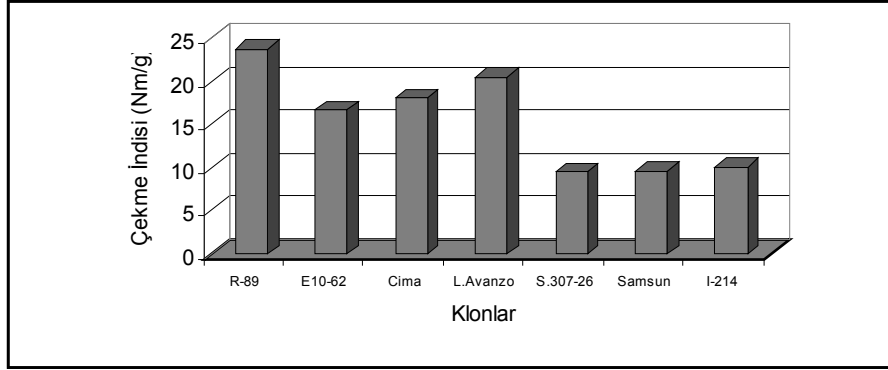
Şekil 23. NSSC kağıt örneklerinin kalınlıkları  
Figure 23. Thickness of paper samples made from NSSC pulps



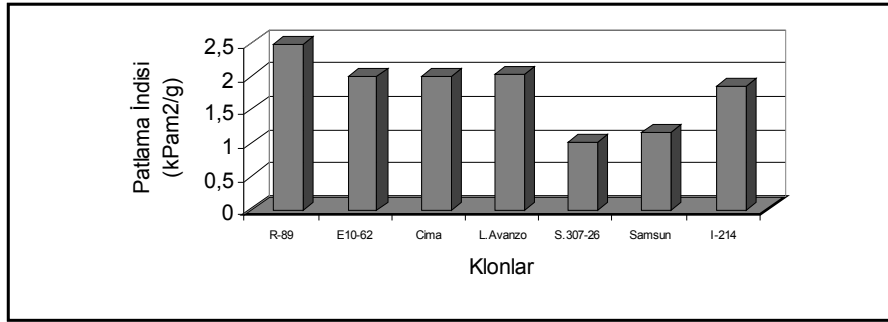
Şekil 24. NSSC kağıt örneklerinin yırtılma indisleri  
Figure 24. Tear factor of paper samples made from NSSC pulps



Şekil 25. NSSC kağıt örneklerinin kopma uzunlukları  
Figure 25. Breaking length of paper samples made from NSSC pulps



Şekil 26. NSSC kağıt örneklerinin çekme indisleri  
Figure 26. Pull factor of paper samples made from NSSC pulps



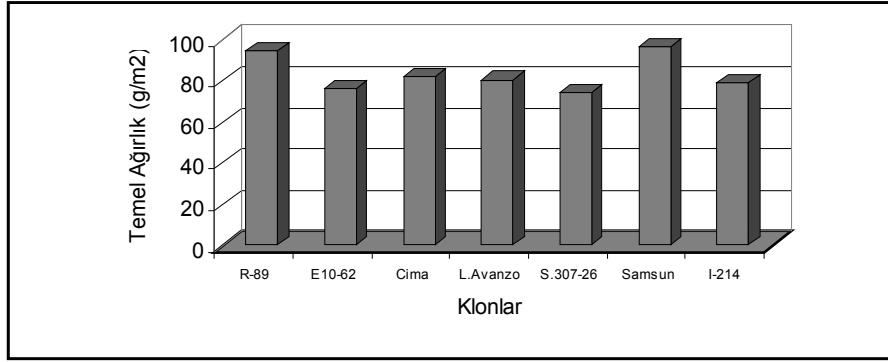
Şekil 27. NSSC kağıt örneklerinin patlama indisleri  
Figure 27. Burst factor of paper samples made from NSSC pulps

Kavak klonlarına ait odun örneklerinden soda metodu ile elde edilen kağıtların fiziksel test sonuçları Tablo 34’de verilmiş ve bu değerler grafik olarak gösterilmiştir (Şekil 28-33).

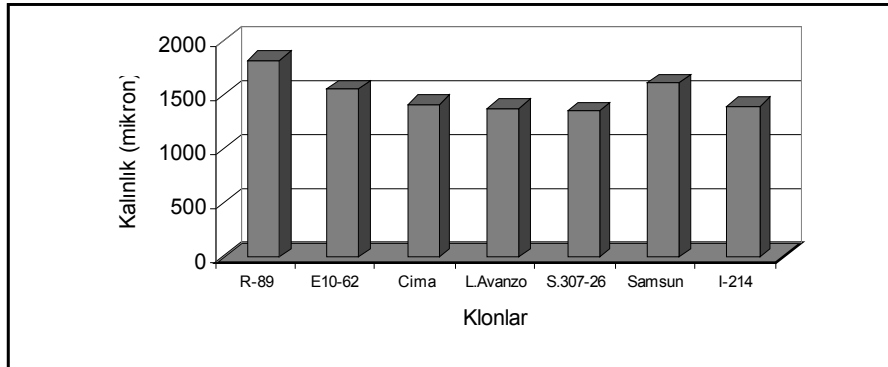
Tablo 34. Soda metodu ile elde edilen kağıtların fiziksel test sonuçları  
Table 34. Results of physical tests of papers obtained by Soda method

Fiziksel Özellikler	Klonlar						
	R-89	10-62	Cima	L.Avanzo	S.307-26	Samsun	I-214
Temel A. (g/m <sup>2</sup> )	95.16	76.70	82.26	80.65	74.73	97.13	79.57
Kalınlık (µ)	1826	1560	1420	1380	1350	1610	1400
Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> x10 <sup>2</sup> )	5.21	4.92	5.79	5.84	5.54	6.03	5.68

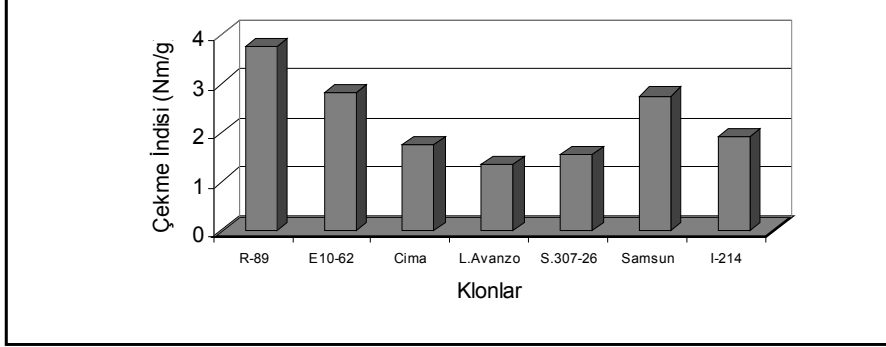
Yırtılma İ. (mNm <sup>2</sup> /g)	2.03	2.92	4.22	3.90	3.72	4.11	3.24
Kopma Uz. (km)	1.88	1.25	1.58	1.62	1.63	2.85	2.33
Uzama (%)	0.50	0.30	0.20	0.15	0.16	0.37	0.21
Çekme İ. (Nm/g)	3.75	2.83	1.76	1.34	1.54	2.76	1.91
Patlama İ. (kPam <sup>2</sup> /g)	0.51	0.57	1.03	1.08	0.92	1.18	0.77



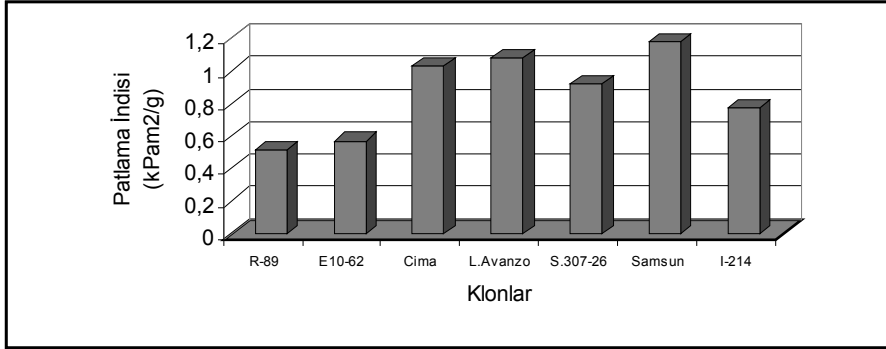
Şekil 28. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin temel ağırlıkları  
Figure 28. Basis weight of paper samples made from Soda pulps



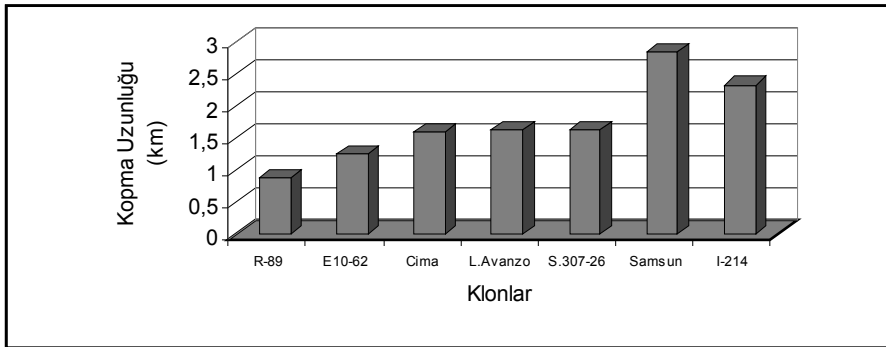
Şekil 29. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin kalınlıkları  
Figure 29. Thickness of paper samples made from Soda pulps



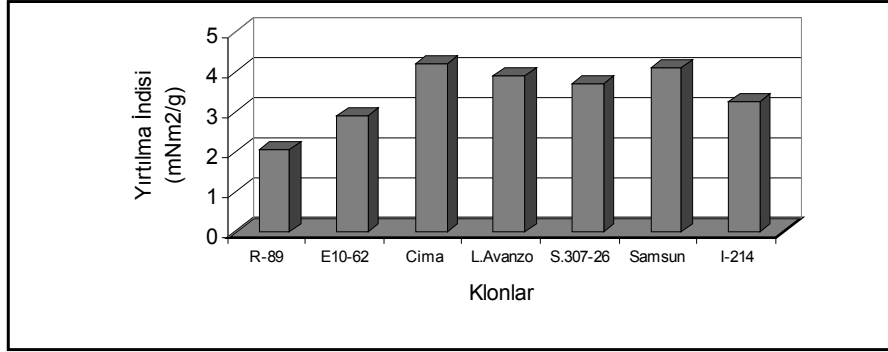
Şekil 30. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin çekme indisleri  
Figure 30. Pull factor of paper samples made from Soda pulps



Şekil 31. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin patlama indisleri  
Figure 31. Burst factor of paper samples made from Soda pulps



Şekil 32. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin kopma uzunlukları  
Figure 32. Breaking length of paper samples made from Soda pulps



Şekil 33. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin yırtılma indisleri  
Figure 33. Tear factor of paper samples made from Soda pulps

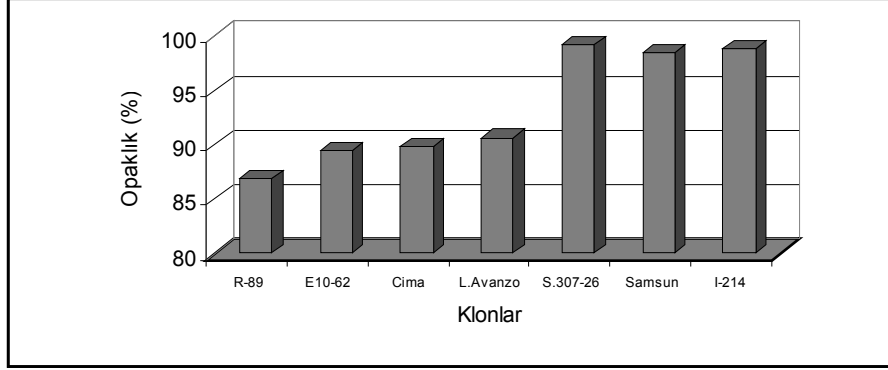
### 3.3.5. Klonlara ait odun örneklerinin optik özellikleri

NSSC metodu ile elde edilen selülozlardan yapılan deneme kağıtlarında klonların optik özellikleri ile ilgili olarak bulunan değerler Tablo 35’de verilmiş, ayrıca, klonların parlaklık, beyazlık ve opaklık yönlerinden farklılıkları grafik olarak gösterilmiştir (Şekil 34-36).

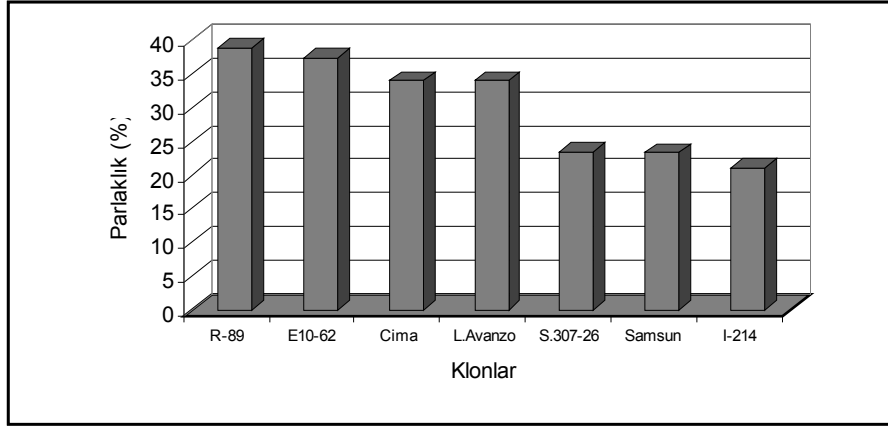
Soda metodu ile elde edilen selülozlardan yapılan deneme kağıtlarında klonların optik özellikleri için bulunan değerler Tablo 36’da verilmiş, ayrıca klonların parlaklık, opaklık ve sarılık yönlerinden farklılıkları grafik olarak gösterilmiştir (Şekil 37-39).

Tablo 35. NSSC selülozundan elde edilen kağıtların optik özellikleri  
Table 35. Optical properties of the papers made from NSSC pulps

Optik Özellikler	R - 89	10/ 62	Cima	L. Avanzo	S.307-26	Samsun	I - 214	
R-457 Parlaklık	38.89	37.29	33.88	34.00	23.40	23.20	21.02	
CIE Beyazlık	W	-26.16	-28.19	-49.05	-47.15	-64.27	-61.66	-58.47
	T	-11.85	-11.28	-16.47	-16.05	-24.77	-26.00	-28.20
Opaklık (%)	86.81	89.44	89.79	90.66	99.16	98.54	98.85	
E 313 Sarılık	24.58	24.48	30.38	29.79	30.55	30.55	28.71	
Yansıtma Değeri	Rx	54.84	52.34	52.76	52.42	38.35	37.97	33.74
	Ry	51.04	48.84	48.05	47.83	33.75	33.10	29.26
	Rz	38.44	36.83	33.40	33.54	23.15	22.96	20.83



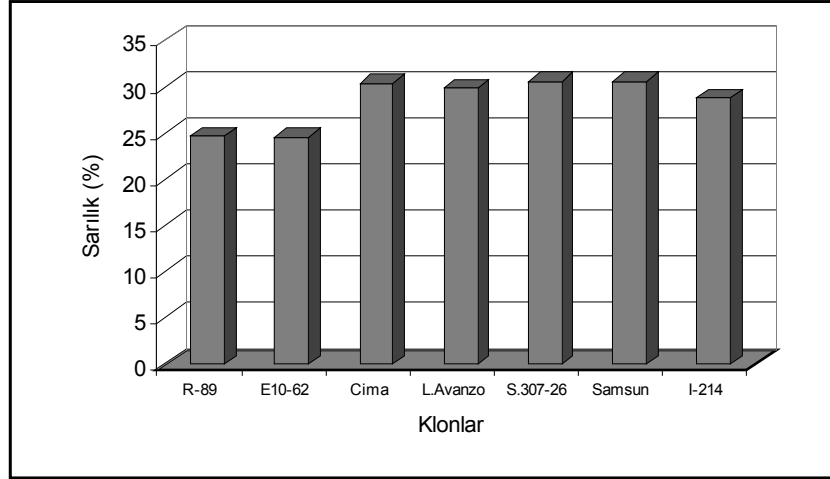
Şekil 34. NSSC kağıt örneklerinin opaklık değerleri  
Figure 34. Opacity values of paper samples made from NSSC pulps



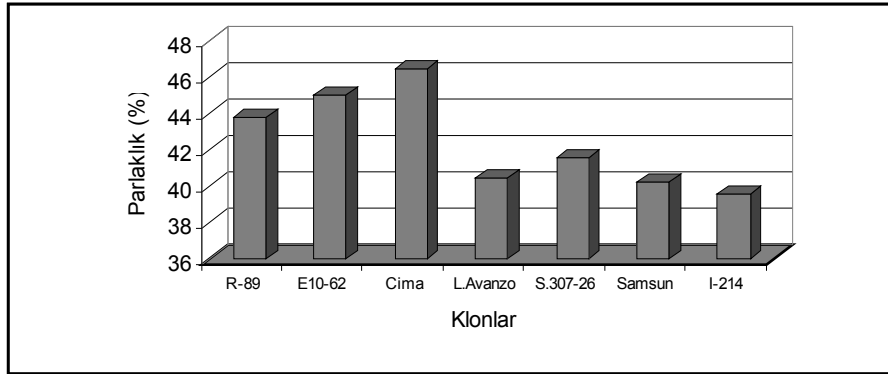
Şekil 35. NSSC kağıt örneklerinin parlaklık değerleri  
Figure 35. Brightness values of paper samples made from NSSC pulps

Tablo 36. Soda selülozundan elde edilen kağıtların optik özellikleri  
Table 36. Optical properties of the sample papers made from Soda pulps

Optik Özellikler	R - 89	10/ 62	Cima	L. Avanzo	S. 307-26	Samsun	I - 214	
R-457 Parlaklık	43.83	44.98	46.42	40.43	41.58	40.21	39.55	
CIE Beyazlık	W	-37.34	-31.81	-36.08	-55.25	-53.11	-63.88	-62.28
	T	-9.54	-7.97	-8.39	-10.58	-8.95	-10.76	-9.14
Opaklık (%)	96.43	92.32	92.90	94.65	94.81	96.66	93.46	
E 313 Sarılık	30.35	28.79	31.07	34.90	34.56	37.69	36.62	
Yansıtma Değeri	Rx	58.06	58.12	61.79	56.97	57.95	58.90	56.71
	Ry	60.91	61.22	65.13	59.84	61.19	62.02	59.98
	Rz	45.47	46.62	48.09	41.76	42.82	41.41	40.69

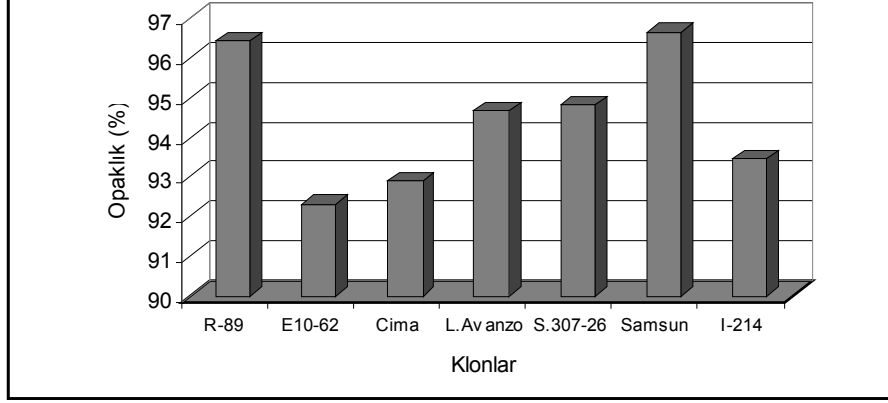


Şekil 36. NSSC kağıt örneklerinin sarılık değerleri  
Figure 36. Yellowness values of paper samples made from NSSC pulps

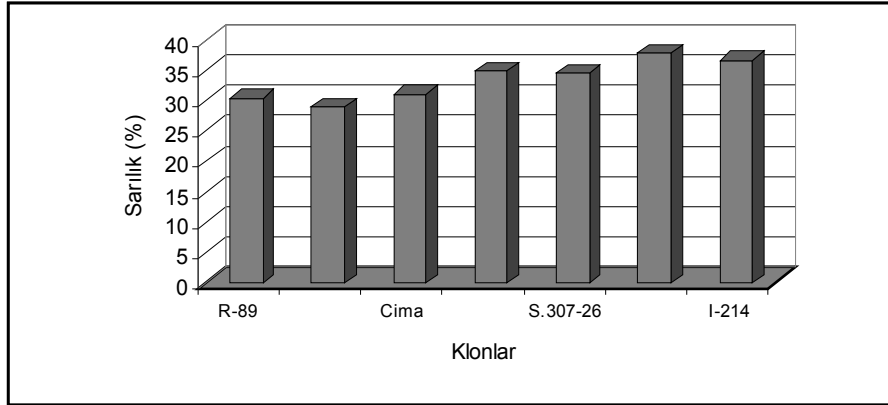


Şekil 37. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin parlaklık değerleri  
Figure 37. Brightness values of paper samples made from Soda pulps





Şekil 38. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin opaklık değerleri  
Figure 38. Opacity values of paper samples made from Soda pulps



Şekil 39. Soda metodu ile elde edilen kağıt örneklerinin sarılık değerleri  
Figure 39. Yellowness values of paper samples made from Soda pulps

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

##### 4.1. KLONLARIN BÜYÜMELERİ İLE İLGİLİ TARTIŞMA VE SONUÇ

İzmit deneme alanlarında yapılan değerlendirmelerde, A serisinde klonlar arasında çap yönünden önemli farklılıklar bulunmuş, en iyi büyümeyi 35.9 cm ile *P. deltoides* klonu “R-89” yapmıştır. B serisinde, çap, boy ve ağaç sayısı yönlerinden klonlar arasında önemli farklılıklar bulunmuş en iyi çap ve boy gelişmesini 38.3 cm ve 24.4 m ile yine bir *P. deltoides* klonu “S.307-26” yapmıştır. Kontrol klonu “I-214” deneme alanlarında 28.7

cm ve 31.2 cm çap büyümesi ile zayıf bir gelişme göstermiştir (Tablo 4-5). İzmit fidanlığında, 36 kavak klonunu ihtiva eden bir denemede yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, "I-214" klonu 12 yılda 34.1 cm çap gelişmesi ile en başarılı klon olmuştur (Birler ve ark. 1978). Diğer bir araştırmada ise yine İzmit'te 9 klon ihtiva eden bir populetumda, "I-214" 27.5 cm çap ile 4. sırada yer almış, en başarılı klon 29.9 cm ile "San Martino" klonu olmuştur (Tunçtaner ve ark. 1983).

Deneme alanlarındaki 27 klonun hektardaki hacim üretimleri yönünden yapılan değerlendirmelerde, "S-307-26" no.lu *P. deltooides* klonu en başarılı klon olmuş, bunu yine bir *P. deltooides* klonu olan "Samsun" takip etmiştir. "I-214" klonu 16. sırada yer almıştır (Tablo 6, Şekil 11). Bu durum, İzmit deneme alanlarının temsil ettiği ekolojik koşullarda, *P. deltooides* klonlarının ve bazı yeni *euramericana* klonlarının "I-214" klonuna göre daha başarılı büyüme özellikleri gösterdiğini kanıtlamaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde de, *Populus deltooides*, *P. trichocarpa* ve *P. nigra* türleri ile yürütülen melezleme programlarının yanı sıra, saf *P. deltooides* klonlarının seleksiyonuna yönelik çalışmalar sürdürülmektedir (Bisoffi 1989, Padro and Hernandez 1989, Weisgerber 1989).

Bursa deneme alanında, klonların çap, boy, ağaç sayısı değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, her iki deneme alanında da önemli farklılıklar çıkmamıştır. A serisinde çap yönünden *P.x euramericana* "CB.7" klonu en iyi performansı göstermiş "I-214" kontrol klonu ise 8. sırada yer almıştır (Tablo 7). B serisinde, "S.307-26" nolu *P. deltooides* klonu en yüksek çap gelişmesini yapmış, "I-214" 7. sırada yer almıştır (Tablo 8). Bursa-Mihraplı'da daha önce yapılan bir araştırmanın 7 yıllık sonuçlarına göre, 40 adet klon içinde en iyi çap gelişmelerini *P. deltooides* klonları yapmış, "S.307-26" klonu 30.1 cm ile 5. sırada yer almıştır. "I-214" klonu 28.2 cm çap ile 13. olmuştur (Tunçtaner ve ark. 1983). Deneme alanlarındaki klonların hacim üretimleri yönünden yapılan müşterek değerlendirilmelerin sonucunda, klonlar arasında istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. *P.x euramericana* "Bl. Costanzo" klonu en yüksek hacim üretimine sahip olmuştur. İzmit'te en yüksek hacim üretimi yapan "S.307-26" klonu, burada 5. sırada yer almıştır. Kontrol klonları, "Samsun" ve "I-214" sırasıyla 7. ve 17. sıralarda yer almışlardır. Marmara bölgesindeki ağaçlandırmalarda kullanılmakta olan *P.x euramericana* "45/51" klonu 14. olmuştur. Bursa deneme alanlarında, hacim üretimi yönünden *P.x euramericana* klonlarının daha başarılı oldukları görülmüştür (Tablo 9, Şekil 12).

Meriç deneme alanlarında, klonların çap, boy ve ağaç sayıları yönlerinden yapılan değerlendirmelerde, klonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır. A serisinde en iyi çap gelişmesini "Bl.Costanzo" isimli *P.x euramericana* klonu yapmış, "I-214" kontrol klonu 2. sırada yer almıştır

(Tablo 10). B serisinde.”I-214” klonu 31.2 cm ile en iyi çap büyümesini yapmıştır. “S.307-26” nolu *P. deltoides* klonu 29.9 cm ile 3. sırada, “Samsun” klonu ise 29.4 cm ile 6. sırada yer almıştır. Trakya bölgesindeki ağaçlandırmalarda kullanılmakta olan “45/51” klonu 28.8 cm ile 7. sırada bulunmaktadır (Tablo 11). Bu deneme alanlarında *P.x euramericana* klonları *P. deltoides* klonlarına göre daha başarılı büyüme yapmışlardır. Trakya’da, daha önceki yıllarda yapılmış olan araştırma sonuçlarına göre; Lüleburgaz’da 10 klon ihtiva eden bir populetumda 10. yıl sonunda en iyi çap gelişmesini 29.3 cm ile “I-214” klonu yapmış, Malkara’da 15 klon ihtiva eden populetumda ise 7. yıl sonunda en iyi çap gelişmesi 30.6 cm ile “39/61” nolu bir diğer *P.x euramericana* klonunda saptanmıştır (Tunçtaner ve ark. 1983). Klonların hektardaki hacim üretimleri yönünden yapılan değerlendirmelerde klonlar arasında %99.9 güvenle önemli farklılık bulunmuştur. En yüksek hacim üretimini “I-214” klonu yapmış, bunu yine bir *P.x euramericana* klonu olan “39/61” takip etmiştir. *P. deltoides* klonları “Samsun” ve “S.307-26” 3. ve 4. sıralarda yer almıştır (Tablo 12, Şekil 13).

Yetiştirme ortamı–klon etkileşimleri yönünden yapılan değerlendirmelerde, Bursa ve İzmit deneme alanlarındaki hacim üretimlerinin, Meriç deneme alanlarındaki hacim üretimine göre önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır (Şekil 14). Bu durum, kavak klonlarının genel büyüme performanslarının Bursa ve İzmit’te bulunan deneme alanlarının temsil ettiği ekolojik koşullarda daha iyi olmasından kaynaklanmaktadır. Klonların üç yetiştirme ortamındaki hacim üretim miktarları arasında önemli farklılıklar oluşmuştur. *P. deltoides* klonları “S.307-26” ve “Samsun” yetiştirme ortamlarındaki hacim üretimlerine göre ilk iki sırayı almışlardır. Bunları *P.x euramericana* klonu “ECO-28” takip etmiştir. “I-214”, 5. sırada yer almıştır (Tablo 14, Şekil 7). *P. deltoides* klonlarının hacim miktarı yönünden 3 yetiştirme ortamındaki genel performansları, *P.x euramericana* klonlarına göre biraz daha yüksek olmuştur (Şekil 15). Bu sonuç Marmara bölgesinde, *P. deltoides* klonlarına önem verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. *P. deltoides* klonlarının üstün büyüme özellikleri, bir çok ülkede yürütülmekte olan genetik ıslah programlarında değerlendirilmektedir (Van Acker et al. 1992, Stettler et al. 1980, Teissier du Cros 1984, Michel et al. 1989, Tunçtaner 1991).

İzmit deneme alanlarındaki ekolojik koşulların, *P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonlarının yer alabileceği potansiyel ağaçlandırma alanlarını temsil ettiği düşünülerek, bu deneme alanlarından seçilen 6 *P.x euramericana* ve 6 *P. deltoides* klonunda daha ayrıntılı araştırmalar yapılması planlanmıştır. Bu amaçla, 12 klonun büyüme değerleri gövde analizi yöntemiyle saptanmıştır (Tablo 15). Hesaplanan hektardaki hacim üretimleri ve artımları (Tablo 16, Şekil 16), en başarılı klonun “S.307-26” nolu *P. deltoides* klonu olduğunu göstermiştir.

Gövde analizlerine tabi tutulan 12 klon içinde *P. deltoides* klonlarının ortalama hacim üretimleri 236.5 m<sup>3</sup>/ha, *P.x euramericana* klonlarının ise 208.9 m<sup>3</sup>/ha'dır. Bu durum *P. deltoides* klonlarının, İzmit deneme alanlarının temsil ettiği ekolojik koşullarda, *P.x euramericana* klonlarına göre daha başarılı büyüme yaptıklarını göstermektedir. Ancak, odunlarının teknolojik özellikleri, lif ve kağıt özellikleri yönlerinden hangi klonların endüstriyel değerlerinin yüksek olduğunun da bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılacak araştırmalar için aşağıdaki klonlar seçilmiştir.

- |                            |               |
|----------------------------|---------------|
| 1. <i>P. deltoides</i>     | “S.307-26”    |
| 2. <i>P. deltoides</i>     | “Samsun”      |
| 3. <i>P. deltoides</i>     | “R.89” (Lena) |
| 4. <i>P.x euramericana</i> | “L.Avanzo”    |
| 5. <i>P.x euramericana</i> | “10/62”       |
| 6. <i>P.x euramericana</i> | “Cima”        |
| 7. <i>P.x euramericana</i> | “I-214”       |

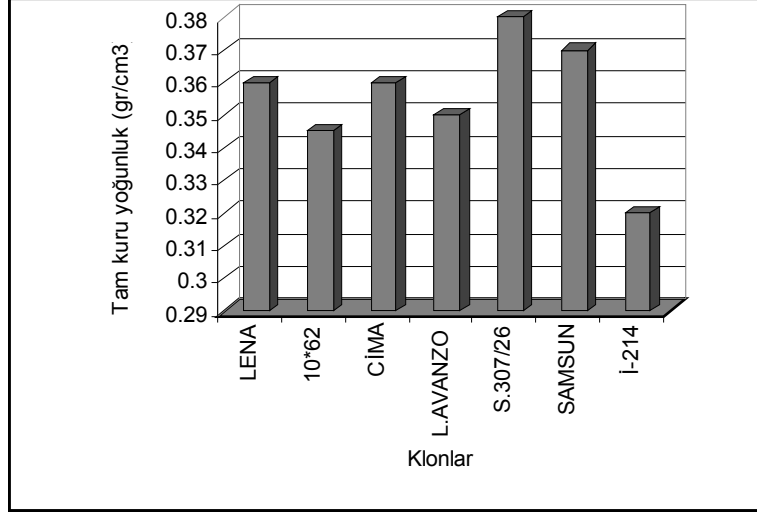
#### 4.2. KLONLARIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ TARTIŞMA VE SONUÇ

Büyüme performansları dikkate alınarak seçilen 7 klonun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait bulgular ve bunlarla ilgili yapılan istatistiki test sonuçları irdelendiğinde genel olarak klon farklılığının bahsedilen teknolojik özellikler üzerine etkili olduğu söylenebilir. Buna göre hem büyüme bakımından hem de teknolojik özellikler bakımından daha iyi değerlere sahip klonlara önem vermek gerekmektedir.

Bu bölümde istatistik olarak önemli farklılıklara sahip olduğu anlaşılan klonlardan hangilerinin daha iyi değerlere sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca her bir teknolojik özellik için klonların sahip olduğu değerler histogramlar halinde toplu halde gösterilmiştir.

##### 4.2.1. Yoğunluk

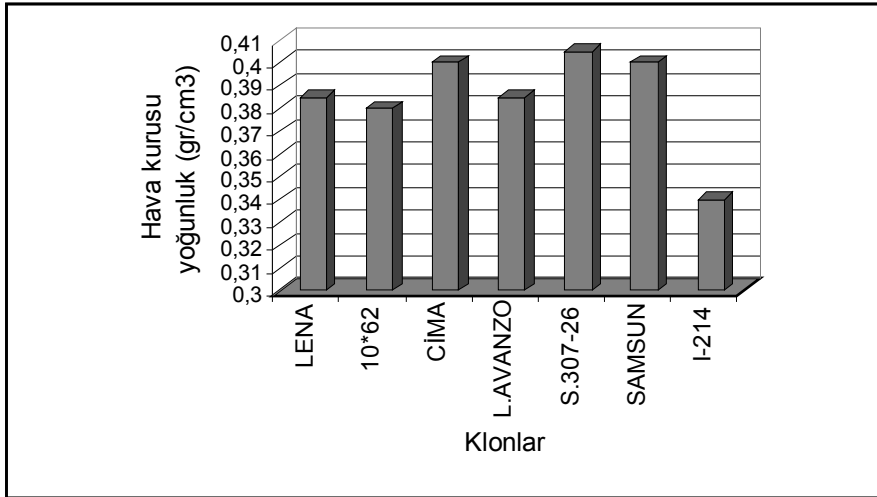
Tam kuru yoğunluk ortalama değerlerine ait histogram Şekil 40'da verilmiştir.



Şekil 40. Klonların fırın kuru yoğunluk değerleri.  
Figure 40. Oven-dry specific gravity values of the clones

Şekilden de görüleceği üzere en yüksek değer “S. 307-26” klonuna ait olmaktadır (0.380 g/cm<sup>3</sup>). Bu klonu 0.370 g/cm<sup>3</sup> ile “Samsun”, 0.360 g/cm<sup>3</sup> değerleri ile “R-89” ve “Cima” klonları takip etmektedir. En düşük tam kuru yoğunluk değerini 0.340 g/cm<sup>3</sup> ile I-214 klonu vermiştir.

Hava kuru ortalama yoğunluk değerlerine ait histogram Şekil 41’de sunulmuştur.

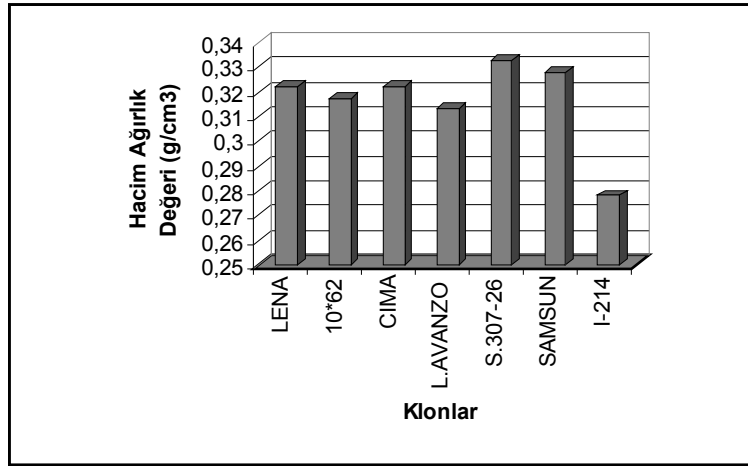


Şekil 41. Klonların hava kuru yoğunluk değerleri

Figure 41. Airdry specific gravity values of the clones

Tam kuru yoğunluk grafiğine benzer bir değişim hava kurusu yoğunluk için de söz konusudur. Burada en yüksek yoğunluk değeri  $0.405 \text{ gr/cm}^3$  ile “S.307-26” klonu, en düşük değeri ise  $0.340 \text{ g/cm}^3$  ile “I-214” klonu vermiştir. “Samsun” ( $0.400 \text{ g/cm}^3$ ) ve “Cima” ( $0.400 \text{ g/cm}^3$ ) klonları da iyi hava kurusu yoğunluk değerleri vermiştir. *P. deltoides* klonlarının genellikle yüksek yoğunluk değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Bir başka araştırmanın sonuçlarına göre; *P. deltoides* klonları “Samsun” ve “S.177-3” ile *P.euramericana* melez klonları “I-214” ve “45/51” klonları içinde en yüksek hava kurusu özgül ağırlık değerini  $0,397 \text{ g/cm}^3$  ile “Samsun” klonu göstermiştir (Tunçtaner ve ark., 1994).

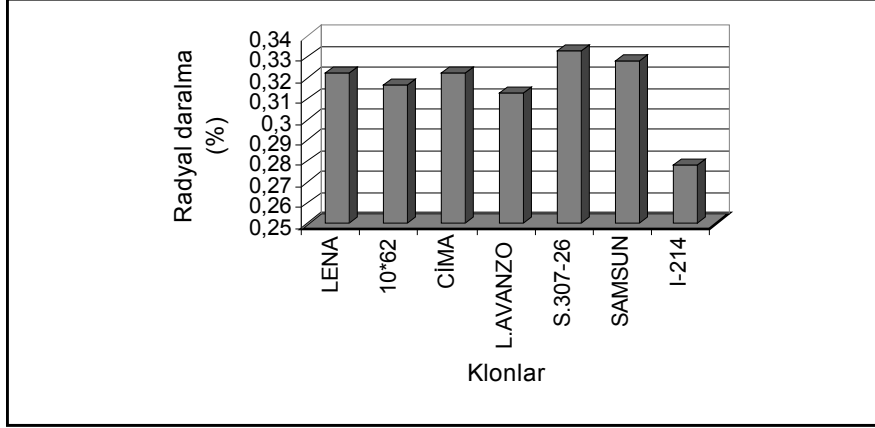
Hacim ağırlık değeri ile ilgili grafik Şekil 42’de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere en yüksek hacim ağırlık değeri  $0.333 \text{ g/cm}^3$  ile yine “S. 307-26” klonuna aittir. Ve yine  $0.328 \text{ g/cm}^3$  ile onu SAMSUN takip etmektedir. En düşük değer aynı şekilde I-214 klonunda bulunmuştur. “R-89” ve “Cima” klonları da nispeten yüksek değerler vermiştir ( $0.322 \text{ g/cm}^3$ ). Görüldüğü üzere *Populus deltoides* türüne ait klonlar yoğunluk değerleri bakımından üstün özelliklere sahip bulunmaktadır. Daha önce yapılan bir araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tunçtaner ve ark., 1994) En düşük değer *Populus x euramericana* “I-214” klonuna ait olmakla birlikte diğer euramerican klonları “Cima”, “10/62” ve “L. Avanzo” nispeten daha iyi hacim yoğunluk değerlerine sahiptir. Ancak yapılan istatistiki testler sonucunda klonların hacim ağırlık değerleri arasındaki bu farklılaşma istatistiki anlamda önemli bulunmamış ve tesadüfî nedenlere dayandığı yargısına varılmıştır. Dolayısıyla burada daha fazla bir yorum yapılmamıştır.



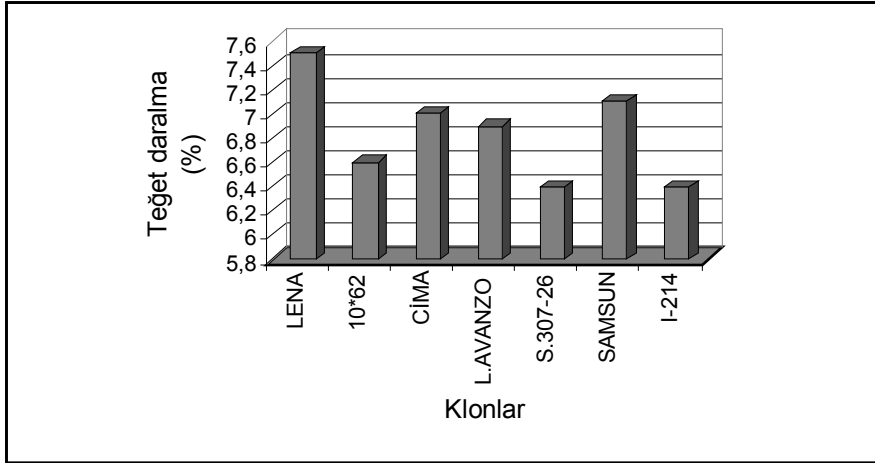
Şekil 42. Klonların hacim ağırlık değerleri  
Figure 42. Basic density values of the clones.

#### 4.2.2. Sorpsiyon (Çalışma)

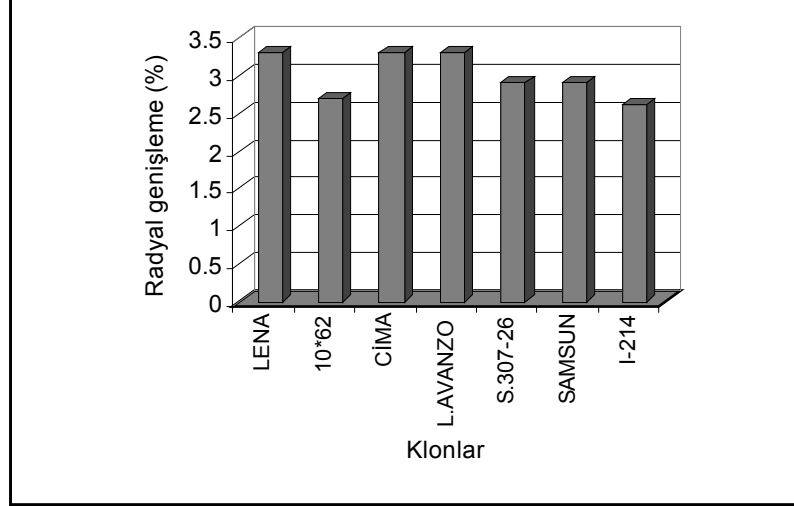
Çalışma değerlerinden radyal yönde daralma grafiği Şekil 43’de, teğet daralma grafiği Şekil 44’de, radyal genişleme grafiği Şekil 45’de, teğet genişleme grafiği ise Şekil 46’da verilmiştir.



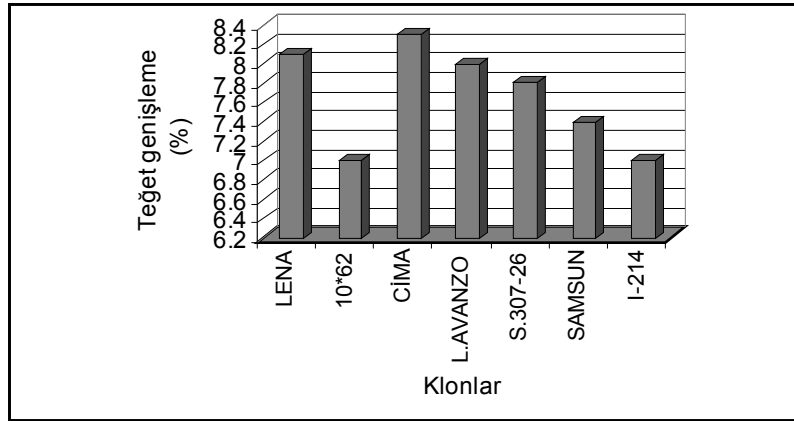
Şekil 43.Klonların radyal daralma değerleri  
Figure 43.Radial shrinkage values of the clones



Şekil 44. Klonların teğet daralma değerleri  
Figure 44.Tangential shrinkage values of the clones



Şekil 45. Klonların radyal genişleme değerleri  
Figure 45. Radial swelling values of the clones



Şekil 46. Klonların teğet genişleme değerleri  
Figure 46. Tangential swelling values of the clones

Genel olarak çalışma, odunun sakıncalı özelliğini oluşturmaktadır (Berkel, 1970). Gerek daralma ve gerekse genişleme değerlerinin düşük olması arzu edilmektedir. Ayrıca odunun stabilitesini ortaya koyan teğet çalışma/radyal çalışma oranının mümkün olduğu kadar 1'e yakın olması istenir.

Şekil 43, 44, 45 ve 46 incelendiğinde genel olarak "I-214" klonuna ait kavak odununun düşük çalışma değerleri verdiği görülmektedir. Bu klon için



radyal daralma değeri %2, teğet daralma ise %6.4, radyal genişleme %2.6, teğet genişleme ise %7.0 olarak bulunmuştur. Hacımsal daralma  $2+6.4=\%8.4$  olarak, hacımsal genişleme ise  $2.6+7.0=\%9.6$  olarak hesaplanmıştır. I-214 klonunun diğerlerine göre daha düşük çalışma değerleri vermesinin, düşük yoğunluğa sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hacımsal çalışma değerleri olarak da klonlar, genel olarak %10'un altında değerler vermiştir.

Ancak düşük çalışma değerleri elde edilmesine karşılık teğet ve radyal çalışma değerleri arasındaki oran hem "I-214" klonu için hem de diğer klonlar için çok yüksek bulunmuştur. Bu oran 3 civarında bulunmaktadır. Bu da kavak odunlarının stabilitesinin düşük olduğunu ve bu nedenle, stabilitenin arandığı kullanım yerleri için uygun olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Yoğunluk ve hacim ağırlık değerleri diğer klonlara ait kavak odunlarından yüksek çıkan "S.307-26" klonunun ise çalışma değerleri bakımından 4. ya da daha düşük sırada yer alması manidardır. Yoğunluk yüksek olmasına karşın daha az çalışması, istenen bir özelliktir ve "S.307-26" klonu bu özelliğe sahip görünmektedir.

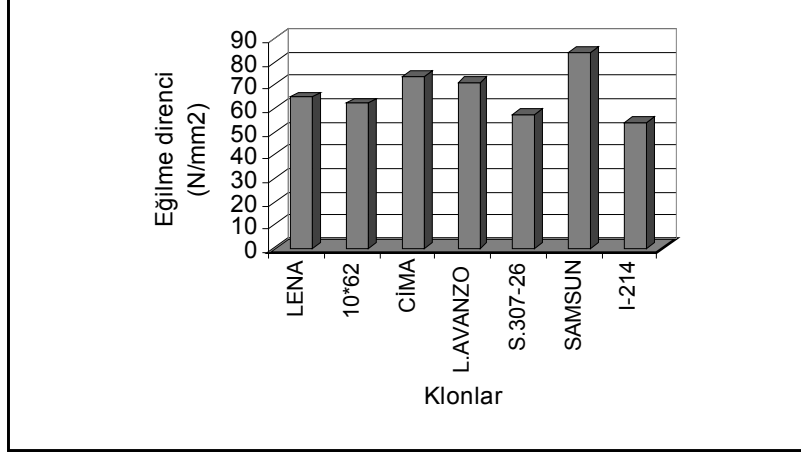
Genel olarak "Lena" klonu yüksek çalışma değerlerine sahiptir. Söz konusu klonun yoğunluk değerleri diğer klonlara göre çok fazla olmadığı halde çalışmasının fazla olması, bu klonu yetersiz kılmıştır.

Çalışma değerleri arasındaki farklılıkların genel olarak istatistik anlamda ( $p=0.05$  güvenle) önemli olduğu anlaşılmıştır. Sadece "Lena" ile "Cima" klonlarına ait odunların radyal genişleme değerleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

#### **4.2.3. Eğilme direnci**

Eğilme direnci ortalama değerleri dikkate alınarak hazırlanan histogram Şekil 47'de gösterilmiştir.

Şekilden de anlaşılacağı üzere en yüksek değer  $83.9 \text{ N/mm}^2$  ile "Samsun" klonuna aittir. Bu klonu  $73.9 \text{ N/mm}^2$  ile "Cima",  $71.1 \text{ N/mm}^2$  ile "L. Avanzo" klonu takip etmektedir. En düşük değer  $53.8$  ile I-214 klonuna aittir. Bunda "I-214" klonunun yoğunluğunun düşük olmasının etkisi büyüktür. Çünkü yoğunluk ile direnç pozitif ve kuvvetli bir ilişkiye sahiptir. Nitekim "Samsun" ve "Cima" klonlarının yoğunluk değerleri üst sıralarda yer almaktadır. Dolayısıyla eğilme direnci değerleri de yüksek bulunmuştur.



Şekil 47. Klonların eğilme direnci ortalama değerleri  
Figure 47. Mean values of bending strength of the clones

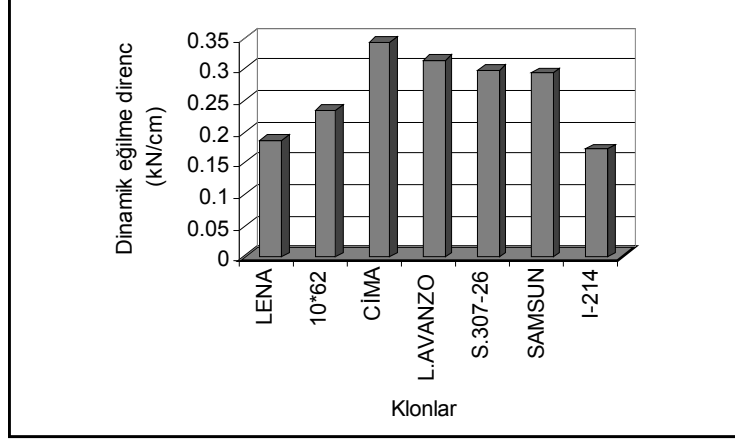
Karşılaştırılan klonlara ait kavak odunlarının eğilme direnci değerleri arasındaki farklılık tesadüfî nedenlere dayanmayıp istatistiki anlamda önemli olduğu, diğer bir ifade ile bu farklılığa klon değişikliklerinin neden olduğu yapılan testler sonucunda anlaşılmıştır.

#### 4.2.4. Dinamik eğilme direnci

Söz konusu direnç ani eğme yüklemelerine karşı ağaç malzemenin gösterdiği karşı koyma şeklinde tanımlanmakta, özellikle alet sapları, spor araç ve gereçleri ile zemin malzemeleri üretiminde önemli kabul edilmektedir. Farklı klonlara ait ortalama dinamik eğilme direnci değerleri histogram halinde Şekil 48’de verilmiştir.

Grafikte de görüleceği üzere en yüksek dinamik eğilme direnci 0.341 kN/cm ile “Cima” klonu kavak odununa aittir. Onu “L. Avanzo” (0.314 kN/cm) ve “S.307-26” (0.298 kN/cm) ile “Samsun” (0.293 kN/cm) takip etmektedir. En düşük değer ise “I-214” klonuna ait bulunmaktadır. Bu klonlardan “Cima” ve “L. Avanzo” *Populus x euramericana* türüne aitken “S.307-26” ve “Samsun” *Populus deltoides* türüne ait bulunmaktadır.

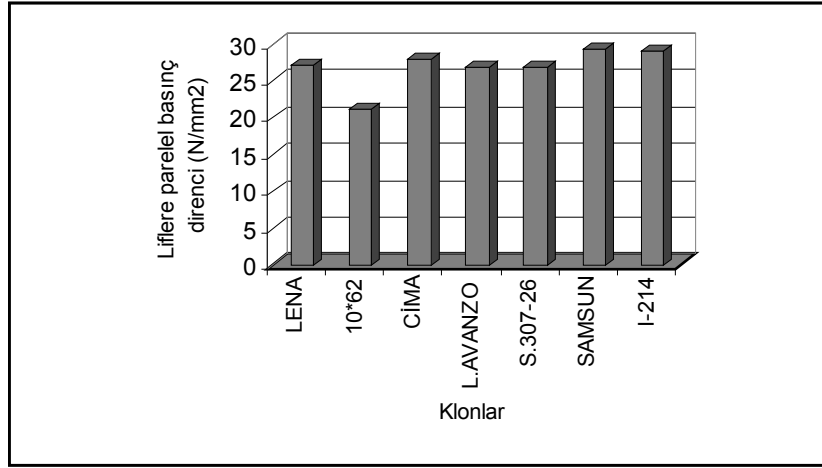
Klonlar arasında söz konusu olan farklılığın istatistik öneme sahip olduğu diğer bir ifade ile klon farklılığının dinamik eğilme direncinde de değişmelere neden olduğu yapılan istatistik testler sonucunda anlaşılmıştır.



Şekil 48. Klonların dinamik eğilme dirençlerine ait değerler  
Figure 48. Dynamic bending values of the clones

#### 4.2.5. Liflere paralel basınç direnci

Denemeler sonucunda elde edilen ortalama basınç direnci değerlerine ilişkin histogram Şekil 49’da verilmiştir.



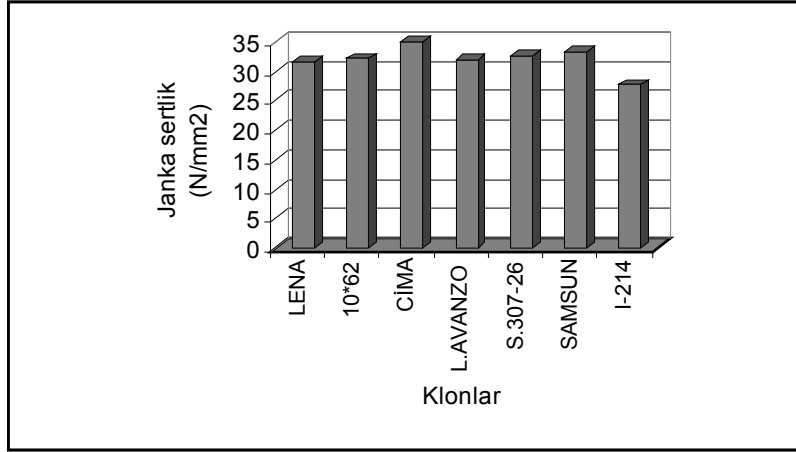
Şekil 49. Klonların liflere paralel basınç dirençlerine ait değerler  
Figure 49. Compression strength values of the clones

Özellikle yapı maksatlı kullanımlarda eğilme direnci gibi önem kazanan basınç direnci, mekanik deneylerde önemli bir yere sahip bulunmaktadır. Şekil 24 incelendiğinde “Samsun” klonuna ait kavak

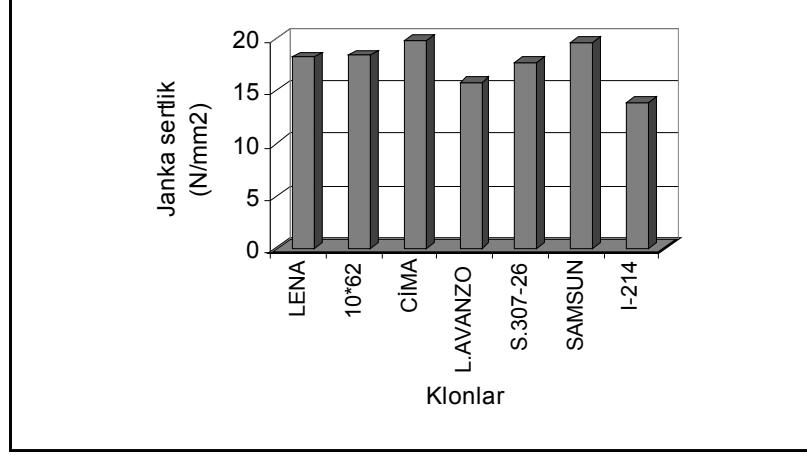
odunlarının 29.2 N/mm<sup>2</sup>'lik bir liflere paralel basınç direncine sahip olduğu ve bu değerin karşılaştırılan klonlar içerisinde en yüksek değerde bulunduğu anlaşılacaktır. Bir başka araştırmada “Samsun” klonu yine yüksek basınç direnci değeri göstermiştir (Tunçtaner ve ark., 1994). Bu klonu 28.9 N/mm<sup>2</sup> ile “I-214”, 27.9 N/mm<sup>2</sup> ile “Cima”, 27.2 N/mm<sup>2</sup> ile de “Lena” klonu takip etmektedir. Diğer klonlara göre genelde daha düşük direnç, yoğunluk ve çalışma değerleri veren “I-214” klonunun yüksek basınç direnci vermesi anlamlı bulunmuştur. Düşük yoğunluğa göre nispeten yüksek basınç direnci veren bu klonun diğerlerine göre daha yüksek statik kalite değeri vermesi söz konusudur. Bu iki klonu “Cima” ve “Lena” klonu takip etmektedir. Yapılan istatistik testler sonucunda klonların sahip olduğu basınç direnci değerlerinin birbirinden anlamlı olarak farklılık gösterdiği, bu farklılığın tesadüfi nedenlere dayanmadığı anlaşılmıştır.

#### 4.2.6. Statik sertlik

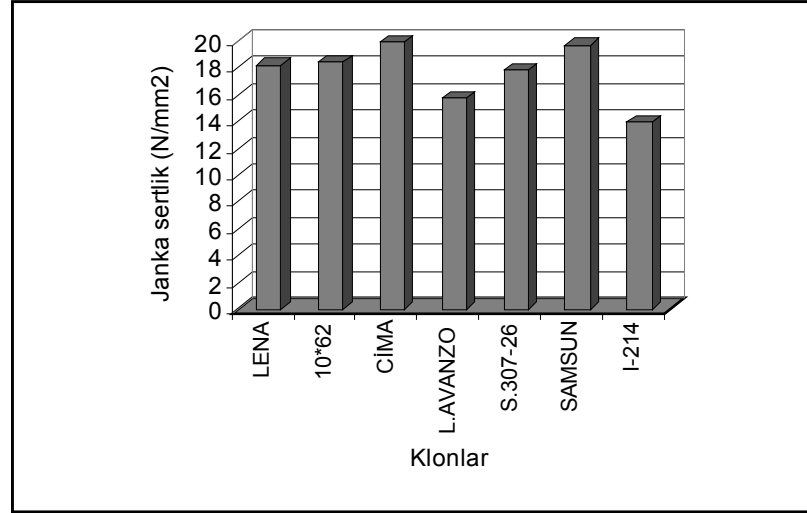
Her üç kesit (enine, radyal, teğet) üzerinde belirlene sertlik değerleri dikkate alınarak hazırlanan histogramlar Şekil 50, 51 ve 52’de verilmiştir.



Şekil 50. Klonların enine kesit sertlik değerleri  
Figure 50. Horizontal hardness values of the clones



Şekil 51. Klonların radyal kesit sertlik değerleri  
Figure 51. Radial hardness values of the clones



Şekil 52. Klonların teğet kesit sertlik değerleri  
Figure 52. Tangential hardness values of the clones

Sertlik bakımından her üç kesitte de “Cima” klonunun bir üstünlüğü bulunmaktadır. Enine kesit için 35 N/mm<sup>2</sup>, radyal kesitte 20.7 N/mm<sup>2</sup> ve teğet kesitte 19.9 N/mm<sup>2</sup>’lik sertlik değerlerine sahip bulunan bu klonu “Samsun” klonu takip etmektedir (Enine 33.4 N/mm<sup>2</sup>, radyal 19.7 N/mm<sup>2</sup>, teğet 19.7 N/mm<sup>2</sup>). En düşük sertlik değerlerine “I-214” klonu sahip

görülmektedir. Ancak yapılan istatistik testler sonucunda enine kesit ve radyal kesit sertlik değerlerinin istatistik bakımından anlamlı bulunmadığı, farklılığın tesadüfen oluştuğu anlaşılmıştır. Teğet kesit sertlik değerlerinde ise farklılığın istatistik bir önem taşıdığı, teğet kesit sertlik değerleri arasında söz konusu olan bu farklılığa klon değişikliğinin neden olduğu sonucuna varılmıştır. Teğet kesit sertlik değerleri bakımından “Cima”, “Samsun” klonları yüksek değerlere sahipken (sırası ile 19.9 N/mm<sup>2</sup> ve 19.7 N/mm<sup>2</sup>) bu klonları 18.4 N/mm<sup>2</sup> ve 18.2 N/mm<sup>2</sup> ile “10/62” ve “R 89” klonları takip etmektedir. En düşük değere “I-214” klonu sahip bulunmaktadır.

Bulgular birlikte değerlendirildiğinde “Samsun” ve “Cima” klonlarının teknolojik özellikler bakımından ön plana çıktığı görülmektedir. “S. 307-26” ile “L. Avanzo” klonlarının da nispeten iyi değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Direnç değerleri bakımından kısmen iyi performans gösteren Lena klonunun yüksek çalışma değerleri vermesi sakıncalı bir özellik olarak değerlendirilmektedir. Her ne kadar basınç direnci bakımından yüksek değerlere sahip olsa da genel olarak düşük teknolojik özellikler veren “I-214” klonu diğer klonlar ile kıyaslandığında başarısız bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan kavak klonlarının incelenen teknolojik özelliklerini diğer bazı yapraklı ağaç odunlarının teknolojik özellikleri ile karşılaştırabilmek için bu türlere ait değerler Tablo 37’de toplu olarak verilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1996 ; Bozkurt ve Erdin , 1998)

Tablo 37. Bazı yapraklı türlere ait teknolojik özellikler  
Table 37. Technological properties of some broad- leaved species

Tür	D <sub>0</sub> g/cm <sup>3</sup>	D <sub>12</sub> g/cm <sup>3</sup>	R g/cm <sup>3</sup>	β <sub>r</sub> %	β <sub>t</sub> %	β <sub>v</sub> %	Eğilme N/mm <sup>2</sup>	Basınç N/mm <sup>2</sup>	Din. Eğilme kN/cm	Janka Sertlik N/mm <sup>2</sup>	
										//	⊥
<i>Populus deltoides</i>	0.36 0.38	0.38 0.40	0.21 0.33	2.3 2.9	6.4 7.4	8.7 10.3	57.2 83.9	26.7 29.1	0.18 0.29	31.5 33.4	18.5 20.0
<i>Populus x euramer.</i>	0.32 0.36	0.34 0.40	0.27 0.33	1.9 2.6	6.4 6.9	8.3 9.5	53.8 73.9	21.1 28.8	0.17 0.34	27.7 35.0	14.0 20.5
<i>Salix alba</i>	0.33	0.36	-	2.4	6.3	11.2	37.0	34.0	0.70	24.0 37.0	10.0 15.0
<i>Populus nigra</i>	0.41	0.45	-	5.2	8.3	13.8	65.0	35.0	0.50	24.0 37.0	10.0 15.0
<i>Betula vericoza</i>	0.61	0.65	-	5.3	7.8	13.7	147.0	51.0	0.85	49.0	22.0
<i>Tilia grandifolia</i>	0.49	0.53	-	5.5	9.1	14.9	90.0 106.0	44.0 52.0	0.50	38.0	16.0

Tablo 37’nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere yoğunluk ve çalışma değerleri bakımından incelenen kavak klonlarına en yakın değere söğüt odunu sahip bulunmaktadır. Ancak söğüt odunu daha düşük eğilme direncine sahipken dinamik eğilme ve liflere paralel basınç direnç değerleri daha yüksek bulunmaktadır.

Hava kurusu yoğunluk *P. deltoides*'e ait klonlarda 0,38-0,40 g/cm<sup>3</sup>, *P. x euramericana*'ya ait klonlarda ise 0,34-0,40 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Karakavak'a ait hava kurusu yoğunluk değeri 0,45 g/cm<sup>3</sup>'tür ve adı geçen kavak türlerinden yüksek bulunmaktadır. Çalışma değerleri de Karakavak'ta yüksektir. Ayrıca dinamik eğilme, basınç değerleri de yoğunluğa bağlı olarak fazladır (Göker, 1969). Ancak eğilme direnci Karakavak'ta 65 N/mm<sup>2</sup> ile incelenen kavak klonlarına yakınlık göstermektedir. Aynı şekilde liflere paralel yöndeki sertlik değeri de (24-37 N/mm<sup>2</sup>) kavak klonlarının sertlik değerlerine yakındır. Ancak liflere dik sertlik değeri (Teget kesit sertliği+Radyal kesit sertliği/2) olarak belirtilen özellik (As, 1992) incelenen kavak klonlarında Karakavağa göre yüksek çıkmıştır.

Huş odunu ile söz konusu değerler kıyaslandığında huşun genelde yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Aynı husus Ihlamur odunu için de geçerlidir. Ancak Ihlamur odunu liflere dik yöndeki sertlik değeri (16 N/mm<sup>2</sup>) kavak klonlarına ait odunların liflere dik sertlik değerlerinden genelde düşük çıkmıştır.

Sonuç olarak incelenen kavak klonlarına ait teknolojik değerler daha çok söğüt odununa yakın bulunmakta ve karşılaştırılan diğer türlere göre düşük olmaktadır. Klonlar bazında ise *P. deltoides*'e ait olan "Samsun", "S.307-26" ve "Lena" klonlarının odunları diğer klonlara nazaran genelde daha yüksek teknolojik değerler vermiştir. Ancak bu klonlardan "Lena" 'nın fazla çalışma değerlerine sahip olması sakıncalı bir özellik olarak değerlendirilmiştir. *P. x euramericana*'ya ait klonlarda ise "Cima" ve "L. Avanzo" hariç genelde düşük teknolojik değerler elde edilmiştir. Son bir değerlendirme yapılacak olursa *P. deltoides*'e ait klonların, içlerinde I-214'ün de bulunduğu *P. x euramericana*'ya ait klonlara göre daha iyi teknolojik özelliklere sahip oldukları söylenebilir.

### 4.3. KLONLARIN KAĞIT ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmaya konu olan kavak klonlarının hacim ağırlık değerleri 0.284 g/cm<sup>3</sup> ile 0.345 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir (Tablo 28). Liflerin morfolojik yapıları ile yakından ilgisi bulunan bu özellik, selüloz üretiminde kullanılacak odunun lif nitelikleri ile selüloz veriminin önceden saptanmasında yararlı olan bir faktördür (Tank, 1980). En yüksek hacim ağırlık değerini 0.345 g/cm<sup>3</sup> ile *P. x euramericana* klonu "Cima" göstermiştir. Ağaçlandırmalarda kullanılmakta olan "Samsun" klonu 0.323 g/cm<sup>3</sup>, "I-214" klonu ise 0.284 g/cm<sup>3</sup> hacim ağırlık değerlerine sahip olmuşlardır. Daha önce yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre 13 yıllık bir büyüme dönemi sonunda "Samsun" klonu 0.333 g/cm<sup>3</sup>, "I-214" klonu ise 0.273 g/cm<sup>3</sup> hacim ağırlık değerleri göstermişlerdir (Tunçtaner ve ark. 1994). Araştırmada yer alan *P. deltoides* klonlarının ortalama hacim ağırlık değeri

0.323 g/cm<sup>3</sup>, *euramericana* klonlarının ortalama hacim ağırlık değerleri ise 0.316 g/cm<sup>3</sup>'tür. Klonlara ait odun örneklerinde lif morfolojisi yönünden yapılan ölçmelerde klonlar arasında belirgin bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 28). Kağıdın fiziksel dirençleri açısından önemli bir etkiye sahip olan lif uzunluğu yönünden en yüksek değeri S.307-26 klonu göstermiştir. *P. deltoides* klonlarının ortalama lif boyları 0.854 mm, *euramericana* klonlarına ait ortalama lif boyları ise 0.827 mm'dir. Kağıdın fiziksel özelliklerinden yırtılma ve ezilmeye karşı direnç bakımından etkili özelliklerden olan lif hücrelerinin genişlik, çeper kalınlığı ve lümen çapı yönlerinden "Samsun" klonu diğer klonlara göre daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Bazı yapraklı ağaç türleri için belirtilen lif genişliği, lümen çapı ve lif çeper kalınlığı değerleri aşağıda verilmiştir (Tank, 1980).

<u>Tür</u>	<u>Lif Genişliği (μ)</u>	<u>Lümen Genişliği(μ)</u>	<u>Lif Çeper Kalınlığı</u>
Adi Gürgen	21.93	10.22	5.85
Doğu Gürgeni	16.81	6.96	4.92
Doğu Kayını	19.54	5.23	7.30
Doğu Çınarı	21.99	9.06	6.01
Okaliptüs	13.82	7.43	3.20

Lif genişliği bakımından kavak klonları adi gürgen, doğu kayını ve doğu çınarına yakın değerler gösterirken, lümen genişliği bakımından bu türlere göre daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Lif çeper kalınlığı yönünden ise, okaliptüse yakın değerler göstermişlerdir.

Keçeleşme katsayısı yönünden en yüksek değeri S.307-26 nolu *P. deltoides* klonu göstermiştir (Tablo 29). Bu değer doğu çınarı için 68.3, doğu kayını için 59.7, adi gürgen için 68.1, doğu gürgeni için ise 72.3 olarak saptanmıştır (Tank 1978, 1980). Kağıdın kopma ve yırtılma dirençleri üzerinde etkili olan bu özellikler yönünden kavak klonları diğer yapraklı türlere göre daha düşük değerler göstermişlerdir.

Mühlstep ve Runkel oranlarına göre kavak klonlarından elde edilen sonuçlar aşağıda Tank (1978, 1980) tarafından belirtilen yapraklı türlerden elde edilen sonuçlara göre daha düşük değerler göstermişlerdir.

<u>Tür</u>	<u>Runkel Oranı</u>	<u>Mühlstep Oranı</u>
Doğu Çınarı ( <i>P. orientalis</i> )	1.25	79.3
Batı Çınarı ( <i>P. occidentalis</i> )	0.94	73.6
Doğu Kayını ( <i>F. orientalis</i> )	2.87	93.0
Doğu Gürgeni ( <i>C. orientalis</i> )	1.41	83.0
Okaliptüs ( <i>E. camendulensis</i> )	0.86	71.1



Görüldüğü gibi araştırmaya konu olan kavak klonları kağıdın fiziksel direncini etkileyen önemli özellikler olan Runkel ve Mühlstep oranları bakımından yukarıda belirtilen yapraklı türlere göre daha düşük değerler göstermişlerdir. S.307-26 nolu *P. deltooides* klonu lif uzunluğu, çeper kalınlığı, keçeleşme katsayısı, Runkel oranı ve Mühlstep oranı yönlerinden diğer klonlara göre daha iyi değerler göstermiştir.

Klonların odun örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre odunun mineral madde içeriğini belirtmede yararlı bir özellik olan kül oranı bakımından en yüksek değeri “Lena” klonu göstermiştir. “I-214” standart (kontrol) klonu için bulunan %kül miktarı 0.530’dur (Tablo 32). *P. deltooides* klonlarının ortalama %kül miktarı 0.810, *euramericana* klonlarının ise 0.619’dur. Bu değerler doğu kayını için %0.61, doğu gürgeni için %0.85, adi gürgen için %0.62 olarak saptanmıştır (Tank 1978).

Wise’in klorit metoduna göre yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek holoselüloz miktarı %88 ile “Samsun” klonunda bulunmuştur. En düşük değeri ise %83.6 ile 10/62 klonu göstermiştir (Tablo 32). *P. deltooides* klonlarının ortalama holoselüloz miktarı %86.8, *euramericana* klonlarının ortalama selüloz miktarı ise %85.9 olarak bulunmuştur. Bu değerler doğu kayınında %78.9, doğu gürgeninde %79.08, adi gürgende %80.5 olarak belirtilmiştir (Tank 1978). Yapılan bir araştırmada 53 adet söğüt klonu için bulunan holoselüloz miktarlarının %67.1 ile %79.4 arasında değiştiği, I-214 *euramericana* klonunun ise %77.8 oranında holoselüloz oranına sahip olduğu belirtilmiştir (Tunçtaner 1990). Araştırma sonuçlarına göre kavak klonlarının selüloz üretimlerinin oldukça yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Lignin oranı bakımından klonlar için bulunan değerler %23.09 ile %25.9 arasında değişmektedir (Tablo 32). *P. deltooides* klonlarına ait ortalama lignin miktarı %24.48, *P. x euramericana* klonları için ortalama lignin miktarı ise %24.82’dir. Bu değerler doğu kayını için %22.57, doğu gürgeni için %18.2, adi gürgen için ise %18.36 olarak hesaplanmıştır (Tank 1978).

NSSC yöntemine göre elde edilen kağıt hamuru ve kağıt örneklerinin fiziksel test sonuçlarına göre yapılan değerlendirmesinde, 500 devir dövme uygulandığında serbestlik derecesi en yüksek klon 48.5 SR<sup>0</sup> ile S.307-26, serbestlik derecesi en düşük klon ise 35.2 SR<sup>0</sup> ile “Samsun” olarak tesbit edilmiştir (Tablo 30). Temel ağırlık bakımından klonlar 68.83 g/m<sup>2</sup> (Cima) ile 81.63 g/m<sup>2</sup> (Samsun) arasında değişen değerler göstermişlerdir. *P. deltooides* klonlarının ortalama ağırlık değeri 76.5 g/m<sup>2</sup>, *euramericana* klonlarının ortalama ağırlık değeri ise 74.6 g/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Kağıdın temel ağırlığının bilinmesi; üretici için, üretim miktarını hesaplamak, makinanın hızını ve faydalı genişliğini belirlemek açısından önemlidir. Ayrıca kağıt ağırlık üzerinden satıldığı için kullanıcının kağıt alanını bilmesi yönünden yarar sağlar. Temel ağırlık değeri, kağıdın fiziksel

özelliklerinin gramajla doğrudan ilgili olması nedeniyle de önemlidir (Eroğlu 1990).

Kağıt kalınlığı bakımından, klonlar 536  $\mu$  (Cima) ile 1184  $\mu$  (Samsun) arasında değişim göstermiştir. *P. deltoides* klonlarına ait odun örneklerinden elde edilen kağıtların ortalama kalınlık değerleri 993  $\mu$ , *P. x euramericana* klonlarının ortalama kalınlık değeri ise 837  $\mu$  olarak hesaplanmıştır.

Yırtılma indislerine göre yapılan değerlendirmede klonlar 41.17 (10/62) ile 69.88  $\text{mNm}^2/\text{g}$  (Lena) arasında değişim göstermiştir (Tablo 33). *P. deltoides* klonlarının ortalama yırtılma indisi değeri 57.24  $\text{mNm}^2/\text{g}$ , *euramericana* klonlarının ise 50.96  $\text{mNm}^2/\text{g}$  olarak hesaplanmıştır. Bu değer doğu çınarında 72.80  $\text{mNm}^2/\text{g}$  olarak verilmiştir (Tank 1980).

Kopma uzunluğu yönünden klonlar, 3.144 km (Samsun) ile 8.298 km (Lena) arasında değişim göstermektedirler (Tablo 33). *P. deltoides* klonlarının ortalama kopma uzunluğu 4.9 km, *P. x euramericana* klonlarının ortalama kopma uzunlu ise 5.287 km'dir. Doğu çınarı için bu değer 45° SR'de 3.650 km olarak verilmiştir (Tank 1980).

Klonların patlama indisi değerleri, 10.25  $\text{kPa.m}^2/\text{g}$  (S.307-26) ile 24.70  $\text{kPa.m}^2/\text{g}$  (Lena) arasında değişmektedir (Tablo 33). *P. deltoides* klonlarının ortalama patlama indisi değeri 15.53  $\text{kPa.m}^2/\text{g}$ , *P. x euramericana* klonlarının patlama indisi değeri ise 19.71  $\text{kPa.m}^2/\text{g}$  olarak hesaplanmıştır. Bu değer doğu çınarı için 16.5  $\text{kPa.m}^2/\text{g}$  olarak verilmiştir (Tank 1980).

Soğuk soda yöntemine göre elde edilen kağıt hamuru ve kağıt örneklerinin fiziksel test sonuçlarına göre yapılan değerlendirmesinde, serbestlik derecesi en yüksek klon 43.96 SR° ile "L. Avanzo", en düşük klon ise 30.43 SR° ile "Lena" olara tesbit edilmiştir (Tablo 34). Temel ağırlık bakımından klonlar 74.73  $\text{g/m}^2$  (S.307-26) ile 97.13  $\text{g/m}^2$  (Samsun) arasında değişmektedir. *P. deltoides* klonlarının ortalama temel ağırlık değeri 89.00  $\text{g/m}^2$ , *P. x euramericana* klonlarının ortalama temel ağırlık değeri ise 79.79  $\text{g/m}^2$  olarak hesaplanmıştır. Bu değer titrek kavak için 54° SR'de 56.95  $\text{g/m}^2$  olarak verilmiştir (Atik 1995).

Kağıtların kalınlık değerleri yönünden klonlar, 1350  $\mu$  (S.307-26) ile 1826  $\mu$  (Lena) arasında farklılık göstermektedirler (Tablo 34). *P. deltoides* klonlarına ait ortalama kağıt kalınlığı değeri 1595  $\mu$ , *P. x euramericana* klonlarına ait ortalama kağıt kalınlığı değeri ise 1440  $\mu$  olarak hesaplanmıştır.

Klonların yırtılma indisi değerleri 20.3  $\text{mNm}^2/\text{g}$  (Lena) ile 42.2  $\text{mNm}^2/\text{g}$  (Cima) arasında değişmektedir (Tablo 34). *P. deltoides* klonlarının ortalama yırtılma indisi 32.8  $\text{mNm}^2/\text{g}$ , *P. x euramericana* klonlarının ortalama yırtılma indisi değeri ise 32.2  $\text{mNm}^2/\text{g}$  olarak hesaplanmıştır. Bu değer titrek kavak için 55.66  $\text{mNm}^2/\text{g}$  olarak verilmiştir (Atik 1995).

Klonların kopma uzunluk değerleri 1.250 km (10/62) ile 1.2851 km (Samsun) arasında değişmektedir (Tablo 34). *P. deltoides* klonlarında

ortalama kopma uzunluğu 2.121 km, *P. x euramericana* klonlarında ortalama kopma uzunluğu ise 1.695 km olarak hesaplanmıştır. Bu değer titrete kavak için 1.633 km olarak saptanmıştır (Atik 1995).

Patlama indisi değerleri bakımından klonlar, 5.1 kPa.m<sup>2</sup>/g (Lena) ile 11.8 kPa.m<sup>2</sup>/g (Samsun) değerleri arasında değişmektedir (Tablo 34). *P. deltoides* klonları için ortalama patlama indisi değeri 8.7 kPa.m<sup>2</sup>/g, *P. x euramericana* klonları için ortalama patlama indisi değeri ise 8.6 kPa.m<sup>2</sup>/g olarak hesaplanmıştır. Bu değer titrete kavak için 32.2 kPa.m<sup>2</sup>/g olarak saptanmıştır (Atik 1995). Patlama indisi değeri yalancı akasya için 37.8 kPa.m<sup>2</sup>/g olarak verilmiştir (Kırcı 1987).

NSSC selülozundan elde edilen kağıt örneklerinin optik özellikleri yönünden yapılan değerlendirmede klonların parlaklık, beyazlık, opaklık, sarılık ve yansıtma değerleri saptanmıştır (Tablo 35). Ancak kağıdın en önemli optik özelliklerinden olan beyazlık, parlaklık ve opaklıktır. Bu özellikler kağıdın ışığı emme ve yansıtma yeteneğine bağlı özelliklerdir (Eroğlu 1990). Bu nedenle klonları optik özelliklerine göre değerlendirmede bu üç faktör üzerinde önemle durulmuştur. Parlaklık faktörü yönünden klonlar, %21.02 (I-214) ile %38.89 (Lena) arasında değişen değerler göstermişlerdir. *P. deltoides* klonlarının parlaklık bakımından ortalama değeri %28.49, *P. x euramericana* klonlarının parlaklık bakımından ortalaması ise %31.55 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi *euramericana* klonlarından elde edilen kağıt örneklerinin parlaklık yüzdeleri *P. deltoides* klonlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Beyazlık faktörü yönünden klonlar, W beyazlıkta -26.16 (Lena) ile -64.27 (S.307-26) değerleri arasında değişmekte, T beyazlıkta ise -11.28 (10/62) ile -28.20 (I-214) arasında değişmektedir. *P. deltoides* klonlarının ortalama W beyazlık değeri -50.69, ortalama T beyazlık değeri ise -20.87 olarak hesaplanmıştır. *P. x euramericana* klonlarının ortalama W beyazlık değeri -45.71, T beyazlık değeri ise -18.00 olarak hesaplanmıştır.

Opaklık faktörü yönünden klonlar, %86.81 (Lena) ile %99.16 (S.307-26) arasında değişmektedir. *P. deltoides* klonlarının ortalama opaklık değeri %94.83, *P. x euramericana* klonlarının ortalama opaklık değeri ise %92.18 olarak hesaplanmıştır.

Soğuk soda selülozundan elde edilen kağıt örneklerinin optik özellikleri yönünden yapılan değerlendirmede klonların parlaklık, beyazlık, opaklık, sarılık ve yansıtma değerleri saptanmıştır (Tablo 36). Parlaklık faktörü bakımından klonlar %39.55 (I-214) ile %46.42 (Cima) arasında değişen değerler göstermişlerdir. *P. deltoides* klonlarının ortalama parlaklık değeri %41.87, *P. x euramericana* klonlarının ortalama parlaklık değeri ise %42.84 olarak hesaplanmıştır.

Beyazlık faktörü yönünden klonlar, W beyazlıkta -31.81 (10/62) ile -63.88 (Samsun) değerleri arasında, T beyazlıkta ise -7.97 (10/62) ile -10.76

(Samsun) değerleri arasında farklılık göstermişlerdir. *P. deltoides* klonlarının W beyazlık yönünden ortalama değeri -51.44, T beyazlık yönünden ortalama değeri ise -9.75 olarak hesaplanmıştır. *P. x euramericana* klonlarının ortalama W beyazlık değeri -46.35, ortalama T beyazlık ise -9.02 olarak hesaplanmıştır.

Opaklık faktörü yönünden klonlar, %92.32 (10/62) ile %96.66 (Samsun) değerleri arasında farklılık göstermişlerdir. *P. deltoides* klonlarını ortalama opaklık değeri %95.96, *P. x euramericana* klonlarının ortalama opaklık değeri ise %93.33 olarak hesaplanmıştır.

Klonların önemli lif özellikleri olan lif boyu, çeper kalınlığı ve keçeleşme faktörü yönlerinden yapılan değerlendirme sonucunda klonlar belirlenen öncelik sırasına göre Tablo 38’de sıralanmışlardır.

Tablo 38. Klonların önemli lif özellikleri yönünden öncelik sınıflamaları  
Table 38. Priority classification of the clones based on the important fiber properties

Lif Boyu (mm)	Çeper kalınlığı (µm)	Keçeleşme katsayısı
S.307-26	Samsun	S.307-26
Samsun	10/62	L. Avanzo
10/62	Lena	10/62
Cima	Cima	Lena
Lena	L. Avanzo	Cima
I-214	I-214	I-214
L. Avanzo	S.307-26	Samsun

NSSC ve soğuk soda yöntemi ile elde edilen hamurlardan yapılan kağıtlara uygulanan fiziksel ve optik testlerin sonuçlarına göre yapılan değerlendirmede klonlar öncelik derecelerine göre sınıflandırılmışlardır (Tablo 39, 40).

Tablo 38-40’da klonlar için yapılan öncelik sınıflandırmaları; klonların lif özellikleri için bulunan değerlere (Tablo 28,29) ve klonlara ait kağıt örneklerinin fiziksel ve optik özellikleri için saptanan değerlere (Tablo 33-36) bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Ancak, tüm özelliklerin müşterek bir değerlendirmesi yapılacak olursa, *P. deltoides* klonlarının *P. x euramericana* klonlarına göre daha yüksek değerlere sahip oldukları görülmektedir. Lena, Samsun ve S.307-26 klonları selüloz ve kağıt sanayi için öncelik alabilecek klonlar olarak belirlenmiştir.

Tablo 39. Klonların fiziksel kağıt özelliklerine göre öncelik sınıflaması  
Table 39. Priority classification of the clones based on the physical properties of sample papers

NSSC				Soda			
R-457 Parlaklık	Beyazlık	Sarılık	Opaklık	R-457 Parlaklık	Beyazlık	Sarılık	Opaklık

Lena	Lena	10/62	S307-26	Cima	10/62	Samsun	Samsun
10/62	10/62	Lena	I-214	10/62	Cima	I-214	Lena
L.Avanzo	L.Avanzo	I-214	Samsun	Lena	Lena	L.Avanzo	S307-26
Cima	Cima	L.Avanzo	L.Avanzo	S307-26	S307-26	S307-26	L.Avanzo
S.307-26	I-214	Cima	Cima	L.Avanzo	L.Avanzo	Cima	I-214
Samsun	Samsun	Samsun	10/62	Samsun	I-214	Lena	Cima

Tablo 40.Klonların optik kağıt özelliklerine göre öncelik sınıflaması  
Table 40.Priority classification of the clones based on the optical properties of sample papers

NSSC				Soda			
R-457 Parlaklık	Beyazlık	Sarılık	Opaklık	R-457 Parlaklık	Beyazlık	Sarılık	Opaklık
Lena	Lena	10/62	S307-26	Cima	10/62	Samsun	Samsun
10/62	10/62	Lena	I-214	10/62	Cima	I-214	Lena
L.Avanzo	L.Avanzo	I-214	Samsun	Lena	Lena	L.Avanzo	S307-26
Cima	Cima	L.Avanzo	L.Avanzo	S307-26	S307-26	S307-26	L.Avanzo
S307-26	I-214	Cima	Cima	L.Avanzo	L.Avanzo	Cima	I-214
Samsun	Samsun	Samsun	10/62	Samsun	I-214	Lena	Cima
I-214	S307-26	S307-26	Lena	I-214	Samsun	10/62	10/62

Kağıt hamuru elde etmede kullanılan yarı kimyasal nötral sülfite (NSSC) yönteminin kavak klonları için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Klon seçimi, son ürün olan kağıdın kullanım yerine bağlı olarak istenilen direnç ve optik özellikler ile kullanılan hamur üretim yöntemi dikkate alınarak yapılmalıdır. NSSC yöntemi için Lena klonunun, soğuk soda yöntemi için ise Samsun klonunun daha uygun oldukları saptanmıştır.

## 5.ÖNERİLER

Klonların hacim üretimleri, odunlarının teknolojik özellikleri ve kağıt özellikleri yönünden yapılan genel bir değerlendirmede *P. deltoides* klonlarının *P. x euramericana* klonlarına göre daha başarılı oldukları sonucuna varılmaktadır. Marmara Bölgesinde, Kocaeli, Sakarya, Düzce ve Bursa illeri dahilinde *P. deltoides*'in yetiştirilmesine uygun geniş potansiyel ağaçlandırma alanları bulunmaktadır. Bu yörelerde değişik sanayi kollarında değerlendirilmek suretiyle yetiştiricilerine daha yüksek ekonomik kazanç sağlayabilecek olan yeni kavak klonları kültür alanlarına sokulmalıdır. Klon seçiminde; kullanım yerlerine göre hacim üretimi, odun teknolojisi ve kağıt özellikleri kriterleri gözönünde tutulmalıdır. Araştırma sonuçlarına göre yüksek hacim üretimi sağlayan "S.307-26" nolu *P. deltoides* klonu, odununun teknolojik özellikleri itibariyle de başarılı bulunmuştur. Bu klon lif özellikleri ile kağıtlarının fiziksel ve optik özelliklerine göre de oldukça iyi değerler göstermiştir. Bu nedenlerle "S.307-26" klonunun ticari üretimini sağlamak üzere ulusal tescilinin yapılması uygun görülmektedir. Özellikle Kocaeli, Sakarya ve Düzce çevresindeki ağaçlandırma alanlarında (Samsun) klonuna önemli bir alternatif teşkil edecek olan bu klonun ulusal tescili

*Populus deltoides* “ İZMİT ” olarak yapılmalıdır. Bu klonunun fidanlık ve ağaçlandırmalarda yetiştirilmesi ile ilişkili olarak aşağıda belirtilen önlemler titizlikle uygulanmalıdır:

- İZMİT klonunun sadece İzmit yetiştirme ortamına benzer koşullara sahip ağaçlandırma alanlarında kullanılması sağlanmalıdır.
- Fidanlıklarda (Devlet ve Özel) klonal saflığın bozulmaması için kontrol ve sertifikasyon işlemlerine dikkat edilmelidir.
- Kültürel işlemler ve bakım işlemleri eksiksiz yerine getirilmeli, fidanların söküm, gömü ve nakil işlemleri sırasında su kaybına uğramamaları için gereken önlemler alınmalıdır.
- Ağaçlandırmalarda dikimler bekletilmeden ve derin olarak (en az 1.0 m) yapılmalıdır. Bakım işlemlerine özellikle sulamaya özen gösterilmelidir.

Selüloz üretimi amaçlı ağaçlandırmalar için araştırma sonuçlarına göre lif özellikleri yönünden başarılı bulunan “S.307-26” ve “Samsun” klonları ile kağıtlarının fiziksel ve optik özellikleri yönünden başarılı bulunan “Lena” klonu tercih edilmelidir. Selüloz üretim yöntemine bağlı olarak yapılacak bir seçimde ise NSSC yöntemi için “Lena” klonu, Soda yöntemi için “Samsun” klonu düşünülmelidir.

## ÖZET

Bu çalışmada, Marmara Bölgesini temsilen 3 ayrı yetiştirme ortamında (Tablo 1-3) kurulmuş olan deneme alanlarında yer alan kavak klonlarının büyüme performansları incelenmiştir. Ayrıca İzmit deneme alanlarından seçilen 6 adet kavak klonu ile I-214 kontrol klonuna ait odun örneklerinin teknolojik özellikleri ve kağıt karakteristikleri araştırılmıştır. Denemeler 1988 yılı başında A ve B serisi denemeler olmak üzere her yetiştirme ortamında 20+8=28 adet kavak klonu ile tesis edilmişlerdir (Şekil 1). Klonların büyüme performansları ile ilgili değerlendirmeler 12. yılın sonunda çap, boy ve parseldeki ağaç sayılarına göre yapılmıştır (Tablo 4, 5, 7, 8, 10, 11). Ayrıca klonların hacim tablosundan yararlanılarak hektardaki hacim üretimleri ve yıllık genel ortalama hacim artımları hesaplanmıştır (Tablo 6, 9, 12). Hesaplanan bu değerlere göre yetiştirme ortamı-klon etkileşimleri de incelenmiştir (Tablo 13, 14 ve Şekil 14, 15).

İzmit deneme alanlarında belirlenen 12 klon için gövde analizleri yapılmıştır. Bu klonlara ait büyüme değerleri ve hektardaki hacim üretimleri hesaplanmıştır (Tablo 15 ve 16). *P. deltooides* klonlarının ortalama hacim üretimleri 236.5 m<sup>3</sup>/ha, *P. x euramericana* klonlarının ise 208.9 m<sup>3</sup>/ha olarak bulunmuştur. Üstün büyüme özellikleri gösteren 3 adet *P. deltooides* klonu (Lena, S.307-26, Samsun) ve 3 adet *P. x euramericana* klonu (L. Avanzo, 10/62, Cima) I-214 kontrol klonu ile birlikte odunlarının teknolojik karakteristikleri ve kağıt özellikleri yönlerinden karşılaştırmalara tabi tutulmak üzere seçilmişlerdir.

Testlere tabi tutulan 7 adet kavak klonuna ait odun örneklerinin; rutubet miktarı, hacim ağırlığı, daralma ve şişme, eğilme direnci, çarpmada eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci ve statik sertlik gibi fiziksel ve mekanik özellikleri ilgili standartlara göre yapılan deneyler sonucunda belirlenmiştir (Tablo 17-27). *P. deltooides* klonları "Samsun", "S.307-26" ve "Lena"nın odunları diğer klonlara göre genelde daha iyi teknolojik özellikler göstermişlerdir. Ancak "Lena" klonunun fazla çalışma değerlerine sahip olması sakıncalı bir özellik olarak değerlendirilmiştir.

7 adet kavak klonuna ait odun örneklerinin hacim ağırlık değerleri ve morfolojik özellikleri ile ilgili lif boyu, lif çapı, çeper kalınlığı ve lümen genişliği değerleri saptanmıştır (Tablo 28). Ayrıca klonların lif boyut ilişkilerine ait keçeleşme katsayısı, esneklik katsayısı, Runkel oranı, fleksibilite, katılık katsayısı ve Mühlstep oranı değerleri hesaplanmıştır (Tablo 29).

Odun örneklerinin NSSC ve Soda yöntemlerine göre elde edilen odun hamurlarının serbestlik dereceleri (Tablo 30, 31) ve odun örneklerinin kimyasal analizleri sonucunda bulunan kül, lignin, holoselüloz,  $\alpha$  selüloz gibi maddelerin yüzde miktarları saptanmıştır (Tablo 32). Odun

örneklerinden NSSC ve Soda yöntemlerine göre elde edilen odun hamurlarından yapılan kağıtların fiziksel özellikleri (Temel ağırlık, kalınlık, yoğunluk, yırtılma indisi, kopma uzunluğu, çekme indisi, patlama indisi) ve optik özellikleri (Parlaklık, beyazlık, opaklık, sarılık) belirlenmiştir (Tablo 35 ve 36).

Yapılan değerlendirmelerin sonucunda klonlar lif özellikleri ile kağıtlarının fiziksel ve optik özelliklerine göre öncelik sınıflamalarına tabi tutulmuşlardır. En önemli lif özellikleri olan lif boyu, çeper kalınlığı ve keçeleşme katsayısı yönlerinden *P. deltooides* klonları “S.307-26” ve “Samsun” başarılı bulunmuştur (Tablo 38). Kağıtlarının fiziksel özelliklerine göre NSSC yöntemi ile elde edilen hamurlardan yapılan kağıt örnekleri için “Lena” klonu, Soda yöntemi ile elde edilen kağıt örnekleri için ise “Samsun” klonu daha başarılı bulunmuştur (Tablo 39). Optik özellikler yönünden önemli görülen parlaklık, beyazlık ve opaklık değerlerine göre NSSC yöntemi ile elde edilen kağıtlar için “Lena” klonu, Soda yöntemi ile elde edilen kağıtlar için “Cima” ve “Samsun” klonları daha başarılı görülmektedir.

Sonuçta, selüloz üretim yöntemine bağlı olarak incelenen özelliklere göre NSSC yöntemi için “Lena” klonu, Soda yöntemi için “Samsun” klonu uygun görülmektedir. Kavak odununun tüm kullanım yerleri için genel bir değerlendirme yapılacak olursa, *P. deltooides* klonları I-214 kontrol klonu ile diğer *P. x euramericana* klonlarına göre daha başarılı bulunmuşlardır. Bu değerlendirmelerin ışığında “S.307-26” nolu *P. deltooides* klonunun ulusal tescilinin “İZMİT” ismi altında yapılmasının uygun olacağı görüşüne varılmıştır.



## SUMMARY

In this study, growth performances of the poplar clones at the experiments established in 3 different sites of Marmara Region (Table 1-3) were investigated. Apart from this, technological wood properties and paper characteristics of the clones selected from experiment at İzmit and control clone "I-214" were studied. The experiments were established in 1988 as A and B series with 20+8=28 poplar clones at each site (Figure 1). Evaluations of the clones regarding their growth performances on height, diameter and survival were made at the end of 12 year rotation period (Table 4, 5, 7, 8, 10, 11). Furthermore, volume productions and mean annual volume increments of the clones per hectare were calculated using the volume tables prepared for "I-214" (Table 6, 9, 12). Interactions between the sites and clones were also investigated (Table 13, 14 and Figure 14, 15).

Stem analyses were made for 12 clones determined at İzmit experiment. Growth values and volume productions of these clones per hectare were calculated (Table 15 and 16). Average volume production of *P. deltoides* clones was found as 236.5 m<sup>3</sup>/ha, while this was found as 208.9 m<sup>3</sup>/ha for *P. x euramericana* clones. *P. deltoides* clones (*Lena*, *S.307-26*, *Samsun*) and *P. x euramericana* clones (*L.Avanzo*, *10/62*, *Cima*) showing superior growth performances were selected to be compared with control clone "I-214" for their technological wood characteristics and paper properties.

Physical and mechanical properties of wood samples of the clones; moisture, basic density, shrinkage and swelling, bending strength, compression strength, dynamic bending strength and hardness were determined in accordance with the related standards (Table 17-27). *P. deltoides* clones "Samsun", "S.307-26" and "Lena" showed better technological wood characteristics than the *P. x euramericana* clones. The values concerning the morphological characteristics of wood samples of the clones; fiber length, fiber diameter, wall thickness and lumen width were determined (Table 28). Moreover, the values depending on the relations between fiber dimensions, felting coefficient, elasticity ratio, Runkel's ratio, flexibility ratio, rigidity coefficient and Muhlstep ratio were calculated (Table 29).

Freeness degrees of the pulps obtained by NSSC and Soda methods were determined (Table 30, 31) and chemical analyses were made to find out the percentages of some components of wood samples such as, ash, lignin, holocelulose and  $\alpha$  celulose (Table 32).

Physical properties (basis weight, thickness, specific gravity, tearing factor, breaking length, bursting factor) and optical properties (brightness,

whiteness, opacity, yellowness) of the paper samples obtained by NSSC and Soda methods were determined (Table 35 and 36).

Consequently, the tested clones were classified based on the priorities of fiber morphologies of wood samples and physical and optical properties of paper samples. *P. deltoides* clones, “S.307-26” and “Samsun” were found as the most satisfactory clones concerning their fiber length, cell wall thickness and felting coefficient (Table 38). According to the results of physical properties of paper samples obtained by NSSC and Soda methods, the clones “Lena” and “Samsun” were taken the first priority for NSSC and Soda methods respectively (Table 39). “Lena” should also be suggested for NSSC method when the important optical characteristics; brightness, whiteness and opacity are taken into consideration. Optical characteristics of “Cima” and “Samsun” were found suitable for Soda method. “Lena” and “Samsun” are the most convenient clones for pulp production by NSSC and Soda methods respectively. *P. deltoides* clones have generally better growth characteristics, wood and paper properties than *P. x euramericana* clones including control clone “I-214” for utilization of poplar wood.

According to the results of this investigation, it has been proved that “S.307-26” is the most outstanding *P. deltoides* clone concerning its growth performance and wood properties. Therefore, it is highly recommended for national registration in the name of “**İZMİT**”.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- ANON. 1992 : Synthesis of National Reports on Activities related to poplar and Willow Areas, production, consumption and the functioning of National Poplar Commissions. 19 th Session of IPC, Zaragoza.
- ANON. 1995 : Orman Bakanlığı. Ormancılık Araştırma Master Planı (1995-1998).
- ANON. 1999 : Report of National Poplar Commission of Turkey (Period 1996-1999). Ministry of Forestry. Ankara.
- ANON. 2000 : Selüloz ve Kağıt Sanayii Vakfı. Yıllık Rapor 2000. İstanbul.
- AS, N., 1992 : *Pinus pinaster* (Ait)'in Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- ATİK, C., 1995 : Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) ve Kağıt Sanaii. Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- BERKEL, A., 1970 : Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No :147, Cilt : I, İstanbul.
- BİRLER, A.S., UMACI, A., DOĞRU, M., USTA, H., 1978 : Melez Kavak Odununun Bazı Teknolojik Odun Özellikleri ve I-214 Klonu ile Mukayeseli Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No.7, İzmit.
- BİRLER, A.S., 1983 : "I-214" Melez Kavağı Plantasyonlarında Hasılat Araştırmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No.19, İzmit.
- BİRLER, A.S., KOÇAR, S., 1991 : Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Bölgesinde Kavak Yetiştiriciliğinin Optimasyonu ve Sosyo-Ekonomik Önemi. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.
- BISOFFI, S. 1989 : Recent Developments of Poplar Breeding in Italy. Recent Developments in Poplar Selection and Propagation Techniques. Proceedings, Meeting of the IUFRO Working Party S2.02.10.Hann.Münden.
- BOSTANCI, Ş., 1985 : Adi Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) Odununun Kağıt Endüstrisinde Değerlendirilme Olanakları, TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No :4, Ankara.
- BOYDAK, M. 1986 : Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve GAP'ta Ormancılığın Yeri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri B.1. Cilt 36, Sayı 2, İstanbul.
- BOZKURT, A.Y VE GÖKER, Y., 1996 : Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:436, İstanbul.
- BOZKUR, A.Y VE ERDİN, N., 1989 : Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 3572/4, İstanbul.
- BRITT, K.W., 1970 : Handbook of pulp and paper technology. Van Nostrand Reinhold Company, Newyork.

- BROWNING, B.L., 1967 : Methods of Wood Chemistry Volume I-II, Interscience Publishers, Newyork.
- CASEY, J.P., 1980 : Pulp and Paper Third Edition, Interscience Publishers Inc., Newyork.
- DINWOODİE, J.M., 1965 : The Relationship between Fiber Morphology and Paper Properties, Tabbi Vol. 48, No:8,
- EROĞLU, H., 1990 : Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 6, Trabzon.
- GÖKER, Y., 1969 : Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları (*Pinus nigra* var. *pallasiana*)'nın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Kullanılış Yerleri Hakkında Araştırmalar, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No : 613/22, Ankara.
- GRANT, J., 1958 : Celulose Pulp and Alliet Product. Leonard Hill Limited, London.
- HUŞ, S., 1966 : Orman Mahsülleri Kimyası, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 105, İstanbul.
- HUŞ, S., TANK, T., GÖKSEL, E., 1978 : Türkiye'de (Tarsus-Karabucak) Yetişen Ökalyptus (*Eucalyptus camendulensis* Dehn.) Türü Odununun Morfolojik yönden Etüdü ve Yarı Kimyasal Selülozun Kağıt Sanayinde Değerlendirilme İmkanları, TÜBİTAK Yayınları, No:275.
- ISTAS, J.R., HEREMANS, R., ROEKELBOOM, H.L., 1954 : I.N.E.A.C Serie Technic No : 43, 29
- KIRCI, H., 1987 : Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Odununun Kağıt Endüstrisinde Değerlendirilmesi Üzerine Araştırmalar, K.T.Ü Dergisi Cilt : 10, Sayı : 1-2, Trabzon.
- LIBBY, C.E., 1962 : Pulp and Paper Science and Technology, Mc-Grow Hill Book Company, Newyork.
- MICHEL, M.F., VİLLAR, M., PİNON, J., TEİSSİER DU CROS, E., 1989: Recent Developments in the INRA Poplar Improvement Programe. Recent Developments in Poplar Selection and Propagation Techniques. Prroceedings, Meeting of the IUDRO Working Party S2.02.10, Hann, Münden
- PPI. 2000 : Pulp and Paper International. Annual Review. TURKEY: Turkish quake touches output.
- PADRO, A., HERNANDEZ, C. 1989 : Selection of Euramericana Hybrid Poplar in Spain. Recent Developments in Poplar Selection and Propagation Techniques. Preceedings, Meeting of the IUFRO Working Party S2.02.10, Hann. Münden.
- RYDHOLM, S.A., 1965 : Pulping Proceesses, John Wiley and Sons Inc. Newyork.
- STETTLER, R.F., KOSTER, R., STEENACKERS, V. 1980 : Interspecific Crossability Studies in Poplars. Theoretical and Applied Genetics. 58

- TANK, T., 1978 : Türkiye’de Kayın ve Gürgen Türlerinin Nötral Sülfid Yarı Kimyasal (NSSC) Metodu İle Değerlendirilme İmkanları, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 231, İstanbul.
- TANK, T., 1980 : Selüloz Üretimim Bakımından Doğu Çınarı (*Platanus orientalis* L.) Odununun Bazı Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 290, İstanbul.
- TEISSIER DU CROS, E., 1984: Breeding Strategies with Poplars in Europe. Forest Ecology and Management, 8 (1984). Elsevier Science Publishers B.V.
- TUNÇTANER, K., AKKAN, A., ZENGİNGÖNÜL, K.A., ERTAN, E., AKYILMAZ, M., PAMİR, E., ERTAŞ, S. 1983 : Türkiye populetumları araştırma sonuçları Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No.19, İzmit
- TUNÇTANER, K. 1988 : Kavak Genetik ve Seksiyon Çalışmalarında Gelişmeler ve İthal Edilen Bazı Yeni Kavak Klonunun Fidanlık Performansları ile İlgili Karşılaştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No.1988/1, İzmit
- TUNÇTANER, K. 1990 : Çeşitli Söğüt Klonlarının Genetik Varyasyonları ve Türkiye’nin Değişik Yörelere Adaptasyonları Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No.150, İzmit.
- TUNÇTANER, K., 1991: Kuzet Amerika Karakavağı (*Populus deltoides* Bartr.) Orijinleri ile I-214 Melez Kavak Klonunun Büyüme Yönünden Karşılaştırılması. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi No.16, İzmit
- TUNÇTANER, K., TULUKÇU, M., TOPLU, F., 1994 : Bazı Kavak Klonlarının Büyüme ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No : 170, İzmit.
- TUNÇTANER, K., TULUKÇU, M., TOPLU, F., DURCAN, E., 1998 : Marmara ve Orta Anadolu Bölgeleri Oryantasyon Populetumları Araştırma Sonuçları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No.185, İzmit.
- VAN ACKER, J., STEENACKERS, J., STEVENS, M. 1992 : Characterization of Fast Growing Belgian Poplar Clones for Industrial Transformations. International Poplar Commission 19 th Session, Zaragoza
- WATSON, A.J., DADSWELL, H.E., 1964 : Influence of Fiber Morphology on Paper Properties. Appita Volume 17, No :6.
- WEISGERBER, H. 1989 : Current Findings in Poplar Breeding and the Possibilities for Their Application in the Federal Republic of Germany. Recent Developments in Poplar selection and Propagation Techniques. Proceedings, Meetings of the IUFRO Working Party S2.02.10, Hann.Münden.