

Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 303
Müdürlük Yayın No : 255

ISSN 1300-395X

**I-45/51 (*P. x euramericana* (Dode) Guinier cv.) MELEZ
KAVAĞI İÇİN HACİM TABLOSU DÜZENLENMESİ VE
YOĞUNLUK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

(ODC: 521.27: 523: 524: 525: 812.144: 812.31: 176.1: Populus)

A Study of Volume Tables and Wood Density for I-45/51 (*P. x euramericana*
(Dode) Guinier cv.) Poplars

**Dr. Sacit KOÇER
Gökhan ŞENER - Ahmet DİNER**

TEKNİK BÜLTEN NO: 205

**T.C. ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI
Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü**

MINISTRY of ENVIRONMENT and FORESTRY
POPLAR and FAST GROWING FOREST TREES RESEARCH INSTITUTE

İZMİR/TÜRKİYE

ÖNSÖZ

“I-45/51 (*P. x euramericana* (Dode) Guinier cv.) Melez Kavağı İçin Hacim Tablosu Düzenlenmesi ve Yoğunluk Değerlerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma, Tarımsal Araştırma Projesi (TARP) desteğinde, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü'nün İZT-319 numaralı projesi olarak yürütülmüştür.

Bilgi ve deneyimlerini emekli olduktan sonra da sürekli olarak bizimle paylaşmaya devam eden ve bu çalışmada da değerli katkılarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ali Sencer BİRLER'e tüm içtenliğimizle teşekkür ederiz.

Tüm yoğun çalışmalarına rağmen, özellikle yoğunluk değerlerinin belirlenmesi konusundaki katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Nusret AS'a çok teşekkür ederiz.

Arazi ve laboratuvar aşamalarındaki emeklerinden dolayı Sayın Ergün ÖZTÜRK'e teşekkür ederiz.

Bu çalışmanın kavak odunu faydalanicıları başta olmak üzere tüm ilgili kesimlere yararlı olmasını dileriz.

Aralık 2006, İzmit.

Dr. Sacit KOÇER
Gökhan ŞENER – Ahmet DİNER

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÖZETÇE	VIII
ABSTRACT	VIII
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	2
2.1. Materyal	2
2.1.1. Hacim Tablosu Materyali	2
2.1.2. Yoğunluk Değerleri Materyali	6
2.2. Yöntem	8
2.2.1. Hacim Tablosu Düzenleme Yöntemi	8
2.2.2. Yoğunluk Değerlerini Belirleme Yöntemi	9
3. BULGULAR	12
3.1. Hacim Tabloları	12
3.1.1. Kabuk Faktörleri	12
3.1.2. Gövde Hacim Tablosu	14
3.1.3. Ağaç Hacim Tablosu	18
3.1.4. Ürün Çeşitleri Hacim Tablosu	22
3.1.5. Ağaç Dip Çapı - Göğüs Çapı İlişkisi	31
3.2. Yoğunluk Değerleri	32
3.2.1. Hacim Ağırlık Değeri	34
3.2.2. Tam Kuru Yoğunluk Değeri	34
4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	35
5. ÖZET	37
6. SUMMARY	38
7. KAYNAKÇA	40

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. I-45/51 melez kavağı hacim tablosu materyalinin örneklendiği yöreler	3
tablo 2. Örneklenen ağaçların çap ve boy sınıflarına dağılımı	4
Tablo 3. I-45/51 melez kavağı hacim tablosu materyalinin çap ve boy sınıflarına dağılımı	5
Tablo 4. Yoğunluk değerleri için örneklenen ağaçların çap sınıflarına dağılımı	7
Tablo 5. Yoğunluk değerleri için örneklenen ağaçların yörelere göre dağılımı	7
Tablo 6. I-45/51 melez kavağı gövde kabuklu yarıçapını kabuksuz yarıçapa göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	13
Tablo 7. I-45/51 melez kavağı dal kabuklu yarıçapını kabuksuz yarıçapa göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	14
Tablo 8. I-45/51 melez kavağı gövde hacmini (V) kabuklu göğüs çapı (d) ve ağaç tam boyuna (h) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	15
Tablo 9. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre kabuklu gövde hacim tablosu (dm ³)	16
Tablo 10. I-45/51 melez kavağında dal odunu oranını (% B) kabuklu göğüs çapına göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	18
Tablo 11. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapına göre dal odunu oranları (% B)	18
Tablo 12. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre kabuklu ağaç hacim tablosu (dm ³)	20
Tablo 13. I-45/51 melez kavağında soymalık tomruk oranını (STO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	23
Tablo 14. I-45/51 melez kavağında yongalık odun oranını (YOO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	23
Tablo 15. I-45/51 melez kavağında kerestelik tomruk oranını (KTO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	24
Tablo 16. I-45/51 melez kavağında ıskarta odun oranını (IOO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	24
Tablo 17. I-45/51 melez kavağında ağaç hacmine oranla elde edilebilecek ürün çeşidi oranlarının değişik göğüs çaplarındaki değerleri	26
Tablo 18. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyuna göre ürün çeşitleri hacim tablosu (dm ³)	27
Tablo 19. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapını (d) kabuklu dip çapına (d ₀) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler	31
Tablo 20. I-45/51 melez kavağı tam yoğunluk değerleri frekans dağılımı	32
Tablo 21. I-45/51, 1-214 ve samsun klonlarında hacim değerleri	35

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1-45/51 melez kavağı gövdesinde kabuklu – kabuksuz yarıçap ilişkisi	13
Şekil 2. 1-45/51 melez kavağı dalında kabuklu – kabuksuz yarıçap ilişkisi	14
Şekil 3. 1-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapına göre dal odunu oranı (% b) gelişimi	19
Şekil 4. 1-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapına göre dal odunu miktarı gelişimi	19
Şekil 5. 1-45/51 melez kavağında ağaç hacminden elde edilebilecek ürün çeşidi oranlarının kabuklu göğüs çaplarına göre gelişimi	25
Şekil 6. 1-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapı - dip çap ilişkisi	31
Şekil 7. 1-45/51 melez kavağı hacim ağırlık değerleri frekans dağılımı	33
Şekil 8. 1-45/51 melez kavağı tam kuru yoğunluk değerleri frekans dağılımı	33

ÖZETÇE

Populus x euramericana (Dode) Guinier cv. "I-45/51" klonu Türkiye’de tescil edilen ve ağaçlandırmalarda kullanılan önemli bir ticari klondur. I-45/51 melez kavağı Türkiye’de Orta Karadeniz ve Marmara Bölgeleri’nde yetiştirilmektedir. I-45/51 melez kavağının odunu soymalık tomruk, kerestelik tomruk ve yongalık odun olarak pazarlanmaktadır.

Bu çalışmada ilk olarak, kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre, çift girişli gövde, ağaç ve ürün çeşitleri hacim tabloları düzenlenmiştir. Ayrıca, örneklenen materyalden elde edilen numunelerle, yoğunluk değerleri belirlenmiştir. Hacim ağırlık değeri $0,339 \text{ g/cm}^3$ ($339,399 \text{ kg/m}^3$) ve tam kuru yoğunluk değeri $0,389 \text{ g/cm}^3$ ($388,838 \text{ kg/m}^3$) olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kavak, I-45/51, hacim tablosu, odun yoğunluk

ABSTRACT

Populus x euramericana (Dode) Guinier cv. "I-45/51" is a registered commercial poplar clone for plantation establishment in Turkey. This clone is largely used in the Marmara and Central Black Sea regions. The wood of "I-45/51" clone is marketed as veneer timber, saw log and for chipping purposes.

In this study, volume tables were arranged for "I-45/51" clone which give tree stem volume, total tree volume and their volume by wood assortments as a function of tree diameter at breast height and total tree height.

In this study, mean density values for the wood of "I-45/51" clone were estimated as $0,339 \text{ g/cm}^3$ ($339,399 \text{ kg/m}^3$) for basic density (dry wood weight / green wood volume) and $0,389 \text{ g/cm}^3$ ($388,838 \text{ kg/m}^3$) for dry wood density (dry wood weight / dry wood volume).

Key words: Poplar, I-45/51, volume tables, wood density

1. GİRİŞ

Türkiye’de Karakavak klonları yanında, I-45/51 ve I-214 melez kavakları ile Samsun (I-77/51 *P. deltoides*) klonlarının tescili yapılmış ve ağaçlandırmalarda yaygın olarak kullanılmıştır. Halen I-214 melez kavağı ağaçlandırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda Samsun kavağının yaygınlaşmaya başlamasıyla, I-45/51 melez kavağının önemi azalmıştır.

I-45/51 bir *euramericana melez kavağıdır*. Euramericana melez kavakları, Aigeiros seksiyonuna giren *Populus deltoides* Bartr. (Amerikan karakavakları) ve *Populus nigra* L. (Avrupa ve Asya karakavakları) türleri arasındaki döllemelerden elde edilmiş melez kültürlerdir. Bu melez kavak kültürlerinin tamamı *Populus x euramericana (Dode) Guinier* olarak isimlendirilmektedir (Anon 1994, s.8). I-45/51 melez kavağı, *P. deltoides ssp. angulata* (anne) ve *P. nigra cv. Robusta* (baba) bireylerinin çaprazlanmasıyla, 1951 yılında İtalya’da elde edilmiştir. *Populus x euramericana (Dode) Guinier cv. “I-45/51”* olarak adlandırılan kavak klonu, erkek bir klondur (Sekawin 1977, s. 59).

1959 yılında İzmit’te 42 adet klonla kurulan Marmara Oryantasyon Populetu’nda yapılan araştırmada, I-45/51 melez kavağı, I-214 melez kavağından sonra, çap, boy ve hacim gelişimi açısından 2. sırada yer almıştır (Birler ve Ark. 1978, s. 169). Ülkemizde kurulmuş olan populetumların araştırma sonuçlarına göre, I-45/51 melez kavağının Karadeniz Bölgesi’nde başarılı olduğu belirlenmiştir (Tunçtaner ve Ark. 1983, s. 270).

Marmara Bölgesi’nde 1988 yılında kurulan mukayese populetumlarında (İzmit, Meriç ve Bursa) I-45/51 melez kavağı başarılı bulunmuştur. I-45/51 melez kavağı; İzmit mukayese populetumunda, I-214 melez kavağına göre, çap ve yaşama oranı bakımından daha iyi, boy bakımından daha kötü gelişim göstermiştir. Bursa mukayese populetumunda I-214 melez kavağına göre, boy ve yaşama oranı bakımından daha iyi, çap bakımından daha kötü gelişim göstermiştir. Meriç mukayese populetumunda ise, I-214 melez kavağına göre yaşama oranı bakımından daha iyi, çap ve boy bakımından daha kötü bir gelişim göstermiştir (Tunçtaner ve Ark. 1998, s. 17-19). Marmara Bölgesi’ndeki mukayese populetumlarının 12. yıl sonunda yapılan değerlendirmelerine göre, hacim bakımından, I-45/51 melez kavağı, İzmit ve Bursa populetumlarında Samsun kavağından düşük I-214 melez kavağından daha iyi, Meriç populetumunda ise her iki klondan daha düşük gelişim göstermiştir (Tunçtaner ve Ark. 2004, s. 27-35).

1978 yılı sonbaharında Samsun-Terme’de kurulan populetumda yapılan çalışmaya göre, I-45/51 melez kavağı, I-214 melez kavağından daha iyi, fakat Samsun kavağından daha kötü bir gelişim göstermiştir. I-45/51 melez kavağının hacim ağırlık değeri, I-214 melez kavağından daha büyük, Samsun kavağından daha düşük belirlenmiştir (Tunçtaner ve Ark. 1994, s. 8-11).

1991 yılında 24 adet kavak klonuyla Isparta’da kurulan denemelerde; I-214, I-45/51 ve Samsun klonları arasında, I-45/51 melez kavağı çap gelişimi açısından 2., boy gelişimi açısından 3. ve yaşama oranı bakımından 1. sırada yer almıştır (Tunçtaner ve Ark. 2002, s. 15).

I-45/51 melez kavağı ile kurulan ağaçlandırmalardan elde edilen ürünün hacmini belirlemek üzere, hacim tablolarına gereksinim duyulmaktadır. I-45/51 melez kavağının odunu, ürün çeşidi olarak soymalık tomruk, kerestelik tomruk ve yongalık odun sınıfına göre pazarlanmaktadır. Bu çalışmada, I-45/51 melez kavağının hacmini, kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre veren çift girişli gövde ve ağaç hacim tabloları ile ürün çeşitleri hacim tablolarının düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bunların yanında, I-45/51 melez kavağının olarak, hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluk değerleri belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Hacim tabloları düzenlemek ve odun yoğunluk değerlerini belirlemek için gereken materyal, örneklenerek kesilen ağaçlardan sağlanmıştır.

2.1.1. Hacim Tablosu Materyali

Hacim tablosu düzenlemek amacıyla; Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'ndeki kamu ve özel şahıslara ait, I-45/51 melez kavağı ile kurulan ağaçlandırmalardan örnek ağaçlar alınmıştır. Örneklenen ağaçlandırma alanında bulunan ağaçları temsil edecek şekilde, normal yapıdaki ve değişik çap ve boylardaki ağaçlar örneklenmiştir. Taç yapısı normal olmayan, tepesi kırık, çatal gövdeli, gövdesi yaralı veya çatlak olan ağaçlar örneklenmemiştir.

Örneklenen kavaklıkta ve kesilen ağaçlarda aşağıdaki işlem, ölçme ve gözlemler yapılmıştır:

Arazide Yapılan İşlemler:

- Örneklenen kavaklığın boyu ölçüldükten sonra, tüm çap kademelerini içine alacak şekilde ağaçlar örneklenmiştir.

- Kesilen ağaçların dip kütüklerindeki yıllık halkalar sayılarak, ağaç yaşı ve dikim yılı belirlenmiştir.

- Ağaç tam boyu ölçmeleri: Kesilen ağacın toprak yüzeyinden ağacın tepe tomurcuğuna kadar olan tam boyları santimetre duyarlılıklarla ölçülmüştür.

- Gövdede seksiyon örnekleme: Yerden, 1,30 m yükseklik dahil, tepe tomurcuğuna kadar 1 metre ara ile kesitler alınmıştır.

- Göğüs çapı ölçmeleri: Kesilen ağacın 1,30 m yüksekliğindeki kesitin çapları birbirine dik yönde ölçülmüş ve ortalaması alınarak, göğüs çapı ölçümü milimetre duyarlılıkla belirlenmiştir.

- Seksiyon ucunda, dal şişkinliği ve benzeri oluşumlardan kaynaklanan anormal yapı görülmesi durumunda kesit, seksiyon ucuna olabildiğince yakın olacak şekilde, işaretin aşağısından veya yukarisından alınmıştır.

- Örneklenecek dalların belirlenmesi: Gövdeye 1 m uzaklıktaki kabuklu çapları 5 santimetreden kalın olan dallar, yonga sanayinde değerlendirilme olanağı

göz önüne alınarak örneklenmiştir.

- Dal tam boyu ölçmeleri: Gövdeden dalın ucuna kadar olan dal tam boyları santimetre duyarlılıkla ölçülmüştür.

- Dalda seksiyon örnekleme: Dal üzerinde 1 metre ara ile kesitler alınmıştır. Ancak ilk kesit, dalın gövde ile birleştiği yerdeki şişkinlikten kaçınmak amacıyla gövdeden 10 cm uzaklıkta alınmıştır.

- Diğer ölçü ve gözlemler: Ağaçlandırmanın dikim aralığı, uygulanan bakım işlemleri ile böcek ve hastalıklar konusunda bilgiler not edilmiştir.

- Seksiyon uçlarından alınan kesitler kurutulup, zımparalandıktan sonra laboratuvara getirilmiştir.

Laboratuvarda ve büroda yapılan işlemler

- Kesilen ağaçların, çap ve boy sınıflarındaki sayıları dikkate alınarak, bir bölümü gövde analizi yapılmak üzere örneklenmiştir.

- Örneklenen ağaçlar ve dalları birlikte gövde analizi yapılmıştır. Kalan ağaçlar ve bunların dallarının hacimleri seksiyon yöntemiyle belirlenmiştir.

- Kabuk kalınlığı ölçmeleri: Kesilen ağaçların kabuklu ve kabuksuz çap arasındaki farkı belirlenerek, seksiyonlardaki kabuk kalınlıkları hesaplanmıştır.

- Gövde analizi yapılan gövdelerin ve dalların son yıl dışındaki kabuksuz çap değerlerine; belirlenen kabuk faktörleri (ileriki bölümlerde anlatılacak) yardımıyla hesaplanan kabuk kalınlıklarını ekleyerek, kabuklu çap değerleri elde edilmiş ve hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılacak veri zenginleştirilmiştir.

Hacim tablosu düzenlemek amacıyla; değişik çap, boy, yaş, sıklık ve yörelerde olmak üzere, toplam 178 adet I-45/51 melez kavağı örneklenmiştir. Örneklenen ağaçların yörelere göre dağılımı Tablo 1'de, çap ve boy sınıflarına dağılımı Tablo 2'de ve hacim tablosu materyalinin çap ve boy sınıflarına dağılımı Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 1. I-45/51 melez kavağı hacim tablosu materyalinin örneklendiği yöreler

Yöre Adı	Örnekleme Yılı	AĞAÇ SAYISI		
		Gövde Analizi Yapılan	Seksiyon Ölçümü Yapılan	Toplam
Edirne	2000	5	2	7
Uzunköprü	2000-2002	19	23	42
İpsala	2000-2002	32	57	89
Akyazı	2000	10	-	10
Samsun	2000	15	15	30
TOPLAM		81	97	178

Tablo 2. Örneklenen ağaçların çap ve boy sınıflarına dağılımı

GÖĞÜS ÇAPI (cm)	AĞAÇ TAM BOYU (m)												Toplam
	10,0 11,9	12,0 13,9	14,0 15,9	16,0 17,9	18,0 19,9	20,0 21,9	22,0 23,9	24,0 25,9	26,0 27,9	28,0 29,9	30,0 31,9	32,0 33,9	
12,0-13,9	1		4	1									6
14,0-15,9		1		3									4
16,0-17,9			3	5	2								10
18,0-19,9			1	3	6	3							13
20,0-21,9				5	8	6							19
22,0-23,9				6	4	6	2						18
24,0-25,9				1	7	5	7	2					22
26,0-27,9					5	5	4	3		1			18
28,0-29,9					2	3	8	3	1				17
30,0-31,9						3	7	1					11
32,0-33,9							5	6	2			2	15
34,0-35,9						1	2	1	3	1	1	3	12
36,0-37,9						1	1	3	3			3	11
38,0-39,9									1				1
40,0-41,9										1			1
Toplam	1	1	8	24	34	32	37	19	10	3	1	8	178

Tablo 3. I-45/51 melez kavağı hacim tablosu materyalinin çap ve boy sınıflarına dağılımı

GÖĞÜS ÇAPI (cm)	A ĞAÇ TAM BOYU (m)														Toplam
	6,0 7,9	8,0 9,9	10,0 11,9	12,0 13,9	14,0 15,9	16,0 17,9	18,0 19,9	20,0 21,9	22,0 23,9	24,0 25,9	26,0 27,9	28,0 29,9	30,0 31,9	32,0 33,9	
4,0-5,9	11	2													13
6,0-7,9	10	7													17
8,0-9,9	3	8													11
10,0-11,9		7	6	4											17
12,0-13,9		4	9	7	8	1									29
14,0-15,9			8	11	8	6									33
16,0-17,9		1	7	9	13	13	4								47
18,0-19,9			2	10	11	11	11	4							49
20,0-21,9				6	12	18	15	12	1						64
22,0-23,9					10	13	13	14	5	1					56
24,0-25,9					1	12	17	12	16	5	1				64
26,0-27,9						4	12	9	10	8		1			44
28,0-29,9						1	8	7	13	8	5	1			43
30,0-31,9							1	11	10	2	5	5	2		36
32,0-33,9							1	1	10	9	3	2	5	2	33
34,0-35,9								2	2	4	3	1	3	3	18
36,0-37,9								1	1	4	5			3	14
38,0-39,9											1				1
40,0-41,9												1			1
Toplam	24	29	32	47	63	79	82	73	68	41	23	11	10	8	590

2.1.2. Yoğunluk Değerleri Materyali

Odun yoğunluk değerlerinin belirlenmesinde, hacim tablosu düzenlemek amacıyla kesilen ağaçlar arasından örneklenen 20 adet ağaçtan alınan numuneler materyal olarak kullanılmıştır. Numunelerin alınmasında Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) TS 2470 (Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler) ve TS 2472 (Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini) numaralı standart dikkate alınmıştır.

TS 2470'te, "*Deney parçası sayısı, düşünülen amaca kullanılacak numune alma metoduna, deneyden beklenen sıhhat derecesine göre saptanmalıdır. Ana fiziksel ve mekaniksel özelliklerin değerleri % 95 güven sınırları içerisinde % 5 deney sıhhati veren bir endekse göre tayin edilir*" denilmekte ve birim hacim ağırlığının varyasyon katsayısının %10 olması öngörülmektedir.

TS 2472'ye göre "*deney parçaları, lif doğrultusunda boyu 25 ± 5 mm, en kesit boyutları 20 mm olan dik kare prizma biçiminde hazırlanmalıdır. Yıllık halkaları 4 mm'den geniş olan odundan deney parçası hazırlanması halinde en kesit boyutları en az beş yıllık halka ihtiva edecek şekilde artırılmalıdır. Mutat birim hacim ağırlığını tayin için, hacmi kolaylıkla ölçülebilen, herhangi bir geometrik biçimde deney parçası hazırlanabilir*" denilmektedir. Aynı standartta mutat birim hacim ağırlığı, "*deney parçasının, tam kuru durumdaki ağırlık değerinin, rutubet miktarı lif doygunluğu noktasına eşit veya daha çok olan hacmine oranı*" olarak tanımlanmaktadır. Ancak, kavak ağacının yıllık halkalarının genişliği nedeniyle, numunelerin boyutları, söz konusu standarttan farklılık göstermiştir.

Anılan standart, kavağa göre oldukça dar yıllık halkalara sahip ağaç türleri için geçerli olabilecektir. Kavak ağacının yıllık halkaları geniş olduğu için, bazı numunelerde 5 yıllık halkayı kapsayan deney parçasının en kesit uzunluğu 150 mm'ye ulaşabilmektedir. Ayrıca, örneklenen ağaçlar, en fazla 16 yaşında ve yıllık halkaları geniş olduğu için, özellikle ağacın üst bölümlerinden alınan bazı numunelerin 5 adet yıllık halkayı kapsamaması mümkün olmamıştır.

Odun yoğunluk değerlerinin belirlenmesinde kullanılacak verilerin elde edilebilmesi için, örnekleme ve numune alma konusunda, aşağıda belirtilen ilkelere göre ağaçlar belirlenmiş, numuneler alınmış ve sayısı belirlenmiştir:

1. Hacim tablosu için kesilen ağaçların %10'u kadar ağaç örneklenmiştir (20 ağaç).

2. İdare süresi sonunda, kavak ağaçları 10 yaşından büyük ve göğüs çapları 20 cm'den kalın olmaktadır. Bu nedenle, göğüs çapı 20 cm ve daha büyük olan ve 10 yaş üzerindeki ağaçlar örneklenmiştir. Hacim tablosu için kesilen 178 ağaç içerisinde toplam 36 ağaç değerlendirme dışı bırakılarak, toplam 142 adet ağaç içerisinde örnekleme yapılmıştır. Örneklenen ağaçların çap sınıflarına dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Yoğunluk değerleri için örneklenen ağaçların çap sınıflarına dağılımı

Çap Sınıfı (cm)	Ağaç Sayısı	Örneklenen Ağaç Sayısı	Oranı (%)
20-21	17	2	12,0%
22-23	17	2	12,0%
24-25	22	3	15,5%
26-27	18	3	12,7%
28-29	17	3	12,0%
30-31	11	2	7,7%
32-33	15	2	10,6%
34-35	12	2	8,5%
36-37	11	2	7,7%
38-39	1	1	0,7%
40-41	1	0	0,7%
Toplam	142	20	100,0%

3. Örneklenen ağaçlar, değişik yörelerde hacim tablosu için örneklenen ağaçların sayılarına göre de orantılı olarak alınmış ve Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Yoğunluk değerleri için örneklenen ağaçların yörelere göre dağılımı

Yöre Adı	Ağaç Sayısı	Örneklenen Ağaç Sayısı	Oranı (%)
Edirne	6	1	4,2%
Uzunköprü	28	4	19,7%
Keşan	82	11	57,7%
Akyazı	10	1	7,0%
Terme (İyi)	5	1	3,5%
Terme (Kötü)	11	2	7,7%
Toplam	142	20	100,0%

4. Yoğunluk değerlerinin belirlenmesinde kullanılacak deney parçaları (numuneler), göğüs yüksekliğindeki kesit ve 0. metreden başlamak üzere her 2. metredeki seksiyon kesitlerinin karşılıklı iki yarıçapından alınmıştır.

5. Çapı 5 cm’den küçük olan kavak odunu ıskarta odun niteliğindedir. Bundan başka, ince çaplı kesitlerden sağlıklı numune alınamadığı için, çapı 6 cm’den küçük olan kesitlerden numune alınmamıştır. Ayrıca, özden, kenarlardan, budaktan ve benzeri odun yoğunluğunu etkileyen oluşumlardan kaçınılmıştır.

6. Numunelerin en kesit boyutu en az 5 yıllık halkayı kapsayacak biçimde artırılmış ve numunelerin liflere paralel uzunluğu 3 cm alınmıştır.

7. Numuneler, kesitin üzerindeki yıllık halka sayısına ve boyutlarına göre, aşağıda belirtildiği gibi alınmıştır:

- Kesitteki yıllık halka sayısı 5’ten az ise, 1 adet numune yarıçapın ortasına gelecek şekilde, 2x2x3cm boyutlarında alınmıştır.

- Kesitteki yıllık halka sayısı 5-9 arasında ise; 1 adet numune en az 5 adet yıllık halkayı kapsayacak ve yarıçapın ortasına gelecek şekilde, 2 cm x 5 yıllık halka genişliği x 3 cm boyutlarında alınmıştır.

- Kesitteki yıllık halka sayısı 10'dan fazla ise, her biri en az 5 adet yıllık halkayı kapsayan sayıdaki numuneler, yarıçapı temsil edecek şekilde 2 cm x 5 adet yıllık halka genişlikleri x 3 cm boyutlarında alınmıştır.

8. Dalların yoğunluk değerleri gövdeninkinden farklıdır. Ancak, dal odunu oranının az olması ve dalın, gövde ile birleştiği bölgedeki yoğunluk değerlerini değiştirmesi nedeniyle, ayrıca dal odunu için yoğunluk değerleri belirlenmemiştir.

Yoğunluk değerlerini belirlemek için örneklenen 20 adet ağacın 209 adet gövde kesitinden, yukarıda belirtilen ilkelere göre, toplam 532 adet numune alınmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Hacim Tablosu Düzenleme Yöntemi

Hacim tabloları, hacim hesabında kullanılan bağımsız değişkenlere veya bağımlı değişkenlere göre adlandırılmaktadır.

Hacim tabloları, göğüs çapı ve ağaç boyuna ($V=f(d_{1,3},h)$) veya sadece göğüs çapına ($V=f(d_{1,3})$) göre, ağacın dikili hacmini veren tablolarıdır. Çift girişli hacim tabloları, belirli bir ağaç türü için ağacın göğüs çapı ve boyuna göre hacmini veren ve düzenlenmesinde yararlanılan ağaçların alınmış olduğu bölgeler için kullanılabilir bölgesel tablolarıdır. Sadece göğüs çapına göre ağaç hacmini veren tablolara tek girişli veya özel ağaç hacim tabloları denilmektedir. Tek girişli hacim tabloları, hazırlanmış olduğu yöredeki ağaç türü, yetiştirme ortamı ve meşcere tipi için kullanılabilir yöresel tablolarıdır (Akalp 1978, s. 32; Birler 1986a, s. 24; Fırat 1973, s. 207-208; Kalıpsız 1984, s. 109-110).

Hacim tabloları, gövde hacim tablosu, gövde ve dal odunu hacimlerinin toplamından oluşan ağaç hacim tablosu ve bir ağaçtan elde edilebilecek ürünün niteliğine göre oluşturulan ürün çeşitleri hacim tablosu şeklinde düzenlenebilmektedir.

Bu çalışmada, ağacın göğüs çapına ve boyuna göre veren çift girişli; gövde, ağaç ve ürün çeşitlerini, hacim tablolarının oluşturulması amaçlanmıştır. I-45/51 melez kavağının odunu kabuklu olarak ölçüldüğü ve pazarlandığı için, hacim tabloları kabuklu göğüs çapına ve ağaç tam boyuna göre düzenlenmiştir.

Hacim tablosunun oluşturulmasında kullanılan yöntemler grafik yöntem, katsayı yöntemi, istatistik (matematik) yöntem ve hat tablo (nomogram) yöntemi olarak dört gruba ayrılmaktadır (Birler 1986a, s. 24; Birler 1986b, s. 54; Birler ve Ark. 1983, s. 157; Chapman-Meyer 1949, s. 121). Bu çalışmada, hacim tablolarının düzenlenmesinde istatistik yöntem kullanılmıştır. İstatistik yöntem uyarınca; ağaç hacmini, göğüs çapının ve ağaç tam boyunun bir fonksiyonu olarak ($V=f(d_{1,3},h)$) belirlemek amacıyla, çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Regresyon denkleminin belirlenmesinde, ilgili yapıtlarda (Akalp 1978, s. 33; Birler 1986a; Birler 1986b; Birler -Yüksel, 1983; Birler ve Ark. 1995, s. 15-16; Carus 1998, s. 57; Fırat 1973, s. 112-113; Husch ve Ark. 1982, s. 134; Özcan 2003, s. 27-28; Saraçoğlu 1988, s. 20-23) önerilen modellerin yanında, diğer olası modeller de denenmiştir. Deneysel değerleri istatistik parametrelere göre yüksek olasılık

düzeyinde dengeleyen ve ekstrem durumlarda bile deneysel değerlere en yakın teorik değerleri üreten regresyon denklemi, en uygun model olarak seçilmiştir.

Ülkemizde melez ve deltoides kavak odunları, başlıca soymalık tomruk, kerestelik (bıçkılık) tomruk ve yongalık odun olarak pazarlanmakta ve değerlendirilmektedir. Anılan bu ürün çeşitlerinin sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Sertmehmetoğlu ve Ark. 1967, s. 168; Anon 1981, s. 194-193):

- Soymalık tomruk : Kabuklu uç çapları 25 cm ve üzeri,
- Bıçkılık tomruk : Kabuklu uç çapları 17-24,9 cm,
- Yongalık odun : Kabuklu uç çapları 5-16,9 cm,
- Iskarta odun : Kabuklu uç çapları 5 cm'den ince.

Ülkemizde melez ve deltoides klon odunları yukarıdaki ürün çeşitlerine göre pazarlanması nedeniyle, klasik çift girişli hacim tabloları yanında, ürün çeşitlerine göre hacim tablosuna da gereksinim duyulmaktadır. Nitekim Birler (1986a), I-214 melez kavağı için yapmış olduğu çalışmada da ürün çeşitleri hacim tablosu düzenlemiştir. Ürün çeşitleri hacim tablosu düzenlemek amacıyla, göğüs çapına göre ürün çeşidi hacimlerinin ağaç hacmine oranlarını belirlemek için aşağıda verilen model uyarınca çoğul regresyon analizleri yapılmıştır:

$$\%V_x = f(d_{1,3}) \quad \% V_x : x \text{ ürünü hacminin ağaç hacmine oranı}$$
$$d_{1,3} : \text{Göğüs çapı}$$

Örneklenen ağaçlardaki gövde ve dalların hacimleri, SMALIAN formülü ile seksiyon yöntemine göre belirlenmiştir (FIRAT 1973, s. 41-43). Ürün çeşidi hacimleri 3 m'lik tomruklamaya göre hesaplanmıştır.

I-45/51 melez kavağında, dal odunu da yongalık veya yakacak odun olarak kullanılabilirdiğinden, gövde hacim tablosu yanında ağaç hacim tablosu da düzenlenmiştir. Ağaç hacim tablosunun düzenlenebilmesi için dal odunu oranının bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle, her ağaç için dal odunu oranı (%B) verileri, ağacın toplam dal odunu hacminin kabuklu gövde hacmine oranlanmasıyla yüzde değerler olarak elde edilmiştir.

Eşit yaşlı saf meşcerelerde, dal odunu oranı sıklık ve bonitet sınıfına göre değişmektedir (KALIPSIZ 1982, s. 143; BİRLER 1986b, s. 25). Dal odunu oranını belirlemek için $\% B = f(d_{1,3}, h)$ modeli uyarınca çoğul regresyon analizleri yapılmış ve dal odunu oranını veren regresyon denklemi elde edilmiştir.

2.2.2. Yoğunluk Değerlerini Belirleme Yöntemi

Yoğunluk değerleri olarak, Hacim Ağırlık Değeri (HAD) ve Tam Kuru Yoğunluk Değeri (TKYD) belirlenmiştir.

HAD, birim odun içerisinde bulunan odun kütlesi (kuru madde) miktarını vermektedir. HAD, özellikle selüloz ve kağıt sanayi için, birim odun içerisinde, selüloz veya mekanik odun hamuru verebilecek odun kütlesinin miktarının bilinmesi bakımından önem taşımaktadır.

Yoğunluk, bir odunun ağırlığının hacmine bölünmesi ($r = G/V$) ile hesaplanmaktadır. Odunun ağırlığı, sabit bir değer olmayıp, içerisindeki su

miktarına göre değişmektedir. Bu nedenle, sabit bir değer olması bakımından, odun ağırlığı tam kuru halde belirlenmektedir. Odunun hacmi, içerisindeki su miktarına göre değişmektedir. Odun hacminin en güvenli şekilde belirlenebileceği durumlar; birincisi, odunun içerisinde su bulunmayan tam kuru durumu ve ikincisi hücre çeperlerinin tamamen su ile doymuş olduğu ve maksimal genişlemesine ulaştığı lif doymuşluğu ve bunun üstündeki rutubet durumlarıdır. Bilimsel bakımdan en güvenli yoğunluk, % 0 rutubet derecesinde saptanan Tam Kuru Yoğunluk değeridir (BERKEL 1970, s. 353-354).

Odunun tam kuru yoğunluğu (r_o), tam kuru ağırlığının (G_d) tam kuru haldeki hacmine (V_d) bölünmesi ile elde edilmektedir:

$$r_o = \frac{G_d}{V_d}$$

r_o : Tam kuru yoğunluk (g/cm^3)
 G_d : Tam kuru ağırlık (g)
 V_d : Tam kuru hacim (cm^3)

Hacim ağırlık değeri (R), odunun tam kuru ağırlığının (G_d) yaş haldeki hacmine (V_n) bölünmesi ile belirlenmektedir (BERKEL 1970, s. 355; BOZKURT 1982, s. 125; BOZKURT-GÖKER 1987, s. 15):

$$R = \frac{G_d}{V_n}$$

R : Hacim ağırlık değeri (g/cm^3)
 G_d : Tam kuru ağırlık (g)
 V_n : Yaş haldeki hacim (cm^3)

Orta ağaç ve ağaçların çap basamaklarına dağılımı yöntemlerine göre düzenlenen tablolar arasında, hacim ve kuru madde ağırlığı yönlerinden önemli bir fark bulunmadığı görülmüştür. Homojen kuruluştaki ağaçlandırma meşcerelerinde, bir yaş basamağı orta ağacına ait dengeli hacim ağırlık değerlerinin, tüm ürünün ortalama hacim ağırlık değerini güvenilir derecede yansıtacağı belirlenmiştir (BİRLER, 1974, s.99, 138-140).

Yoğunluk değerlerinin belirlenmesinde izlenen yol aşağıda belirtilmiştir:

1. Numuneler lif doymuşluğuna ulaşana kadar (hacimleri sabitleninceye kadar 15 gün boyunca) saf suda bekletilmiştir.

2. Lif doymuşluğuna ulaşan numunelerin hacminin belirlenmesinde “**stereometrik yöntem**” kullanılmıştır. Numunelerin boyutları verniyeli kumpas ile 1/20 mm (0.05 mm) duyarlılıkla ölçülmüştür (TS 2472’ye göre 0.1 mm).

Stereometrik hacim tayini, çatlaksız ve belirli ölçülere sahip prizmalar şeklinde hazırlanan odun numunelerinin boyutlarının hassas bir kumpas yardımıyla ölçülmesi ve boyutlarının birbirleriyle çarpılması şeklinde yapılmaktadır (BERKEL 1970, s. 356-357).

3. Hacimleri belirlenen numuneler, fırında $103^{\circ}C \pm 2$ derecede, tam kuru hale gelene kadar (ağırlığı değişmez hale gelene kadar en az 96 saat boyunca) kurutulmuştur.

4. Tam kuru haldeki numuneler, desikatöre alınarak soğutulmuş ve 0.0001 g duyarlılıkla tartılmış (TS 2472’ye göre 0.01 g) ve stereometrik yöntemle hacmi belirlenmiştir.

5. Tam kuru haldeki hacmi ve ağırlığı ile yaş haldeki hacmi ölçülen numunelerin, yukarıda verilen formüller uyarınca hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluk değerleri belirlenmiştir.

Yoğunluğun belirlenmesi için yeterli sayıdaki numunelerin aritmetik ortalaması alınmaktadır. Odundaki yoğunluk değişimleri ile en büyük ile en küçük değerler arasında yoğunluk sınıflarına ait dağılımı ve katılım oranları konusunda fikir edinmek, aynı zamanda numunelerin ortalama değerinin doğruluk derecesini kontrol etmek amacıyla yoğunluk varyasyon eğrisi çizilmektedir. Varyasyon eğrisinin elde edilebilmesi için, belirli aralıklarla yoğunluk sınıfları oluşturulmaktadır. Sınıf sayısı:

$$i = 2\sqrt[3]{n} \quad \begin{array}{l} i: \text{Yoğunluk sınıf sayısı} \\ n: \text{Numune sayısı} \end{array}$$

formülü yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu formüle göre 150, 500, 1000 numune için, yoğunluk sınıf sayıları, sırasıyla 11, 16, 20 olmaktadır (BERKEL 1970, s. 366-371).

Hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluk değerlerine ait veriler, yukarıda verilen formül uyarınca hesaplanan sayıda sınıflara ayrılarak gruplandırılmış seriler elde edilmiş ve frekans dağılımı düzenlenmiştir. Hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluk değeri için aritmetik ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı gruplandırılmış seriler yöntemine göre ayrı ayrı belirlenmiştir (ERCAN 1997, s. 15-41):

Gruplandırılmış serilerde aritmetik ortalama (\bar{X}), sınıf değerleri (m_i) ve frekans (f_i) çarpımları toplamının frekans toplamına bölünmesiyle elde edilmektedir:

$$\bar{X} = \frac{\sum m_i x f_i}{\sum f_i}$$

Gruplandırılmış serilerde varyans (s^2) aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$s^2 = \frac{\sum f_i x (m_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

Standart sapma (s), varyansın kareköküne eşittir:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Varyasyon katsayısı (v), standart sapmanın (s) aritmetik ortalamaya (\bar{X}) oranının yüzdesi olarak hesaplanmaktadır:

$$v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100$$

3. BULGULAR

3.1. Hacim Tabloları

Bölüm 2.2.1.'de anlatılan yöntem uyarınca, I-45/51 melez kavağı için, kabuklu göğüs çapına ve ağaç tam boyuna göre, çift girişli kabuklu gövde, ağaç ve ürün çeşitleri hacim tabloları düzenlenmiştir.

Hacim tablosu düzenlemek amacıyla, 178 adet I-45/51 melez kavağı, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'ndeki ağaçlandırmalardan örneklenmiştir. Örneklenen ağaçların gövdeleri ve 5 cm'den kalın dalları birer metrelik seksiyonlara ayrılarak, uçlarından kesitler alınmıştır. Örneklenen ağaçların 81 tanesinde gövde analizi yapılmıştır. Geriye kalan 97 ağacın hacmi Smalian Formülü ile seksiyon yöntemine göre belirlenmiştir. Gövde analizi yapılan ağaçların ara yaşlarındaki kabuksuz çap değerleri, kabuk faktörü çarpılarak kabuklu çap değerleri elde edilmiş ve her yaş için ayrı ayrı kabuklu gövde ve ağaç hacmi, yine seksiyon yöntemiyle belirlenerek, 493 adet ağaca ait hacim verileri elde edilmiştir. Böylece örneklenemeyen çap ve boy sınıflarına ilişkin veriler çalışmaya dahil edilmiştir. Elde edilen toplam 590 adet veri kullanılarak, istatistik yöntem uyarınca; ağaç hacmini, kabuklu göğüs çapının ve ağaç tam boyunun bir fonksiyonu olarak belirlemek amacıyla çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Hacim tabloları, 5 – 50 cm arasındaki kabuklu göğüs çapları ve 5 – 36 m arasındaki ağaç boyları için düzenlenmiştir.

Hacim tablolarının düzenlenmesi için, ilk olarak kabuk faktörleri belirlenmiştir.

3.1.1. Kabuk Faktörleri

Ağaçlardaki kabuk kalınlıkları ve yapısı, gövdede ve dalda farklılık göstermektedir. Bu nedenle, kabuk faktörleri gövde ve dal için ayrı ayrı belirlenmiştir.

3.1.1.1. Gövde Kabuk Faktörü

Gövde odunu kabuklu yarıçapı ile kabuksuz yarıçapı arasındaki korelasyon katsayısı 0,999 olarak elde edilmiştir. Bu nedenle, gövde kabuklu çapı kabuksuz çapın bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Regresyon ve varyans analizlerine ilişkin istatistik bilgiler Tablo 6'da, gövde kabuklu yarıçapının kabuksuz yarıçapa göre gelişimi Şekil 1'de verilmiştir. Gövde kabuk faktörü, 1,064243299 olarak belirlenmiş olup, kabuksuz gövde yarıçapı ile çarpılarak, kabuklu gövde yarıçapı elde edilmiştir:

$$\text{GÖVDE } \Gamma_{\text{kabuklu}} = 1,064\ 243\ 299 \times \text{GÖVDE } \Gamma_{\text{kabuksuz}}$$

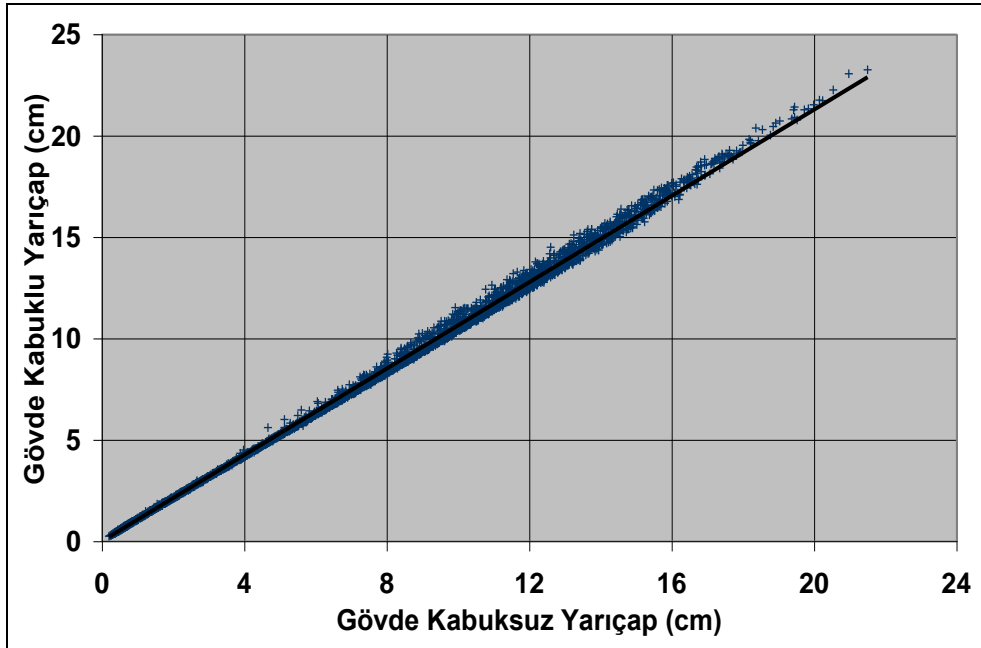
3.1.1.2. Dal Kabuk Faktörü

Dal odunu kabuklu yarıçapı ile kabuksuz yarıçapı arasındaki korelasyon katsayısı 0,9998 olarak elde edilmiştir. Bu nedenle, dalda kabuklu çapı, kabuksuz çapın bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Regresyon ve varyans analizlerine

ilişkin istatistik bilgiler Tablo 7’de, dal kabuklu yarıçapının kabuksuz yarıçapa göre gelişimi Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 6. I-45/51 melez kavağı gövde kabuklu yarıçapını kabuksuz yarıçapa göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	1	1 361 149,850	1 361 149,850	7 446 550,344***
Hata	4113	751,812	0,182	
Toplam	4114	1 361 901,662		
$r^2 = 0,999$		Tahminin Standart Hatası:		0,428
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
1,064 243 299		2 728,836***	d	a_1
Regresyon Modeli:		Kabuklu yarıçap = $a_1 \times$ Kabuksuz yarıçap		
**:		p = 0,05 düzeyinde önemli		
***:		p = 0,001 düzeyinde önemli		



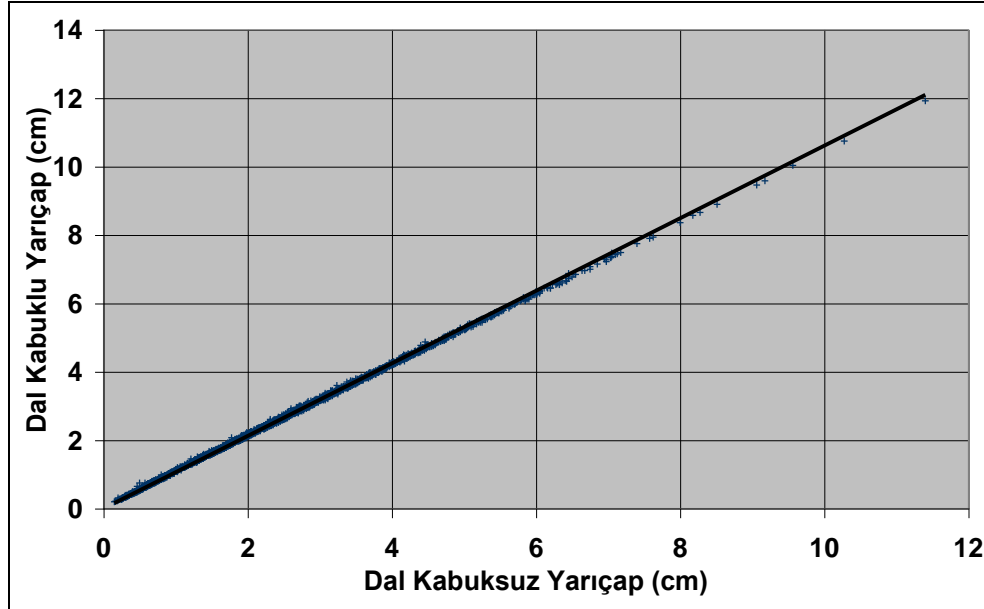
Şekil 1. I-45/51 melez kavağı gövdesinde kabuklu – kabuksuz yarıçap ilişkisi

Dal kabuk faktörü (1,061558179) , kabuksuz dal yarıçapı ile çarpılarak, kabuklu dal yarıçapı elde edilmiştir:

$$DAL r_{\text{kabuklu}} = 1,061 558 179 \times DAL r_{\text{kabuksuz}}$$

Tablo 7. I-45/51 melez kavağı dal kabuklu yarıçapını kabuksuz yarıçapa göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	1	113 781,676	113 781,677	15 680 332,077***
Hata	3846	27,907	0,007	
Toplam	3847	113 809,584		
$r^2 = 0,9998$		Tahminin Standart Hatası:		0,085
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
1,061 558 179		3 959,840***	d	a_1
Regresyon Modeli:		Kabuklu Yarıçap = $a_1 \times$ Kabuksuz yarıçap		
: p = 0,05 düzeyinde önemli		*: p = 0,001 düzeyinde önemli		



Şekil 2. I-45/51 melez kavağı dalında kabuklu – kabuksuz yarıçap ilişkisi

3.1.2. Gövde Hacim Tablosu

I-45/51 melez kavağı gövde hacmini (V), kabuklu göğüs çapının (d) ve ağaç tam boyunun (h) bir fonksiyonu olarak, $V = f(d,h)$ modeli u uyarınca, regresyon analizleri yapılmıştır. Literatürde önerilen ve denenilen diğer hacim fonksiyonları içerisinde, en iyi istatistik sonuç veren, deneysel değerlere yakınlığı ve ekstrem değerlere uygunluğu açısından aşığıdaki model seçilmiştir. Anılan model, “Logaritmik Hacim Eşitliği” olarak adlandırılmaktadır (Özcan 2003). Modele ilişkili istatistik parametreler Tablo 8’de verilmiştir.

$$\log V = a_0 + a_1 \log d + a_2 \log \left(\frac{h^2}{h-1.30} \right)$$

Tablo 8. I-45/51 melez kavağı gövde hacmini (V) kabuklu göğüs çapı (d) ve ağaç tam boyuna (h) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	2	133,852	66,926 166	78 177,682***
Hata	587	0,503	0,000 856	
Toplam	589	134,355		
$r^2 = 0,996$		Tahminin Standart Hatası:		0,029
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
-1,362 603 140		-114,710***	Sabit Terim	a_0
1,878 330 981		124,035***	logd	a_1
1,004 922 560		49,079***	$\log(h^2/(h-1,3))$	a_2
Regresyon Modeli:		$\log (V) = a_0 + a_1 \log d + a_2 \log(h^2/(h-1,3))$		
** : p = 0,05 düzeyinde önemli		*** : p = 0,001 düzeyinde önemli		

Tablo 8’de görüldüğü gibi, regresyon varyansının hata varyansına oranı (F Oranı) çok büyüktür ve 0.001 düzeyinde önemlidir. Regresyon eşitliği, kabuklu gövde hacmini 10 tabanına göre logaritmasını vermektedir. Hesaplanan değerın antilogritması, ağacın kabuklu gövde hacmini sayısal değer olarak dm^3 cinsinden vermektedir. Regresyon eşitliği katsayılarının hesabında kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyunun logaritmik değerleri kullanıldığı için, hesaplanan hacim değerleri sistematik bir hata içermektedir. Sistematik hata, geometrik ortalama ile aritmetik ortalama arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Bu sistematik hatayı gidermek için, regresyon eşitliğinden hesaplanan değerlerin bir düzeltme faktörü ile çarpılması gerekmektedir (Akalp 1978, s. 43; Birler 1986a, s. 39).

Düzeltilme faktörü, regresyon eşitliğinin varyansına bağlı olarak aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Akalp 1978, s. 44; Birler 1986, s. 39; Özcan 2003, s. 29):

$$f = 10^{1,1513*s^2} \quad f = \text{düzeltilme faktörü}$$

$$s^2 = \text{tahminin varyansı}$$

Tablo 8’deki varyans analiz tablosunda, hacim denkleminin varyansı 0,000856 olarak verilmektedir. Buna göre düzeltme faktörü:

$$f = 10^{1,1513*0,000856} = 1,002272010$$

olarak hesaplanmıştır. Düzeltilme faktörü ile regresyon eşitliğinin antilogaritması çarpılarak, sistematik hata giderilmiş ve düzeltilmiş gövde hacimleri elde edilmiştir. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre elde edilen gövde hacimleri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre kabuklu gövde hacim tablosu (dm³)

dbh (cm)	Ağaç Tam Boyu (m)																														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
5	6	7	8	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
6	9	10	11	12	13	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
7	11	13	15	16	18	20	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
8	15	17	19	21	23	25	27	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
9	18	21	23	26	29	31	34	37	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
10	-	25	29	32	35	38	42	45	48	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
11	-	30	34	38	42	46	50	54	58	61	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
12	-	-	40	45	49	54	58	63	68	72	77	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
13	-	-	47	52	57	63	68	73	79	84	90	95	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
14	-	-	-	60	66	72	78	84	90	97	103	109	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
15	-	-	-	68	75	82	89	96	103	110	117	124	131	139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
16	-	-	-	-	85	92	100	108	116	124	132	140	148	156	164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	-	-	-	-	95	104	112	121	130	139	148	157	166	175	184	193	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
18	-	-	-	-	-	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
19	-	-	-	-	-	128	139	150	161	172	183	194	205	216	227	238	249	261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
20	-	-	-	-	-	-	153	165	177	189	201	213	226	238	250	262	275	287	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
21	-	-	-	-	-	-	167	181	194	207	220	234	247	261	274	288	301	314	328	341	-	-	-	-	-	-	-	-			
22	-	-	-	-	-	-	-	197	211	226	241	255	270	284	299	314	328	343	358	373	387	-	-	-	-	-	-	-			
23	-	-	-	-	-	-	-	214	230	246	262	277	293	309	325	341	357	373	389	405	421	437	-	-	-	-	-	-			
24	-	-	-	-	-	-	-	-	249	266	283	301	318	335	352	370	387	404	421	439	456	473	491	-	-	-	-	-			
25	-	-	-	-	-	-	-	-	269	287	306	324	343	362	380	399	418	436	455	474	492	511	530	549	-	-	-	-			
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	309	329	349	369	389	409	429	450	470	490	510	530	550	570	590	611	-	-	-			
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	332	354	375	396	418	439	461	483	504	526	547	569	591	612	634	655	677	-	-			
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	379	401	424	447	471	494	517	540	563	586	609	632	655	679	702	725	748	-	-			

Tablo 9. devamı

dbh (cm)	Ağaç Tam Boyu (m)																					
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
29	404	429	453	478	503	527	552	577	601	626	651	675	700	725	750	774	799	824	-	-	-	-
30	431	457	483	509	536	562	588	614	641	667	693	720	746	773	799	825	852	878	905	931	957	984
31	-	486	514	542	570	598	626	654	682	710	738	766	794	822	850	878	906	934	962	990	1018	1046
32	-	516	545	575	605	634	664	694	723	753	783	813	842	872	902	932	962	991	1021	1051	1081	1111
33	-	547	578	609	641	672	704	735	766	798	829	861	892	924	956	987	1019	1050	1082	1113	1145	1177
34	-	-	611	644	678	711	744	777	811	844	877	911	944	977	1011	1044	1077	1111	1144	1178	1211	1245
35	-	-	645	680	716	751	786	821	856	891	926	962	997	1032	1067	1103	1138	1173	1208	1244	1279	1314
36	-	-	681	717	754	791	828	865	903	940	977	1014	1051	1088	1125	1162	1200	1237	1274	1311	1348	1386
37	-	-	-	755	794	833	872	911	950	989	1028	1067	1106	1146	1185	1224	1263	1302	1341	1380	1420	1459
38	-	-	-	794	835	876	917	958	999	1040	1081	1122	1163	1204	1246	1287	1328	1369	1410	1451	1493	1534
39	-	-	-	834	877	920	963	1006	1049	1092	1135	1178	1221	1265	1308	1351	1394	1437	1481	1524	1567	1610
40	-	-	-	-	920	965	1010	1055	1100	1145	1190	1236	1281	1326	1371	1417	1462	1507	1553	1598	1643	1689
41	-	-	-	-	963	1010	1058	1105	1152	1200	1247	1294	1342	1389	1437	1484	1532	1579	1626	1674	1722	1769
42	-	-	-	-	1008	1057	1107	1156	1206	1255	1305	1354	1404	1453	1503	1553	1602	1652	1702	1752	1801	1851
43	-	-	-	-	-	1105	1157	1208	1260	1312	1364	1415	1467	1519	1571	1623	1675	1727	1779	1831	1883	1935
44	-	-	-	-	-	1154	1208	1262	1316	1370	1424	1478	1532	1586	1640	1695	1749	1803	1857	1911	1966	2020
45	-	-	-	-	-	1203	1260	1316	1372	1429	1485	1542	1598	1655	1711	1768	1824	1881	1937	1994	2050	2107
46	-	-	-	-	-	1254	1313	1372	1430	1489	1548	1607	1665	1724	1783	1842	1901	1960	2019	2078	2137	2196
47	-	-	-	-	-	-	1367	1428	1489	1550	1612	1673	1734	1795	1857	1918	1979	2041	2102	2164	2225	2286
48	-	-	-	-	-	-	1422	1486	1549	1613	1677	1740	1804	1868	1932	1995	2059	2123	2187	2251	2315	2379
49	-	-	-	-	-	-	1478	1544	1610	1677	1743	1809	1875	1942	2008	2074	2141	2207	2273	2340	2406	2473
50	-	-	-	-	-	-	1535	1604	1673	1741	1810	1879	1948	2017	2086	2154	2223	2292	2361	2430	2499	2568

3.1.3. Ağaç Hacim Tablosu

Ağaç hacmi, gövde ve dal odunu hacimlerinin toplamından oluşmaktadır. I-45/51 melez kavağında, gövde göğüs çapı yeterli bir kalınlığa ulaştığında dal odunu elde edilebilmektedir. Dal odunu yongalık odun sınıfı standardında olup, yongalık veya yakacak odun olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, ağaç hacim tablosu düzenleyebilmek için dal odunu hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Örneklenen ağaçların hacimlendirilmesinde, her ağaç için kabuklu gövde hacminin bir yüzdesi olarak dal odunu oranı (% B) belirlenmiştir. Örneklenen ağaçların bazılarında yongalık odun boyutlarına uygun dal odunu bulunmamaktadır. Bu nedenle, analizlerde 176 adet dal odunu oranına ait veriler kullanılmıştır. İlk olarak, dal odunu oranı (% B) bağımlı değişken ve verinin elde edildiği ağacın kabuklu göğüs çapı (d) ve ağaç tam boyu (h) serbest değişken olarak alınmıştır. Dal odunu ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyu arasındaki korelasyon katsayısı, sırasıyla 0,841 ve 0,559 olarak belirlenmiştir. $B (\%) = f (d, h)$ fonksiyonuna göre çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Ancak, anılan fonksiyona göre yapılan analizlerde uygun model bulunamamış ve ağaç tam boyu (h) serbest değişkeni hep elenmiştir. Bu nedenle, ikinci olarak dal odunu oranının belirlenmesinde sadece kabuklu göğüs çapı serbest değişken olarak alınmış ve $B (\%) = f(d)$ fonksiyonuna göre çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Seçilen modelin regresyon ve varyans analizine ilişkin istatistik parametreleri Tablo 10'da verilmiştir. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapına göre dal odunu oranları Tablo 11'de verilmiştir. Dal odunu oranı ve miktarlarının gelişimi ise Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

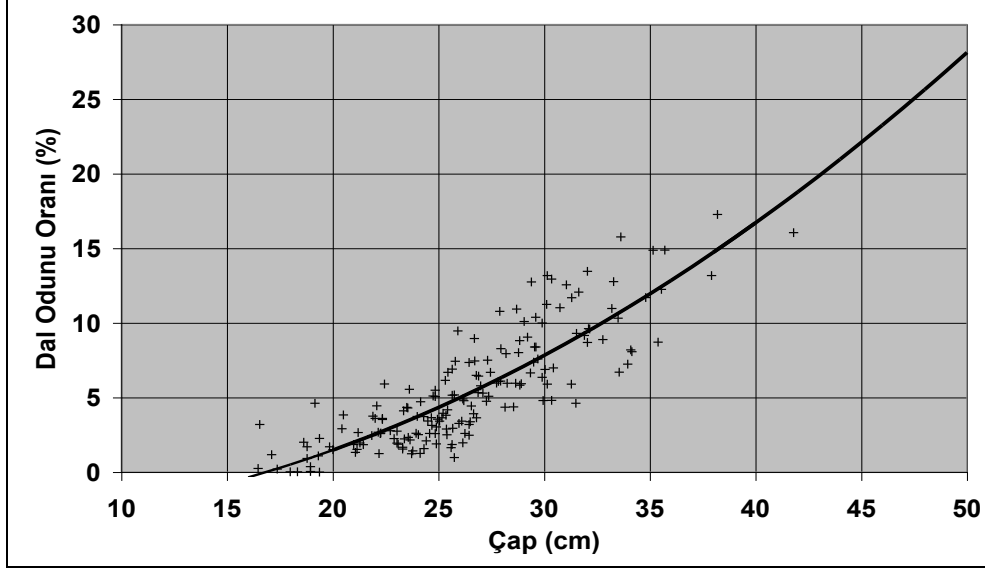
Tablo 10. I-45/51 melez kavağında dal odunu oranını (% B) kabuklu göğüs çapına göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	1	1 787,624	1 787,624	448,445***
Hata	174	693,611	3,986	
Toplam	175	2 481,235		
$r^2 = 0,720$		Tahminin Standart Hatası:		1,997
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
-3,599 944 482		-7,935	Sabit Terim	a_0
0,012 689 804		21,176***	d^2	a_1
Regresyon Modeli:		$B (\%) = a_0 + a_1 d^2$		
** : $p = 0,05$ düzeyinde önemli *** : $p = 0,001$ düzeyinde önemli				

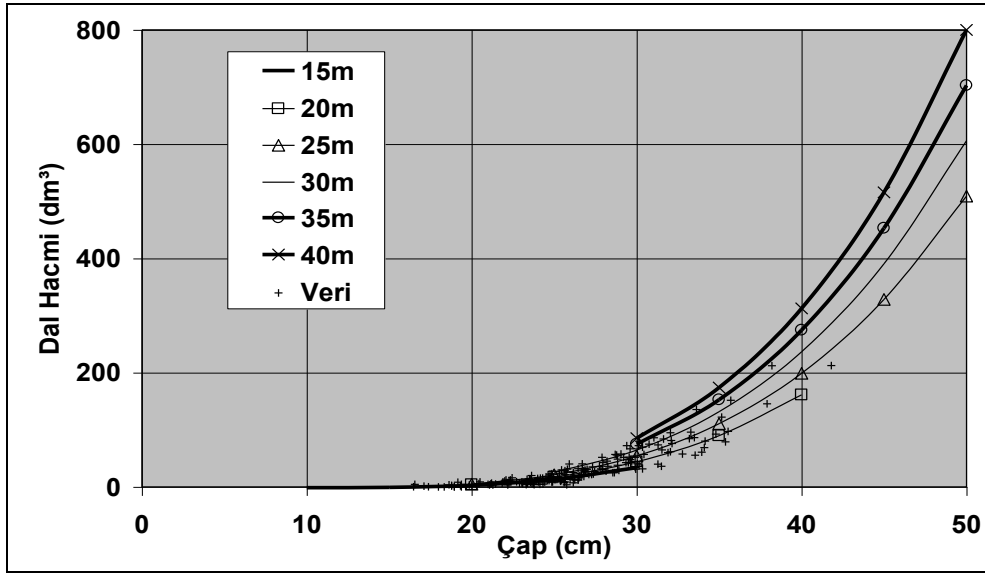
Tablo 11. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapına göre dal odunu oranları (% B)

d (cm)	B (%)	d (cm)	B (%)	d (cm)	B (%)	d (cm)	B (%)	d (cm)	B (%)
17	0.07	24	3.71	31	8.59	38	14.72	45	22.10
18	0.51	25	4.33	32	9.39	39	15.70	46	23.25
19	0.98	26	4.98	33	10.22	40	16.70	47	24.43
20	1.48	27	5.65	34	11.07	41	17.73	48	25.64
21	2.00	28	6.35	35	11.95	42	18.78	49	26.87
22	2.54	29	7.07	36	12.85	43	19.86	50	28.12
23	3.11	30	7.82	37	13.77	44	20.97		

Tablo 9’da verilen kabuklu gövde hacmi değerlerine, dal odunu hacimleri eklenecek, ağaç hacim tablosu düzenlenmiş ve Tablo 12’de verilmiştir.



Şekil 3. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapına göre dal odunu oranı (% B) gelişimi



Şekil 4. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapına göre dal odunu miktarı gelişimi

Tablo 12. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre kabuklu ağaç hacim tablosu (dm³)

dbh (cm)	Ağaç Tam Boyu (m)																														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
5	6	7	8	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
6	8	9	11	12	13	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
7	11	13	14	16	17	19	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
8	14	16	18	20	22	24	27	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
9	18	20	23	25	28	31	33	36	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
10	-	25	28	31	34	37	41	44	47	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
11	-	30	33	37	41	45	49	52	56	60	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
12	-	-	39	44	48	53	57	62	67	71	76	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
13	-	-	46	51	56	62	67	72	78	83	88	94	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
14	-	-	-	59	65	71	77	83	89	96	102	108	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
15	-	-	-	67	74	81	88	95	102	109	116	123	130	138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
16	-	-	-	-	84	92	100	108	116	124	132	140	148	156	164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	-	-	-	-	95	104	113	121	130	139	148	157	166	175	184	193	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
18	-	-	-	-	-	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
19	-	-	-	-	-	129	140	151	162	173	184	196	207	218	229	241	252	263	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
20	-	-	-	-	-	-	155	167	179	192	204	217	229	241	254	266	279	291	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
21	-	-	-	-	-	-	171	184	198	211	225	239	252	266	280	293	307	321	334	348	-	-	-	-	-	-	-	-			
22	-	-	-	-	-	-	-	202	217	232	247	262	277	292	307	322	337	352	367	382	397	-	-	-	-	-	-	-			
23	-	-	-	-	-	-	-	221	237	253	270	286	302	319	335	352	368	385	401	418	434	451	-	-	-	-	-	-			
24	-	-	-	-	-	-	-	-	258	276	294	312	330	347	365	383	401	419	437	455	473	491	509	-	-	-	-	-			
25	-	-	-	-	-	-	-	-	281	300	319	339	358	377	397	416	436	455	475	494	514	533	553	572	-	-	-	-			
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325	346	367	388	409	430	451	472	493	514	535	556	578	599	620	641	-	-	-			
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	351	373	396	419	442	464	487	510	533	555	578	601	624	647	670	693	715	-	-			
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	403	427	451	476	500	525	550	574	599	623	648	672	697	722	746	771	796	-			

Tablo 12. devamı

dbh (cm)	Ağaç Tam Boyu (m)																					
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
29	433	459	485	512	538	565	591	617	644	670	697	723	750	776	803	829	856	882	-	-	-	-
30	465	493	521	549	578	606	634	663	691	719	748	776	805	833	861	890	918	947	975	1004	1032	1061
31	-	528	558	588	619	649	679	710	740	771	801	831	862	892	923	953	984	1014	1045	1075	1106	1136
32	-	564	597	629	661	694	726	759	791	824	856	889	921	954	987	1019	1052	1084	1117	1150	1182	1215
33	-	602	637	672	706	741	775	810	845	879	914	949	984	1018	1053	1088	1123	1158	1192	1227	1262	1297
34	-	-	679	716	753	790	826	863	900	937	974	1011	1048	1086	1123	1160	1197	1234	1271	1308	1345	1382
35	-	-	723	762	801	840	880	919	958	998	1037	1076	1116	1155	1195	1234	1274	1313	1353	1392	1432	1471
36	-	-	768	810	851	893	935	977	1018	1060	1102	1144	1186	1228	1270	1312	1354	1396	1438	1480	1522	1564
37	-	-	-	859	904	948	992	1037	1081	1125	1170	1214	1259	1303	1348	1392	1437	1481	1526	1571	1615	1660
38	-	-	-	911	958	1005	1052	1099	1146	1193	1240	1287	1335	1382	1429	1476	1523	1571	1618	1665	1712	1760
39	-	-	-	965	1014	1064	1114	1164	1214	1264	1313	1363	1413	1463	1513	1563	1613	1663	1713	1763	1813	1863
40	-	-	-	-	1073	1126	1178	1231	1284	1337	1389	1442	1495	1548	1601	1653	1706	1759	1812	1865	1918	1971
41	-	-	-	-	1134	1190	1245	1301	1357	1412	1468	1524	1580	1635	1691	1747	1803	1859	1915	1971	2027	2083
42	-	-	-	-	1197	1256	1315	1373	1432	1491	1550	1609	1668	1727	1785	1844	1903	1962	2021	2081	2140	2199
43	-	-	-	-	-	1324	1386	1448	1510	1572	1635	1697	1759	1821	1883	1945	2008	2070	2132	2194	2257	2319
44	-	-	-	-	-	1396	1461	1526	1592	1657	1722	1788	1853	1919	1984	2050	2115	2181	2247	2312	2378	2444
45	-	-	-	-	-	1469	1538	1607	1676	1745	1813	1882	1951	2020	2089	2158	2227	2296	2365	2434	2504	2573
46	-	-	-	-	-	1546	1618	1690	1763	1835	1908	1980	2053	2125	2198	2270	2343	2416	2488	2561	2634	2706
47	-	-	-	-	-	-	1701	1777	1853	1929	2005	2082	2158	2234	2310	2387	2463	2539	2616	2692	2769	2845
48	-	-	-	-	-	-	1787	1867	1946	2026	2106	2187	2267	2347	2427	2507	2587	2667	2748	2828	2908	2988
49	-	-	-	-	-	-	1875	1959	2043	2127	2211	2295	2379	2463	2547	2632	2716	2800	2884	2968	3053	3137
50	-	-	-	-	-	-	1967	2055	2143	2231	2319	2408	2496	2584	2672	2760	2849	2937	3025	3114	3202	3290

3.1.4. Ürün Çeşitleri Hacim Tablosu

Ülkemizde melez ve deltoides klonu kavak odunları; soymalık tomruk, kerestelik tomruk ve yongalık odun olarak pazarlanmaktadır. Kalan kısım ise iskarta odun olmaktadır. Dolayısıyla, gövde ve ağaç hacim tabloları kadar, ürün çeşitlerine göre hacim tablolarının da düzenlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, her bir ürün çeşidi hacminin ağaç hacmine katılım oranları belirlenmiştir.

Ürün çeşidi miktarları ve ağaç hacmine göre oranlarına ilişkin veriler, örnek ağaçların 3 metre boyda tomruklandığı kabulüne göre elde edilmiştir. Ürün çeşitleri ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyu arasındaki korelasyon katsayıları aşağıda verilmiştir:

Odun Sınıfı	Korelasyon	
	d	h
Soymalık tomruk	0,800	0,413
Kerestelik tomruk	-0,522	-0,325
Yongalık odun	-0,803	-0,730
Iskarta	-0,514	-0,479

Ürün çeşidi oranlarını belirlemek amacıyla, Ürün Çeşidi (%) = f (d, h) fonksiyonuna göre çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Ancak, anılan fonksiyona göre yapılan analizlerde uygun model bulunamamış ve ağaç tam boyu (h) değişkeni, yongalık odun hariç elenmiştir. Bu nedenle, ürün çeşidi oranlarının belirlenmesinde sadece kabuklu göğüs çapı serbest değişken olarak alınmış ve ürün çeşitleri hacimleri, kabuklu göğüs çapının fonksiyonları olarak belirlenmiştir.

Ağaç hacmi içerisinde her bir ürün çeşidinin katılım oranlarını belirleyen regresyon eşitliğini elde etmek amacıyla ayrı ayrı regresyon analizleri yapılmıştır. Regresyon analizlerinde, ilgili ürün çeşitlerinin bulunduğu ağaçlara ilişkin veriler kullanılmıştır. Gövdedeki çap düşüşü nedeniyle 26 cm altındaki göğüs çaplarında soymalık tomruk, 18 cm altındaki göğüs çaplarında kerestelik tomruk elde edilememektedir. Buna göre, soymalık tomruk ve kerestelik tomruk için sırasıyla, 169 ve 391 ağaç, yongalık odun ve iskarta odun için 589 ağaca ait veri kullanılmıştır.

Analizler sonucunda, her bir ürün çeşidi için, deneysel değerler ile istatistik parametrelere yatkın ve ekstrem değerlere en uygun regresyon eşitlikleri seçilmiştir. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapına (d) göre ürün çeşitlerini belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler; soymalık tomruk oranı (STO), kerestelik tomruk oranı (KTO), yongalık odun oranı (YOO) ve iskarta odun oranı (IOO) için, sırasıyla Tablo 13 - 16'da verilmiştir.

Tablo 13. I-45/51 melez kavağında soymalık tomruk oranını (STO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	2	16 460,589	8 230,295	153,983***
Hata	166	8 872,608	53,449	
Toplam	168	25 333,197		
$r^2 = 0,650$		Tahminin Standart Hatası:		7,311
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
-127,521 769 469		-3,708	Sabit Terim	a_0
6,544 183 102		4,087***	d	a_1
-0,001 054 838		-2,095**	d^3	a_2
Regresyon Modeli:		STO (%) = $a_0 + a_1d + a_2d^3$		
:		p = 0,05 düzeyinde önemli		*: p = 0,001 düzeyinde önemli

Tablo 14. I-45/51 melez kavağında yongalık odun oranını (YOO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	3	43,003	14,334	1 246,874***
Hata	585	6,725	0,011 496 235	
Toplam	588	49,728		
$r^2 = 0,865$		Tahminin Standart Hatası:		0,107
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
-0,923 106 597		-6,711	Sabit Terim	a_0
-0,270 521 173		-20,074***	d	a_1
0,002 614 680		14,539***	d^2	a_2
5,423 023 263		21,299***	logd	a_3
Regresyon Modeli:		log(YOO) (%) = $a_0 + a_1d + a_2d^2 + a_3\logd$		
:		p = 0,05 düzeyinde önemli		*: p = 0,001 düzeyinde önemli

Seçilen model, logaritmik fonksiyon olduğu için sistematik hata içermektedir. Bu nedenle hesaplanan hacim verilerinin düzeltme faktörü ile çarpılması gerekmektedir (bkz Bölüm 3.1.2.). Bu düzeltme faktörü, logaritmik değerlerle hesaplanan varyansa bağlı olarak:

$$f = 10^{1,1513 \cdot s^2} = 10^{1,1513 \cdot 0,011496235} = 1,030945280$$

olarak hesaplanmıştır.

Tablo 15. I-45/51 melez kavağında kerestelik tomruk oranını (KTO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	3	56 380,718	18 793,573	149,181***
Hata	387	48 753,602	125,978	
Toplam	390	105 134,321		
$r^2 = 0,536$		Tahminin Standart Hatası:		11,224
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
2 773,682 985 628		6,891	Sabit Terim	a_0
0,166 521 326		4,018***	d^2	a_1
-168 913,740 170 148		-8,031***	$1/d^2$	a_2
-1 824,645 622 674		-6,467***	$\log d$	a_3
Regresyon Modeli:		$KTO (\%) = a_0 + a_1 d^2 + a_2 / d^2 + a_3 \log d$		
**:		p = 0,05 düzeyinde önemli		
***:		p = 0,001 düzeyinde önemli		

Tablo 16. I-45/51 melez kavağında ıskarta odun oranını (IOO) kabuklu göğüs çapına (d) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	4	39 548,996	9 887,249	2 367,811***
Hata	584	2 438,604	4,176	
Toplam	588	41 987,600		
$r^2 = 0,942$		Tahminin Standart Hatası:		2,043
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
79,683 059 375		4,028	Sabit Terim	a_0
-938,323 068 834		-5,501***	$1/d$	a_1
7 347,673 964 970		7,864***	$1/d^2$	a_2
-13 511,552 144 157		-6,856***	$1/d^3$	a_3
-36,120 816 703		-3,536***	$\log d$	a_4
Regresyon Modeli:		$IOO (\%) = a_0 + a_1/d + a_2/d^2 + a_3/d^3 + a_4 \log d$		
**:		p = 0,05 düzeyinde önemli		
***:		p = 0,001 düzeyinde önemli		

Regresyon eşitlikleri ile hesaplanan ürün çeşidi katılım oranları toplamının %100'e eşit ve 26 cm'den ince göğüs çapı için soymalık tomruk oranı ile 18 cm'den ince göğüs çapı için kerestelik tomruk oranının sıfır olması gerekmektedir. Regresyon eşitlikleri dört ayrı analizle belirlendiği için, anılan koşullar tam olarak gerçekleşmemiştir. Dolayısıyla bazı çap basamaklarında sapmalar olmuştur. Bu nedenle, sapmaları gidermek ve aynı çap basamağındaki ürün çeşitleri katılım oranlarının toplamının %100'e eşitlenmesi için düzeltme yapılması gerekmektedir. Düzeltme işlemi, Birler (1986a s. 46 - 48) tarafından uygulanan şekilde yapılmıştır. Düzeltme işlemi basamakları aşağıda verilmiştir:

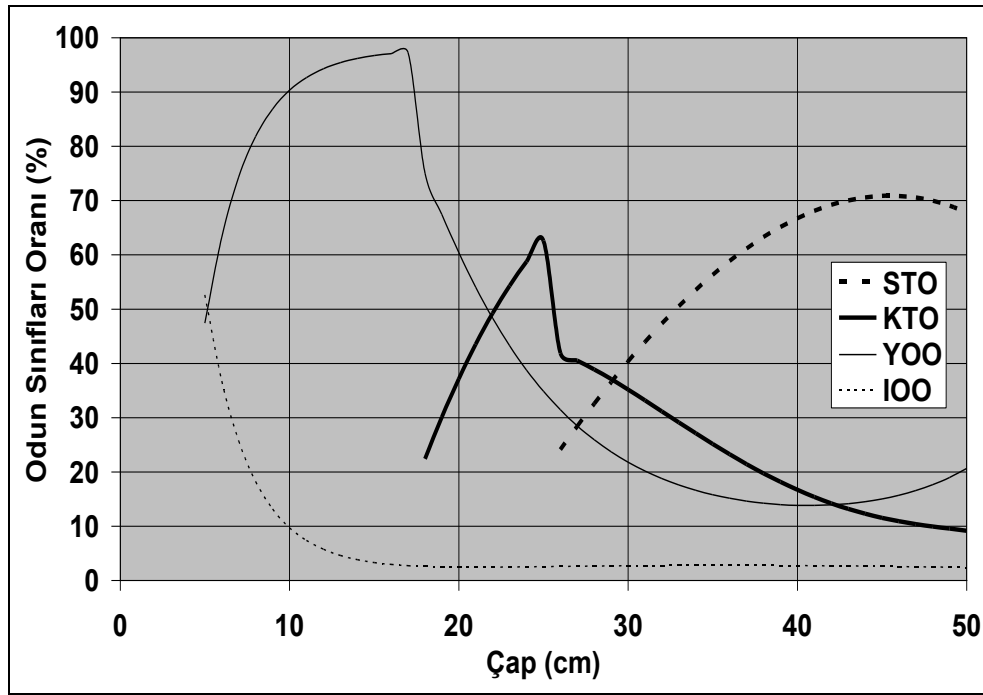
- 26 cm'den ince çap basamakları için soymalık tomruk oranı ve 18 cm'den ince çap basamakları için kerestelik tomruk oranı sıfıra (0,0) eşitlenmiştir.

- 18 cm'den ince çap basamaklarında YOO + IOO = 100 eşitliğini sağlamak için, 100'den \pm yöndeki fark yongalık odun oranına eklenmiştir.

- 18 - 26 cm arasındaki çap basamaklarında KTO + YOO + IOO = 100 eşitliğini sağlamak için, 100'den \pm yöndeki fark kerestelik tomruk odununa eklenmiştir.

- 26 cm'den kalın çap basamaklarında STO+KTO+YOO+IOO = 100 eşitliğini sağlamak için, 100'den \pm yöndeki fark kerestelik tomruk oranına eklenmiştir.

Yukarıda belirtilen ilkelere göre düzeltmeler yapıldıktan sonra, I-45/51 melez kavağında, ağaç hacmine oranla elde edilebilecek ürün çeşidi oranlarının değişik göğüs çaplarındaki değerleri Tablo 17'de ve gelişimleri Şekil 5'te verilmiştir. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre ürün çeşitleri hacim tablosu Tablo 18'de verilmiştir.



Şekil 5. I-45/51 melez kavağında ağaç hacminden elde edilebilecek ürün çeşidi oranlarının kabuklu göğüs çaplarına göre gelişimi

Tablo 17. I-45/51 melez kavağında ağaç hacmine oranla elde edilebilecek ürün çeşidi oranlarının değişik göğüs çaplarındaki değerleri

Kabuklu Göğüs Çapı (cm)	Ürün Çeşidi Oranları (%)			
	Soymalık Tomruk	Kerestelik Tomruk	Yongalık Odun	Iskarta Odun
5	0,0	0,0	47,4	52,6
6	0,0	0,0	63,3	36,7
7	0,0	0,0	74,3	25,7
8	0,0	0,0	81,8	18,2
9	0,0	0,0	86,9	13,1
10	0,0	0,0	90,3	9,7
11	0,0	0,0	92,7	7,3
12	0,0	0,0	94,3	5,7
13	0,0	0,0	95,4	4,6
14	0,0	0,0	96,2	3,8
15	0,0	0,0	96,7	3,3
16	0,0	0,0	97,1	2,9
17	0,0	0,0	97,3	2,7
18	0,0	22,4	75,0	2,6
19	0,0	30,1	67,4	2,5
20	0,0	37,1	60,4	2,5
21	0,0	43,5	54,0	2,4
22	0,0	49,2	48,3	2,5
23	0,0	54,3	43,3	2,5
24	0,0	58,7	38,8	2,5
25	0,0	62,6	34,9	2,5
26	24,1	41,9	31,4	2,6
27	28,4	40,5	28,5	2,6
28	32,6	38,9	25,9	2,7
29	36,5	37,1	23,7	2,7
30	40,3	35,2	21,8	2,7
31	43,9	33,2	20,2	2,7
32	47,3	31,2	18,8	2,8
33	50,5	29,1	17,6	2,8
34	53,5	27,1	16,6	2,8
35	56,3	25,1	15,8	2,8
36	58,9	23,2	15,1	2,8
37	61,2	21,4	14,6	2,8
38	63,3	19,7	14,2	2,8
39	65,1	18,1	14,0	2,8
40	66,7	16,7	13,8	2,7
41	68,1	15,4	13,8	2,7
42	69,2	14,2	13,9	2,7
43	70,0	13,2	14,1	2,7
44	70,6	12,3	14,5	2,6
45	70,8	11,5	15,0	2,6
46	70,8	10,9	15,7	2,6
47	70,5	10,4	16,6	2,5
48	69,9	9,9	17,7	2,5
49	69,0	9,5	19,0	2,4
50	67,8	9,2	20,6	2,4

Tablo 18. I-45/51 melez kavağı kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyuna göre ürün çeşitleri hacim tablosu (dm³)

dbh (cm)	Ürün Çeşidi	Ağaç Tam Boyu (m)																		
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
18	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	26	28	30	33	35	37	39	42	44	46	48	51	-	-	-	-	-	-	-
	Yonga	87	94	102	109	117	124	132	140	147	155	162	170	-	-	-	-	-	-	-
19	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	39	42	45	49	52	55	59	62	66	69	72	76	79	-	-	-	-	-	-
	Yonga	87	94	102	109	117	124	132	140	147	155	162	170	177	-	-	-	-	-	-
20	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	-	58	62	67	71	76	80	85	90	94	99	104	108	113	-	-	-	-	-
	Yonga	-	94	101	108	116	123	131	138	146	153	161	168	176	183	-	-	-	-	-
21	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	-	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	-	-	-	-
	Yonga	-	92	99	107	114	122	129	136	144	151	158	166	173	181	188	-	-	-	-
22	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	-	-	99	107	114	121	129	136	144	151	158	166	173	181	188	195	-	-	-
	Yonga	-	-	98	105	112	119	126	134	141	148	155	163	170	177	185	192	-	-	-
23	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	-	-	120	129	138	146	155	164	173	182	191	200	209	218	227	236	245	-	-
	Yonga	-	-	95	103	110	117	124	131	138	145	152	159	166	173	181	188	195	-	-
24	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	-	-	-	152	162	173	183	193	204	214	225	236	246	257	267	278	288	299	-
	Yonga	-	-	-	100	107	114	121	128	135	142	149	156	163	169	176	183	190	197	-
25	Soyma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kereste	-	-	-	176	188	200	212	224	236	248	261	273	285	297	309	322	334	346	358
	Yonga	-	-	-	98	105	111	118	125	132	138	145	152	159	165	172	179	186	193	200

Tablo 18'in devamı

dbh (cm)	Ürün Çeşidi	Ağaç Tam Boyu (m)																							
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
26	Soyma	78	83	88	93	98	104	109	114	119	124	129	134	139	144	149	154	-	-	-	-	-	-	-	
	Kereste	136	145	154	162	171	180	189	198	207	215	224	233	242	251	260	268	-	-	-	-	-	-	-	
	Yonga	102	109	115	122	129	135	142	148	155	162	168	175	182	188	195	202	-	-	-	-	-	-	-	
27	Soyma	100	106	113	119	125	132	138	145	151	158	164	171	177	184	190	197	203	-	-	-	-	-	-	
	Kereste	142	151	160	170	179	188	197	206	216	225	234	243	253	262	271	280	290	-	-	-	-	-	-	
	Yonga	100	106	113	119	126	132	139	145	152	158	165	171	178	184	191	197	204	-	-	-	-	-	-	
28	Soyma	-	131	139	147	155	163	171	179	187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	-	-	-	-	-	
	Kereste	-	156	166	176	185	195	204	214	223	233	242	252	261	271	281	290	300	309	-	-	-	-	-	
	Yonga	-	104	111	117	123	130	136	142	149	155	161	168	174	181	187	193	200	206	-	-	-	-	-	
29	Soyma	-	158	168	177	187	197	206	216	226	235	245	255	264	274	284	293	303	313	322	-	-	-	-	
	Kereste	-	161	170	180	190	200	209	219	229	239	249	258	268	278	288	298	308	317	327	-	-	-	-	
	Yonga	-	103	109	115	121	127	134	140	146	153	159	165	171	178	184	190	196	203	209	-	-	-	-	
30	Soyma	-	187	199	210	221	233	244	256	267	279	290	302	313	324	336	347	359	370	382	393	405	416	428	
	Kereste	-	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293	303	313	323	333	343	353	363	373	
	Yonga	-	101	107	114	120	126	132	138	144	151	157	163	169	175	181	188	194	200	206	212	219	225	231	
31	Soyma	-	-	232	245	258	272	285	298	312	325	338	352	365	379	392	405	419	432	445	459	472	486	499	
	Kereste	-	-	175	185	195	205	215	225	236	246	256	266	276	286	296	306	316	326	337	347	357	367	377	
	Yonga	-	-	106	112	119	125	131	137	143	149	155	161	168	174	180	186	192	198	204	211	217	223	229	
32	Soyma	-	-	267	282	298	313	328	344	359	375	390	405	421	436	452	467	482	498	513	529	544	560	575	
	Kereste	-	-	176	186	196	206	216	226	236	247	257	267	277	287	297	307	318	328	338	348	358	368	378	
	Yonga	-	-	106	112	118	124	130	136	142	148	155	161	167	173	179	185	191	197	203	210	216	222	228	
33	Soyma	-	-	304	322	339	357	374	392	409	427	444	462	479	497	515	532	550	567	585	603	620	638	655	
	Kereste	-	-	175	185	195	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296	307	317	327	337	347	357	367	378	
	Yonga	-	-	106	112	118	124	130	136	142	149	155	161	167	173	179	185	191	197	204	210	216	222	228	

Tablo 18'in devamı

dbh (cm)	Ürün Çeşidi	Ağaç Tam Boyu (m)																			
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
34	Soyma	363	383	403	423	442	462	482	502	521	541	561	581	601	621	641	660	680	700	720	740
	Kereste	184	194	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294	304	314	324	334	344	354	364	375
	Yonga	113	119	125	131	137	143	150	156	162	168	174	180	186	193	199	205	211	217	223	230
35	Soyma	407	429	451	473	495	517	539	562	584	606	628	650	673	695	717	739	762	784	806	828
	Kereste	182	191	201	211	221	231	241	251	261	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
	Yonga	114	120	126	133	139	145	151	158	164	170	176	182	189	195	201	207	214	220	226	232
36	Soyma	452	477	501	526	550	575	599	624	649	673	698	723	747	772	797	821	846	871	896	920
	Kereste	178	188	198	207	217	227	237	246	256	266	276	285	295	305	314	324	334	344	353	363
	Yonga	116	123	129	135	141	148	154	160	167	173	179	186	192	198	205	211	218	224	230	237
37	Soyma	-	526	553	580	607	634	661	689	716	743	770	797	825	852	879	906	934	961	988	1015
	Kereste	-	184	194	203	213	222	232	241	251	260	270	279	289	298	308	317	327	337	346	356
	Yonga	-	126	132	139	145	151	158	164	171	177	184	190	197	203	210	216	223	230	236	243
38	Soyma	-	577	606	636	666	695	725	755	785	815	844	874	904	934	964	994	1024	1054	1083	1113
	Kereste	-	180	189	198	208	217	226	235	245	254	263	273	282	291	301	310	319	328	338	347
	Yonga	-	130	136	143	150	156	163	170	176	183	190	197	203	210	217	223	230	237	244	250
39	Soyma	-	628	661	693	726	758	790	823	855	888	920	953	986	1018	1051	1083	1116	1148	1181	1214
	Kereste	-	175	184	193	202	211	220	229	238	247	256	266	275	284	293	302	311	320	329	338
	Yonga	-	135	142	149	156	163	170	176	183	190	197	204	211	218	225	232	239	246	253	260
40	Soyma	-	-	716	751	786	822	857	892	927	962	998	1033	1068	1103	1139	1174	1209	1245	1280	1315
	Kereste	-	-	179	188	197	206	214	223	232	241	250	258	267	276	285	294	303	311	320	329
	Yonga	-	-	148	156	163	170	178	185	192	199	207	214	221	229	236	243	251	258	265	273
41	Soyma	-	-	772	810	848	886	924	962	1000	1038	1076	1114	1152	1190	1228	1266	1304	1342	1380	1418
	Kereste	-	-	174	183	192	200	209	217	226	234	243	252	260	269	277	286	295	303	312	320
	Yonga	-	-	157	164	172	180	187	195	203	210	218	226	234	241	249	257	264	272	280	288

Tablo 18'in devamı

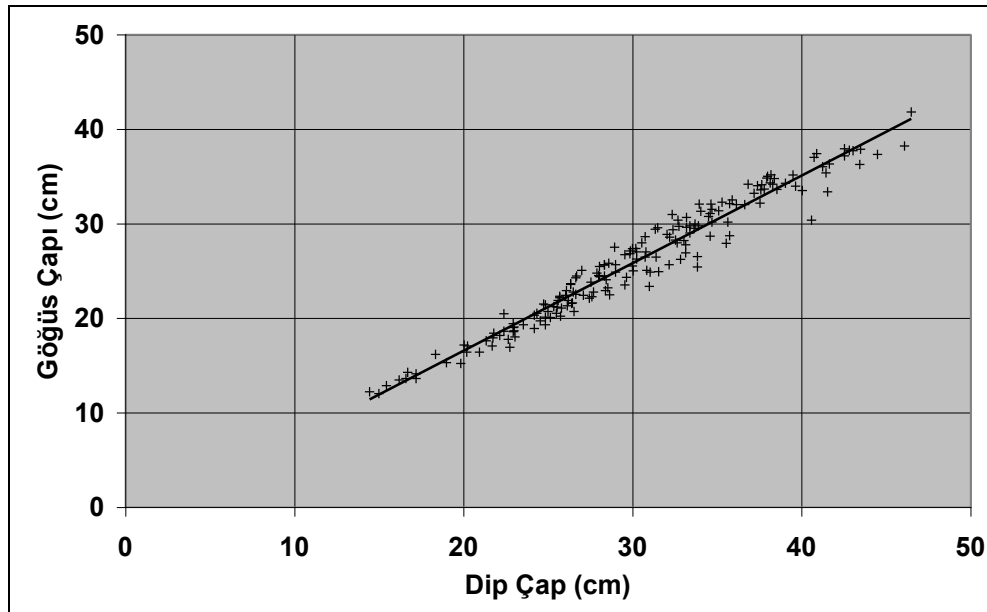
dbh (cm)	Ürün Çeşidi	Ağaç Tam Boyu (m)																	
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
42	Soyma	828	869	909	950	991	1031	1072	1113	1154	1194	1235	1276	1317	1358	1399	1439	1480	1521
	Kereste	170	178	187	195	204	212	220	229	237	245	254	262	270	279	287	296	304	312
	Yonga	167	175	183	191	199	207	216	224	232	240	248	257	265	273	281	289	298	306
43	Soyma	-	927	971	1014	1057	1101	1144	1188	1231	1275	1318	1362	1405	1449	1493	1536	1580	1623
	Kereste	-	175	183	191	199	207	215	224	232	240	248	256	265	273	281	289	297	306
	Yonga	-	187	196	205	214	222	231	240	249	258	266	275	284	293	302	310	319	328
44	Soyma	-	985	1031	1077	1123	1169	1215	1262	1308	1354	1400	1447	1493	1539	1585	1632	1678	1724
	Kereste	-	172	180	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300
	Yonga	-	203	212	221	231	240	250	259	269	278	288	297	307	316	326	336	345	355
45	Soyma	-	1041	1090	1138	1187	1236	1285	1334	1382	1431	1480	1529	1578	1627	1676	1725	1774	1823
	Kereste	-	169	177	185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297
	Yonga	-	221	231	241	252	262	272	283	293	304	314	324	335	345	355	366	376	387
46	Soyma	-	1095	1146	1197	1249	1300	1351	1403	1454	1505	1557	1608	1660	1711	1763	1814	1866	1917
	Kereste	-	169	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	255	263	271	279	287	295
	Yonga	-	243	254	265	277	288	300	311	322	334	345	357	368	379	391	402	414	425
47	Soyma	-	-	1200	1253	1307	1361	1415	1468	1522	1576	1630	1684	1737	1791	1845	1899	1953	2007
	Kereste	-	-	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	256	263	271	279	287	295
	Yonga	-	-	282	294	307	320	332	345	358	370	383	395	408	421	433	446	459	471
48	Soyma	-	-	1250	1306	1361	1417	1473	1529	1585	1641	1697	1753	1810	1866	1922	1978	2034	2090
	Kereste	-	-	177	185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297
	Yonga	-	-	315	329	344	358	372	386	400	414	428	442	457	471	485	499	513	527
49	Soyma	-	-	1295	1353	1411	1469	1527	1585	1643	1701	1759	1817	1875	1933	1991	2049	2108	2166
	Kereste	-	-	179	187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	267	275	283	291	299
	Yonga	-	-	356	372	388	404	420	436	452	468	484	500	516	532	548	564	580	596
50	Soyma	-	-	1334	1394	1454	1514	1573	1633	1693	1753	1813	1872	1932	1992	2052	2112	2172	2232
	Kereste	-	-	180	188	196	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	285	294	302
	Yonga	-	-	406	424	442	460	478	496	515	533	551	569	587	606	624	642	660	679

3.1.5. Ağaç Dip Çapı - Göğüs Çapı İlişkisi

Kesilmiş kavak ağaçlarının kütüklerinin çapları ile kabuklu göğüs çapı arasındaki ilişki incelenmiştir. Dip kütük çaplarının belirlenmesinde örneklenmiş olan 178 adet ağaca ait 0. metre kesitlerinin ortalama çapları alınmıştır. I-45/51 melez kavağının kabuklu göğüs çapı (d), kabuklu dip çapının (d_0) bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir ($d = f(d_0)$). Regresyon ve varyans analizlerine ilişkin istatistik bilgiler Tablo 19'da, kabuklu göğüs çapının kabuklu dip çapına göre gelişimi Şekil 6'da verilmiştir.

Tablo 19. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapını (d) kabuklu dip çapına (d_0) göre belirleyen regresyon eşitliği katsayıları ve bazı istatistikler

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F – Oranı
Regresyon	1	7 202,679	7 202,678	3 877,306***
Hata	176	326,946	1,857 650	
Toplam	177	7 529,625		
$r^2 = 0,957$		Tahminin Standart Hatası:		1,363
Regresyon Katsayıları		Hesaplanan t değeri	Serbest Değişkenler	Katsayı Simgesi
-1,992 113 312		-4,322***	Sabit Terim	a_0
0,926 039 026		62,268***	d_0	a_1
Regresyon Modeli:		Kabuklu Göğüs Çapı (d) = $a_0 + a_1 \times d_0$		
** : p = 0,05 düzeyinde önemli		*** : p = 0,001 düzeyinde önemli		



Şekil 6. I-45/51 melez kavağında kabuklu göğüs çapı - dip çap ilişkisi

3.2. Yoğunluk Değerleri

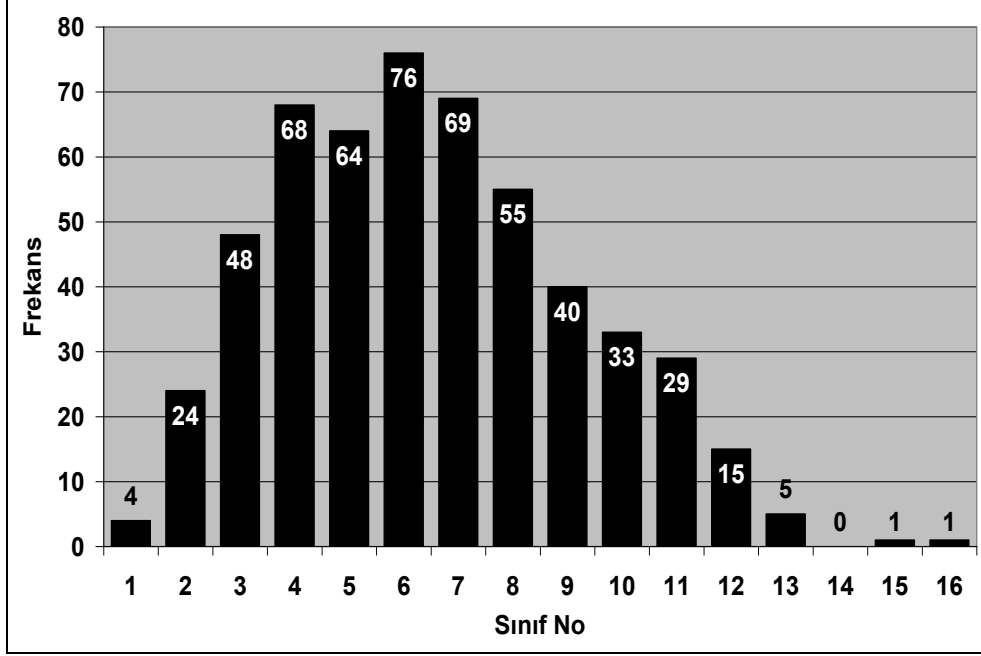
Yoğunluk değerleri, Bölüm 2.1.2.'de açıklandığı üzere, gövde odunu için belirlenmiştir. Yoğunluk değerlerini belirlemek amacıyla, hacim tablosu için kesilen ağaçlar arasından 20 adet ağaç örneklenmiştir. Bu ağaçlardan alınan 532 adet numune deney materyali olarak kullanılmıştır. Numuneler; göğüs çapı ve 0. metreden başlamak üzere her 2. metredeki seksiyonların karşılıklı iki yarıçapından, TS 2470'e göre alınmıştır. Numunelerin hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluk değerleri, Bölüm 2.2.2.'de açıklanan yöntem uyarınca belirlenmiştir. I-45/51 melez kavağı için hazırlanmış olan numunelerin, hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluklarına ilişkin frekans dağılımı Tablo 20'de verilmiş ve Şekil 7 ve 8'de gösterilmiştir.

I-45/51 melez kavağı yoğunluk değerlerini belirlemek amacıyla, yoğunluk sınıfları belirlenmiştir. Numune sayısı 532 olduğu için $i = 2\sqrt[3]{n}$ formülü uyarınca 16 adet yoğunluk sınıfı oluşturulmuştur.

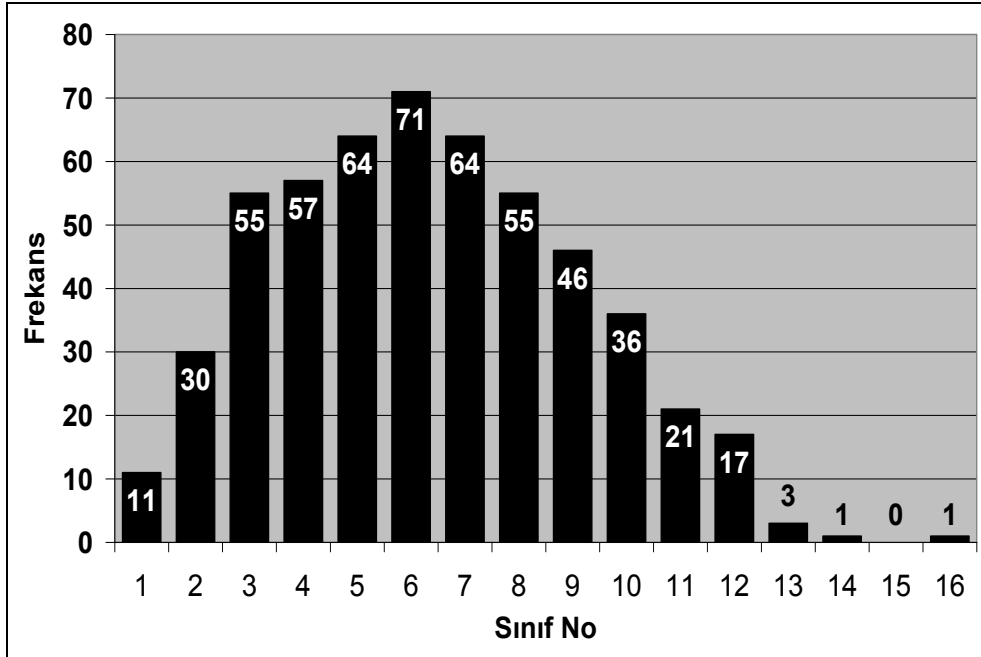
$$i = 2\sqrt[3]{532} = 16,21 \cong 16$$

Tablo 20. I-45/51 melez kavağı tam yoğunluk değerleri frekans dağılımı

Sınıf No	Hacim Ağırlık Değeri (g/cm ³)				Tam Kuru Yoğunluk Değeri (g/cm ³)				
	Yoğunluk Sınıfları		Sınıf Değeri	Sınıf Frekansı	Yoğunluk Sınıfları		Sınıf Değeri	Sınıf Frekansı	
			m _i	f _i			m _i	f _i	
1	0,2592	0,2725	0,2659	4	0,3012	0,3161	0,3087	11	
2	0,2726	0,2859	0,2793	24	0,3162	0,3311	0,3237	30	
3	0,2860	0,2993	0,2927	48	0,3312	0,3461	0,3387	55	
4	0,2994	0,3127	0,3061	68	0,3462	0,3611	0,3537	57	
5	0,3128	0,3261	0,3195	64	0,3612	0,3761	0,3687	64	
6	0,3262	0,3395	0,3329	76	0,3762	0,3911	0,3837	71	
7	0,3396	0,3529	0,3463	69	0,3912	0,4061	0,3987	64	
8	0,3530	0,3663	0,3597	55	0,4062	0,4211	0,4137	55	
9	0,3664	0,3797	0,3731	40	0,4212	0,4361	0,4287	46	
10	0,3798	0,3931	0,3865	33	0,4362	0,4511	0,4437	36	
11	0,3932	0,4065	0,3999	29	0,4512	0,4661	0,4587	21	
12	0,4066	0,4199	0,4133	15	0,4662	0,4811	0,4737	17	
13	0,4200	0,4333	0,4267	5	0,4812	0,4961	0,4887	3	
14	0,4334	0,4467	0,4401	0	0,4962	0,5111	0,5037	1	
15	0,4468	0,4601	0,4535	1	0,5112	0,5261	0,5187	0	
16	0,4602	0,4735	0,4669	1	0,5262	0,5411	0,5337	1	
Toplam				532	Toplam				532



Şekil 7. I-45/51 melez kavağı hacim ağırlık değerleri frekans dağılımı



Şekil 8. I-45/51 melez kavağı tam kuru yoğunluk değerleri frekans dağılımı

3.2.1. Hacim Ağırlık Değeri

I-45/51 melez kavağında hacim ağırlık verilerinin aritmetik ortalaması $0,339 \text{ g/cm}^3$ ($339,399 \text{ kg/m}^3$) olarak belirlenmiştir. Standart sapma (s), $\pm 0,0367 \text{ g/cm}^3$, varyasyon katsayısı %10,81 olarak hesaplanmıştır. En küçük değer $0,260 \text{ g/cm}^3$ en büyük değer $0,473 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Buna göre:

Aritmetik ortalama (\bar{X}):

$$\bar{X} = \frac{\sum m_i x f_i}{\sum f_i}$$

$$\bar{X} = \frac{180,560}{532} = 0,339 \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad s^2 = \frac{0,717}{531} = 0,00135$$

$$\bar{X} = 339,399 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Standart sapma (s):

$$s = \sqrt{s^2}$$

$$s = 0,0367$$

Varyans (s^2):

$$s^2 = \frac{\sum f_i x (m_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

Varyasyon katsayısı (v):

$$v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100 = \frac{0,0367}{0,339399}$$

$$v = 10,81 \text{ (\%)}$$

olarak belirlenmiştir.

3.2.2. Tam Kuru Yoğunluk Değeri

I-45/51 melez kavağında tam kuru yoğunluk verilerinin aritmetik ortalaması $0,389 \text{ g/cm}^3$ ($388,838 \text{ kg/m}^3$) olarak belirlenmiştir. Standart sapma (s), $\pm 0,0422 \text{ g/cm}^3$, varyasyon katsayısı %10,85 olarak hesaplanmıştır. En küçük değer $0,301 \text{ g/cm}^3$ en büyük değer $0,541 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Buna göre:

Aritmetik ortalama (\bar{X}):

$$\bar{X} = \frac{\sum m_i x f_i}{\sum f_i}$$

$$\bar{X} = \frac{206,862}{532} = 0,389$$

$$\bar{X} = 388,838 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Standart sapma (s):

$$s = \sqrt{s^2}$$

$$s = 0,0422$$

Varyans (s^2):

$$s^2 = \frac{\sum f_i x (m_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

$$s^2 = \frac{0,945}{531} = 0,00178$$

Varyasyon katsayısı (v):

$$v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100 = \frac{0,0422}{0,388838}$$

$$v = 10,85 \text{ (\%)}$$

olarak belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemizde yetiştirilen *P. x euramericana (Dode) Guinier* cv. "I-45/51" klonu için, kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre hacim tabloları düzenlenmiş ve yoğunluk değerleri belirlenmiştir. Araştırma materyali, I-45/51 melez kavağının yaygın olarak kullanıldığı Orta Karadeniz (Samsun-Terme) ve Marmara (Kocaeli ve Trakya-Meriç) Bölgeleri'ndeki ağaçlandırmalardan temin edilmiştir.

Ülkemizde karakavaklar dışında, I-45/51 ve I-214 melez kavağı ve Samsun (I-77/51) klonları tescil edilmiş ve ağaçlandırmalarda kullanılmıştır. Gövde, ağaç ve ürün çeşitleri hacim tabloları, I-214 melez kavağı için Birler (1986a) ve Samsun kavağı için Koçer ve Ark. (2005) tarafından düzenlenmiştir. Her üç çalışmada, 30 cm ve 35 cm göğüs çapı ile 25 m boyundaki ağaçlara ait hacim değerleri aşağıdaki Tablo 21'de karşılaştırılmıştır.

**Tablo 21. I-45/51, I-214 ve Samsun klonlarında hacim değerleri
(Boy: 25 m, Göğüs çapı: 30 cm ve 35 cm).**

Hacim Türü	Hacim (dm ³)					
	Çap: 30 cm, Boy: 25 m			Çap: 35 cm, Boy: 25 m		
	I-45/51	I-214	Samsun	I-45/51	I-214	Samsun
Gövde	693	750	726	926	993	975
Ağaç	748	810	791	1037	1130	1105
Dal	55	60	65	111	137	130
Soymalık Tomruk	302	367	335	584	733	665
Kerestelik Tomruk	263	300	302	261	243	255
Yongalık Odun	163	123	134	164	129	156
Iskarta	20	20	20	28	25	29

Tablo 21'de görüldüğü üzere, I-45/51 melez kavağı, I-214 ve Samsun klonlarına göre, verilen çap ve boylarda, yongalık odun hacmi daha yüksek; gövde, ağaç, soymalık tomruk ve kerestelik tomruk hacimleri daha düşüktür. Bu durum, I-45/51 melez kavağının diğer iki klona nazaran gövdede çap düşüşünün daha fazla ve daha konik bir gövdeye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca I-45/51 melez kavağı daha ince dal yapısına sahip olduğu için, diğer iki klona göre, dal hacmi de daha düşüktür. Kesilmiş I-45/51 melez kavak ağaçlarının kabuklu göğüs çapını belirlemek amacıyla, göğüs çapını, dip çapın bir fonksiyonu olarak veren bir regresyon eşitliği elde edilmiştir.

Bu çalışmada, I-45 melez kavağı tam kuru yoğunluk değeri 388,838 kg/m³ (0,389 g/cm³) olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlık değeri ise 339,399 kg/m³ (0,339 g/cm³) olarak elde edilmiştir. Numunelerin hacimleri streometrik yöntem ile belirlenmiştir. Samsun-Terme yöresindeki ağaçlandırmalardan sağlanan numunelerle yapılan bir çalışmada, hacim ağırlık değeri I-45/51, I-214 ve Samsun klonları için, sırasıyla 0,293, 0,273 ve 0,333 g/cm³ olarak belirlenmiştir (Tunçtaner ve Ark 1994, s. 11). Birler ve Ark. (1996, s. 43) tarafından yapılan bir çalışmada, I-

214 melez kavağı gövde odunu hacim ağırlık değeri 0.273 g/cm^3 olarak elde edilmiştir. Samsun kavağı için yapılan çalışmada ise, gövde odunu hacim ağırlık değeri 0.370 g/cm^3 olarak belirlenmiştir (Koçer ve Ark. 2005). Buna göre, I-45/51 melez kavağının hacim ağırlık değeri, Samsun kavağından daha düşük, I-214 melez kavağından daha yüksektir.

5. ÖZET

Karakavak kültürü, Anadolu’da odun üretimi amacıyla, geleneksel bir arazi kullanım şekli olarak yüzyıllardan beri yapılmaktadır. Türkiye’de 1950’li yıllardan beri, I-214 melez kavağı ağaçlandırmalarda yaygın olarak kullanılan önemli bir ticari klondur. Yapılan araştırmalar, I-45/51 melez kavak klonunun, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri’nde mukayese populetumlarındaki gelişimleri, I-214 melez kavağı kadar hızlı büyüdüğünü göstermiştir. Halen Türkiye’de, I-214 ve Samsun kavakları yanında, I-45/51 melez kavağı ticari kavak ağaçlandırmalarında yaygın olarak kullanılan ve özellikle odun işleyen sanayi sektörünün talebinin karşılanmasında önemli bir paya sahip olan klondur. Ancak, Samsun kavağının yaygınlaşmasıyla, I-45/51 melez kavağının önemi azalmıştır. Bununla birlikte, I-45/51 melez kavağı, akarsu boyunca galeri ağaçlandırmalarının kurulmasında önde gelen bir klondur. Çünkü, I-45/51 melez kavağı diğer melez ve deltoides klonlarına nazaran olumsuz yetişme ortamı koşullarına daha dayanıklıdır. Bu nedenle, I-45/51 melez kavağı ile tesis edilen ağaçlandırmalardan elde edilen ürünün hacmini belirlemek üzere, hacim tablolarına gereksinim duyulmuştur.

I-45/51 melez kavağının yaygın olarak yetiştirildiği Orta Karadeniz (Samsun - Terme) ve Marmara (Kocaeli ve Trakya – Meriç) Bölgeleri’ndeki ağaçlandırmalardan 178 adet ağaç örneklenmiştir. Örneklenen ağaçların gövdeleri ve 5 cm’den kalın dalları birer metrelik seksiyonlara ayrılarak, uçlarından kesitler alınmıştır. Örneklenen ağaçların hacimleri seksiyon yöntemiyle belirlenmiştir. Ağaç hacmini (v), kabuklu göğüs çapı (d) ve ağaç tam boyunun (h) bir fonksiyonu olarak en uygun şekilde belirlemek için, $v = f(d, h)$ modeli uyarınca regresyon analizleri yapılmış ve çift girişli hacim tabloları düzenlenmiştir.

Ülkemizde I-45/51 melez kavağı odunu soymalık tomruk, kerestelik tomruk ve yongalık odun olarak pazarlanmaktadır. Dolayısıyla, ağaç hacim tabloları kadar, ürün çeşitleri hacim tablolarının da düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ürün çeşidi miktarının belirlenmesinde 3m boyunda tomruklama yapıldığı kabul edilmiştir. Elde edilen ürün çeşitleri hacminin ağaç hacmine oranları hesaplanarak, ürün çeşitleri hacim tablosu düzenlemek amacıyla, ürün çeşitleri hacim oranını, kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre veren eşitliği belirlemek amacıyla bir dizi regresyon analizleri yapılmıştır.

Regresyon analizleri sonucunda; seçilen en uygun eşitlikleri kullanarak, 5cm – 50cm arasındaki kabuklu göğüs çapları ve 5m – 36m arasındaki ağaç boyları için, hacim tabloları düzenlenmiştir.

I-45/51 melez kavağı gövde odunu hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluk değerlerini belirlenmek amacıyla, hacim tablosu düzenlemek amacıyla kesilen 178 ağaç arasından 20 adet ağaç örneklenmiştir. Bu ağaçlara ait kesitlerden 532 adet numune olarak alınmıştır. Numuneler, göğüs yüksekliği kesiti ve 0. metreden başlamak üzere her 2. metredeki seksiyonların karşılıklı iki yarıçapından, TS 2470’e göre, alınmıştır. 532 adet numunenin her biri için hacim ağırlık ve tam kuru yoğunluk değerleri belirlenmiştir. I-45/51 melez kavağında tam kuru yoğunluk

ortalaması $388,838 \text{ kg/m}^3$ ($0,389 \text{ g/cm}^3$), standart sapma (s) $\pm 0,0422 \text{ g/cm}^3$ ve varyasyon katsayısı %10,85 olarak hesaplanmıştır. Hacim ağırlık ortalaması $339,399 \text{ kg/m}^3$ ($0,339 \text{ g/cm}^3$), standart sapma (s) $\pm 0,0367 \text{ g/cm}^3$ ve varyasyon katsayısı %10,81 olarak hesaplanmıştır.

6. SUMMARY

Cultivation of Asiatic pyramidal black poplars is a traditional type of land use for wood production purposes and has been practiced on a large scale in Asia Minor for many centuries. Cultivation of euramerican poplars, "I-214" poplar in particular which is a leading commercial clone, was introduced in Turkey in 1950s. Investigations showed that "I-45/51" poplar, an euramerican clone, grow nearly as fast as "I-214" poplars in the comparison populeta in the Marmara and Black Sea regions in Turkey. Therefore, "I-45/51" clone is also given place for use in commercial poplar plantations in the regions mentioned above. At present, beside "I-214" and "I-77/51 (Samsun)" poplars, "I-45/51" poplar is an important clone used in commercial plantations and has a considerable share in wood supply to meet the demand of wood consuming industries in Turkey. However, during the last decade, the share of "I-45/51" poplars has considerably diminished in use for complete area plantations. But, "I-45/51" poplars have become a leading clone to plant in the gallery plantations along the banks of stream lines. Because, "I-45/51" poplars are more robust compared to other euramerican and deltoides poplars and can grow also under conditions of extensive cultivation. Therefore, this study is conducted to arrange volume tables for "I-45/51" poplars.

For this study purposes, 178 volume trees were sampled from poplar plantations of "I-45/51" clone growing in the Marmara and Black Sea regions. Sample tree stems and their branches thicker than 5 cm were cross cut into 1 m long sections. Cross diameters at the sectional ends were measured and sectional volumes were calculated. Sample tree volumes were then calculated using the sectional volumes. Regression analyses were carried out by a stepwise procedure in order to determine an equation of the best fit to estimate tree volume (v) as a function of tree diameter at breast height outside bark (d) and the total tree height (h), i.e.: $v = f(d, h)$.

In Turkey, wood of euramerican and deltoides poplars is marketed in three wood assortments which are veneer log (above 25 cm diameter), saw log (diameter 17-25 cm) and chip wood (diameter 5-17 cm). Therefore, a separate volume estimate for each of the three wood assortments within a tree is needed to help to a sound marketing. To this objective, sample trees were divided into 3 m long logs and their volumes were calculated. This way, the volumes and the volumetric proportions of each wood assortment within sample trees were calculated. A series of regression analyses were conducted in order to find an equation of the best fit to estimate the volumetric proportions of wood assortments as a function of tree diameter and height. By the use of these functions, tree volumes are expressed also

in terms of volumes of wood assortments. Using the volume equations selected as the best fit, volume tables were then arranged for tree diameter limits from 5 cm to 50 cm and for tree height limits from 5 m to 36 m.

Only 20 density trees were selected out of 178 volume trees for the estimation of wood basic density (dry wood weight / green wood volume) and dry wood density (dry wood weight / dry wood volume) values of “I-45/51” poplars. Altogether 532 density specimens were taken from density trees in conformity with the related Turkish Standards “TS 2470”. Depending on the length of diameter of the cross sections, one or two specimens were cut off from breast height level and from the cross sections taken after every 2 meters along the sample tree stems starting from ground level. A basic density value and a dry wood density value were determined for each of 532 density specimens. A mean basic density value was then calculated as $339,399 \text{ kg/m}^3$ ($0,339 \text{ g/cm}^3$) with a standard deviation of $\pm 0,0367 \text{ g/cm}^3$ and with a 10,81% coefficient of variation. A mean dry wood density value was also calculated as $388,838 \text{ kg/m}^3$ ($0,389 \text{ g/cm}^3$) with a standard deviation of $\pm 0,0422 \text{ g/cm}^3$ and with a 10,85% coefficient of variation. Mean wood basic density value given above can be used for converting volume data into dry wood weight for “I-45/51” poplars.

7. KAYNAKÇA

- AKALP, T., 1978: Türkiyede'ki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 24833/261, 145s., İstanbul.
- ANON, 1981: Ulu Önder Atatürk'ün 100. Doğum Yıldönümünde Türkiye'de Kavak ve Kavakçılık. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, 232s., İzmit.
- ANON, 1994: Türkiye'de Kavakçılık. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, 224s., İzmit.
- AS. N., 1992: *Pinus pinaster* Ait. Değişik Irklarının Fiziksel Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- BERKEL, A., 1970: Ağaç Malzeme Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:1448/147
- BİRLER, A. S., 1974: A Study of the Dry Weight Yields from Corsican Pine. A thesis submitted to the University of Oxford, 213s.
- BİRLER, A. S. - UMAÇ, A. - DOĞRU, M. - USTA, H., 1978: Marmara Oryantasyon Populetumunda Klonların Büyüme Yönünden Karşılaştırılmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 13, s.115-176, İzmit.
- BİRLER, A. S. - YÜKSEL, Y., 1983: Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırma Meşcerelerinde Hasılat Araştırmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 19, s. 295-347, İzmit.
- BİRLER, A. S., 1986a: "I-214" Melez Kavağı Plantasyonlarında Hasılat Araştırmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, 138s., İzmit.
- BİRLER, A. S., 1986b: Türkiye'de Yetişen Radiata Çamı (*Pinus radiata* D.Don) İçin Hacim Tablosu. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 22, s. 51-65, İzmit.
- BİRLER, A. S. - USTA, H. Z. - YÜKSEL, Y., 1983: Karakavaklar (Asya Servi Kavağı) İçin Hacim Tablosu (*P. usbekistanica* Kom. Subsp. *Uzbekistanica* cv. "Afghanica"). Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 19, s.153-168, İzmit.
- BİRLER, A. S. - KOÇAR, S. - AVCIOĞLU, E. - DİNER, A. - GÜRSES, M. K. - GÜLBABA, A. G., 1995: Okaliptüs Ağaçlandırmalarında Hacim ve Kuru Madde Hasılatı. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 1995/1-171, 118s., İzmit.
- BİRLER, A. S. - DİNER, A. - KOÇAR, S. 1996: Melez Kavak (*P. x euramericana* (Dode) Guinier cv. "I-214") Klonunda Kitle Üretimi. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 1996/5-179, 78 s., İzmit.

- BOZKURT, Y., 1982: Ağaç Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 2839/296, İstanbul.
- BOZKURT, Y. - GÖKER, Y., 1987: Fiziksel ve Mekaniksel Ağaç Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 3445/388, İstanbul.
- CARUS, S., 1998: Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 359s., İstanbul.
- CHAPMAN, H. H. - MEYER, W. H., 1949: Forest Mensuration, McGraw – Hill Book Company Inc. 522 s, New York.
- ERCAN, M., 1997: Bilimsel Araştırmalarda İstatistik. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 6, 225s., İzmit.
- FIRAT, F., 1973: Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 1800/193, 359 s., İstanbul.
- HUSCH, B. - MILLER, C. I. - BEERS, T. W., 1982: Forest Mensuration. Third edition, John Wiley and Sons Inc. 402, New York.
- KALIPSIZ, A., 1982: Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 3052/328, İstanbul, 349s.
- KALIPSIZ, A., 1984: Dendrometri. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 3194/354, 407 s., İstanbul.
- KOÇER, S. - DİNER, A., - ŞENER, G., 2005: Samsun Kavağı (*Populus deltoides* Bartr.) İçin Hacim Tablosu Düzenlenmesi ve Yoğunluk Değerlerinin Belirlenmesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 2005-204, 42s, İzmit.
- ÖZCAN, B. G., 2003: Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarında Artım ve Büyüme. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 195, 155 s., İzmit.
- SARAÇOĞLU, Ö. 1988: Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. OGM Yayını, 315s., İstanbul.
- SEKAWIN, M., 1977: I Cloni di Pioppo Iscritti nel Registro Nazionale Italiana Deidoni Forestali. Ministero Dell'agricoltura Edelle Foreste, Collana Verde No. 45, 151s., Rome,
- SERTMEHMETOĞLU, Z. - ACAR, O. - BİRLER, A. S., 1967: Kavaklıklarda Olgunluk Müddeti Sorunları Üzerine Bazı Araştırmalar. Kavakçılık Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 2, s.165-192, İzmit.
- TSE: TS 2470. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler.
- TSE: TS 2472. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini.
- TUNÇTANER, K. - AKKAN, A. - ZENGİNGÖNÜL, K. A. - ERTAN, E. - AKYILMAZ, M. - PAMİR, E. - ERTAŞ, S., 1973: Türkiye Populetuamları Araştırma Sonuçları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 19, s.221-293, İzmit.

- TUNÇTANER, K. - TULUKÇU, M. - TOPLU, F. 1994: Bazı Kavak Klonlarının Büyümeleri ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 1994/5-170, 25s, İzmit.
- TUNÇTANER, K. - TULUKÇU, M. - TOPLU, F. - DURCAN, E. 1998: Marmara ve Orta Anadolu Bölgeleri Mukayese Populetuamları Araştırma Sonuçları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 1998/1-184, 55s, İzmit.
- TUNÇTANER, K. - AKBULUT, T. - TULUKÇU, M., 2002: Bazı Kavak ve Söğüt Klonlarının Göller Bölgesine Adaptasyonları ve Yonga Levha Endüstrisinde Değerlendirme Olanakları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 2002-194, 47s, İzmit.
- TUNÇTANER, K. - AS, N. - ÖZDEN, Ö. 2004: Bazı Kavak Klonlarının Büyüme Performansları, Odunlarının Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kağıt Üretimine Uygunlukları Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 2004-196, 91s, İzmit.