

Md. Yayın No: 209

ISSN 1300-395X

MELEZ KAVAK
(*P.x euramericana* (Dode) Guinier cv. "I-214")
KLONUNDA KİTLE ÜRETİMİ

ODC.: 521:522:523:524:561:562:566:812.144:812.31:176.1: Populus

Biomass production from hybrid poplar clone (*P.x euramericana* (Dode)
Guinier cv. "I-214")

Doç. Dr. A. Sencer BİRLER
Ahmet DİNER - Sacit KOÇAR

TEKNİK BÜLTEN NO: 179

T. C.
ORMAN BAKANLIĞI
KAVAK VE HIZLI GELİŞEN TÜR
ORMAN AĞAÇLARI ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

POPLAR AND FAST GROWING FOREST TREES
RESEARCH INSTITUTE

İZMİT

ÖNSÖZ

"Melez Kavak (*P. x. euramericana* (Dode) Guinier cv. "I-214") Klonunda Kitle Üretimi" adlı bu araştırma, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Hasılat-Ekonomi Araştırmaları Bölümü Başmühendisliği tarafından yürütülmüş ve sonuçlandırılmıştır. Araştırma için gerekli veriler; İzmit Orman Fidanlığında, farklı üç dikim aralığında, çok sık dikilmiş denemelerden sağlanmıştır. Yedi yıl boyunca denemelerde yapılan ölçmeler ile alınan örneklerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu proje sonuç raporu hazırlanmıştır.

Araştırma çalışmalarının yürütülmesinde ve değerlendirme safhalarında her türlü desteği esirgemeyen Enstitü Müdürlüğümüze, örneklerin kalori değerlerinin belirlenmesinde laboratuvar imkanlarından yararlandığımız İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve oradaki çalışmalarımızda yardımlarını gördüğümüz Orman Ürünleri Bölümü Başmühendisi Pamir ERTEN ve diğer tüm personeline teşekkür ederiz.

Araştırmanın; tesis, bakım, ölçme ve değerlendirme gibi tüm safhalarında emeği geçen Bölüm Başmühendisliğimiz laborantı Cevat DEMİREL'e ve sonuç raporunun yazımını gerçekleştiren bilgisayar işletmenleri Yasemin ÖZCAN ve İlkin KILIÇASLAN'a şükranlarımızı sunarız.

Çalışmanın meslektaşlarımıza ve kavak yetiştiricilerine yararlı olmasını dileriz.

İzmit, Mayıs 1996

Doç. Dr. A. Sencer BİRLER
Ahmet DİNER Sacit KOÇAR

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	İV
ÖZ	VI
ABSTRACT	VI
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	6
2.1. Araştırma Materyali	6
2.1.1. Hacım Hasılat Tablosu Materyali	7
2.1.2. Kuru Madde Hasılat Tablosu Materyali	11
2.1.3. Eşdeğer Enerji Hasılat Tablosu Materyali	11
2.2. Araştırma Yöntemi	12
2.2.1. Hacım Hasılat Tablosu Düzenleme Yöntemi	12
2.2.2. Kuru Madde Hasılat Tablosu Düzenleme Yöntemi	16
2.2.3. Eşdeğer Enerji Hasılat Tablosu Düzenleme Yöntemi	18
3. BULGULAR	21
3.1. Deneme Örnek Ağaçlarının Hacımlandırılması	21
3.2. Kabuk Kalınlığının Belirlenmesi	21
3.3. Hacım Hasılasının Belirlenmesi	26
3.3.1. Meşcere Orta Çapının Belirlenmesi	27
3.3.2. Meşcere Orta Boyunun Belirlenmesi	29
3.3.3. Meşcere Ağaç Sayısının Belirlenmesi	31
3.3.4. Orta Ağaç Kök, Gövde ve Dal Hacımlarının Belirlenmesi	35
3.3.5. Hacım Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi	38
3.4. Kuru Madde Hasılasının Belirlenmesi	42
3.4.1. Orta Ağaç Kök, Gövde ve Dal Odunu ve Kabuk Hacımlarının Belirlenmesi	42
3.4.2. Gövde, Dal ve Kök Odunu ve Kabuğun Hacım - Yoğunluk (Hacım Ağırlık) Değerinin Belirlenmesi	52
3.4.3. Kuru Madde Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi	54
3.5. Orta Ağaç Kalori Değerlerinin Belirlenmesi ve Enerji Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi	56

3.6. Büyüme ve Artım İlişkileri	63
3.6.1. Meşcere Çap Gelişimi	63
3.6.2. Meşcere Orta Boy Gelişimi	63
3.6.3. Meşcere Hacım Gelişimi	70
3.6.4. Meşcere Hacım Artımlarının Gelişimi	72
3.6.4.1. Yıllık Cari Hacım Artımı	73
3.6.4.2. Genel Ortalama Hacım Artımı	74
3.6.5. Meşcere Kuru Madde Hasılası Gelişimi	76
3.6.6. Meşcere Kuru Madde Artımının Gelişimi	76
3.6.6.1. Yıllık Cari Kuru Madde Artımı	76
3.6.6.2. Genel Ortalama Kuru Madde Artımı	78
3.6.7. Meşcere Eşdeğer Enerji Veriminin Gelişmesi	80
3.6.8. Meşcere Eşdeğer Enerji Verimi Artımının Gelişmesi	82
3.6.8.1. Yıllık Cari Eşdeğer Enerji Artımı	82
3.6.8.2. Genel Ortalama Eşdeğer Enerji Artımı	83
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	84
ÖZET	87
SUMMARY	93
KAYNAKÇA	96

ÖZ

Bu çalışmada, çok sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandır-maları, büyüme ve artım ilişkileri ile hacim, kuru madde ve enerji verimi bakımlarından araştırılmıştır. Denemeler İzmit Orman Fidanlığında üç değişik dikim aralığında tesis edilmiştir.

Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarının hacim hasılası (kök, gövde ve dal dahil) belirlenerek hacim hasılat tabloları düzenlenmiştir. Örnek ağaçlardan sağlanan numunelerin hacim yoğunluk ve kalori değerlerinin belirlenmesinden sonra, hacim hasılat tablolarından yararlanılarak kuru madde (tam kuru = fırın kurusu) hasılat tabloları, bu tablolardan yararlanmak sureti ile de eşdeğer enerji hasılat tabloları düzenlenmiştir. Düzenlenen hacim hasılat, kuru madde ve eşdeğer enerji hasılat tablolarında, yıllık cari artım ve genel ortalama artım gelişmeleri de ortaya konulmuştur.

ABSTRACT

In this study the developmental trends in terms of volume, dry matter and energy increments in plantations with *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv."I-214" growing at dense spacings in İzmit Poplar Nursery, were investigated.

Using the data obtained from the experimental plantations established for this study purposes, the yield tables were constructed for "I-214" poplar plantations at very dense spacings. The yield tables present not only the estimates for plantation volume and volume elements, but also the estimates for dry matter and energy production.

1. GİRİŞ

Ülkemizdeki hızlı nüfus artışı ve sanayileşme yüzünden odun hammaddesine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Doğal ormanlarımızdan ve diğer kaynaklardan sağlanan odun üretimi artan talebi karşılayamamaktadır. 1990-2009 dönemi için yapılan odun üretimi arz-talep tahminleri karşılaştırmalarında, ülkemizde, önemli miktarda odun hammadde açığının olacağı bildirilmektedir (TOKB 1987, s. 18-22). Bu arz açığının kısa dönemde kapatılamaması halinde, doğal ormanlarımız üzerindeki baskı daha da artacaktır. Odun açığının kısa zamanda kapatılması için kavak ve hızlı gelişen türler ile ağaçlandırmalar tesis etmek gerekmektedir. Nitekim, 1990-2009 Ormanlık Ana Planı Taslağı'nda da bu husus önemle vurgulanmıştır (TOKB 1987, s. 19-20).

Hızlı gelişen tür ağaçlandırmalarının amacı, kısa dönemde, birim alandan en yüksek hasılayı elde etmeye yönelik olmaktadır. Özellikle, dar dikim aralıklarında üretilecek odunun kalitesinden ziyade kantitesi önemlidir. Daha kısa dönemde birim alandan daha yüksek hasıla (kitle üretimi) elde edilmesinin yollarından birisi de, ağaçlandırmaların tesisinde sık dikim aralıklarının tercih edilmesidir. Meşçere ne kadar sık olursa, orta çap aynı yaşlar için daha ince kalır (Fırat 1972, s.132). Ancak, birim alandaki toplam hacim de, belli bir sıklığa kadar buna ters orantılı olarak artmaktadır (Usta 1985, s. 136). Buna mukabil, sıklık arttıkça ağaçlandırmaların idare süreleri kısalmaktadır.

Odun hammaddesi sanayi ve yapı endüstrisi dışında yakacak olarak da kullanılmaktadır. Dünyadaki diğer abiyotik enerji kaynaklarının belli bir süre sonra tükeneceği göz önüne alındığında, yenilenebilen enerji kaynağı olarak odun hammaddesinin önemi daha da artmaktadır. Odunun enerji kaynağı olarak kullanılması, çevrenin ve ekolojik şartların korunmasına önemli katkılar sağlamaktadır.

Ağaçlandırmalarda dar dikim aralıklarının kullanılması ile, birim alandan elde edilecek odun hasılasının artması yanında, sağlanacak enerji miktarı da artmaktadır. Son yıllarda, kısa idare süreleri sonunda, birim alandan hem yüksek odun hasılası, hem de yüksek enerji veriminin sağlanması amacıyla yönelik ağaçlandırma tesis etme çalışmaları artmıştır.

İsveç'te söğüt ve kavak klonları ile yapılan biyokitle ağaçlandırmalarından 4-10 yıllık idare süreleri sonunda, 25-30 m³/ha/yıl karşılığı olarak 10-12 ton/ha/yıl kuru madde hasılası alınacağı; dikim materyallerinde yapılacak iyileştirmeler (ıslah), işletme bakım şekillerinin geliştirilmesi ile 2010 yıllarında kuru madde hasıla miktarının 15 ton/ha/yıl seviyesine ulaşacağı beklediği bildirilmektedir. Bu ülkede, selekte edilmiş *Salix viminalis* ve *Salix dasyclados* klonları ile, verimli tarım alanlarında, sadece enerji üretimi maksadı ile 9000 ha alanda plantasyon yapılmaktadır (Christersson ve ark. 1993, s. 687-689).

Kanada-Ontario'da, 0.30 m x 0.90 m dikim aralığında kavak yetiştirilmesi için iyi özelliklere haiz (balçıklı kum) arazide, 20 cm uzunluğundaki 35 klona ait çelikler ile yapılan plantasyonlardan iki yıllık idare süresi sonunda, klonlara göre; 23.1 ila 94.5 ton/ha yaş odun veya 9.9 ila 38.3 ton/ha arasında fırın kuru odun hasılası elde edilebileceği ortaya konmuştur (Anderson - Zsuffa 1975, s. 1-3). Anderson ve Zsuffa (1980), aynı yörede (Ontario), tesis ve bakım işlemlerinin iyi bir şekilde uygulandığı hızlı gelişen melez kavak plantasyonlarının kısa idare sürelerinde yüksek biyokitle hasılası verdiğini belirtmektedirler. Bu şahıslar, Zsuffa (1979) ve Zsuffa-Anderson'a (1979) atfen elde edilen hasılanın 10 yıllık idare süresinde 25 m³/ha/yıl üzerinde, fırın kuru ağırlığının da 1-2 yıllık idare süresinde 10 ton/ha/yıl üzerinde olduğunu bildirmektedirler.

Amerika Birleşik Devletleri Olympia - Washington'da D-01 ve H-11 melez kavak klonları ile 5 adet sıklıkta (0.18m x 0.18m, 0.30m x 0.30m, 0.50m x 0.50m, 1.0m x 1.0m ve 2.0m x 2.0m) kurulan denemelerden 5. yıl sonunda dikim aralığına ve klon çeşidine göre, 32 ila 94 ton/ha fırın kuru odun hammaddesi elde edileceği ortaya konmuştur (De Bell ve ark., 1992, s.9).

Yugoslavya'da yapılan bir araştırmada, çok çeşitli sıklıkta (hektara 200 ila 14000 ağaç) tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında dikim aralığının üretim miktarı ve idare süreleri üzerindeki etkileri ortaya konmuştur (Markovic-Roncevic 1992, s.5-6). Bu çalışma, dikim aralıkları daraldıkça üretilen odun miktarının arttığını, buna mukabil ağaçlandırma idare süresinin kısaldığını göstermiştir.

Szendrödi, Macaristan'da "I-214", "DP-229.B", "I-45/51" ve "Blanc du Poitou (BDP)" euramerican melez kavak klonları ile 1.0m x 0.50m, 1.0m x 1.0m ve 1.0m x 2.0m dikim aralığında tesis edilen denemelerden elde edilen ürün miktarlarını dikim aralığı ve yaşlar itibariyle vermektedir (Szendrödi 1994, s. 3-5). Szendrödi'nin bildirdiğine göre, dikim sıklığı daraldıkça ve yaş arttıkça elde edilen odun miktarı artmaktadır. Örneğin, 4. yıl sonunda "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarından elde edilen ürün miktarları yaklaşık aşağıdaki gibidir:

1.0m x 0.5m dikim aralığı için, 80 m³/ha veya 44 ton/ha fırın kurusu odun

1.0m x 1.0m dikim aralığı için, 60 m³/ha veya 37 ton/ha fırın kurusu odun

1.0m x 2.0m dikim aralığı için, 40 m³/ha veya 30 ton/ha fırın kurusu odun

İngiltere'de biyokitle ve bundan enerji üretimine yönelik olarak, plantasyonlarda araştırma çalışmalarına 1980'li yılların başlarında başlanmıştır (Mitchell- Pearce 1984, s. 543-561). Bu amaçla, tek gövdeli ve baltalık şeklinde, farklı toprak şartlarında (marjinal tarım alanları ve orman arazilerinde), çeşitli türlerle denemeler tesis edilmiştir. Baltalık şeklindeki denemeler, hektarda 2500 ve 10000 adet ocak (kök) olacak şekilde tesis edilmiş olup, 2 ve 4 yıllık idare süreleriyle işletilmesi halinde, bu süreler sonunda 8 ila 12 ton/ha/yıl kuru madde elde edileceği belirtilmiştir (Mitchell-Pearce 1984, s.543-544). Nitekim, iyi toprak şartlarında Bristol'un güneyinde bir *Populus deltoides* x *Populus trichocarpa* cv melezi olan "RAP" klonundan 1. yılın sonunda elde edilen kuru madde miktarı, hektarda 2500 fert bulunan sıklıklar için 4.51 ton/ha/yıl, hektarda 10000 fert bulunan sıklıklar için de 7.11 ton/ha/yıl olarak gerçekleşmiştir (Mitchel-Pearce 1984, s. 556).

Almanya'da 15 yıldan daha fazla bir zamandan beri daha önce tarımsal maksatlarla kullanılan alanlarda, hızlı gelişen türlerle, kısa idare sürelerinde (2 ila 12 yıl), biyokitle üretimi araştırmalarının sürdürüldüğü bildirilmektedir (Weisgerber 1993, s. 727). Weisgerber'in bildirdiğine

göre, Almanya'da biyokitle üretimini arttırmaya ve uygun fertleri belirlemeye yönelik kavak melezleme çalışmaları da sürdürülmektedir.

Ülkemizde, biyokitle üretim çalışmalarına baltalık işletmelerini örnek göstermek mümkündür. Bu işletme şekli, kök ve kütük sürgünlerinden gelişen doğal yapraklı ormanlarımızda uygulanmakta olup, idare süresi 20 yıl olarak alınmaktadır. İşletmenin amacı ağırlıklı olarak ısınmaya yönelik enerji ihtiyacını karşılamaktır. Baltalık olarak işletilen normal verimli baltalık ormanlarımızın yıllık ortalama artımı 2.4 ster/ha/yıl civarındadır (O.G.M. 1980).

Ülkemizde, plantasyon yöntemi ile dar dikim aralığında tesis edilerek kısa idare sürelerinde biyokitle üretimi çalışmaları pek yaygın değildir. Ancak, kırsal kesimlerde yapılan tetar işletmesi ile çok sık tesis edilen karakavak plantasyonlarını bu kategoride değerlendirmek mümkündür.

Yukarıda belirtildiği gibi, biyokitle üretimine en uygun türler hızlı gelişen ağaç türleri olmaktadır. Bu bakımdan, kavak ve söğüt türleri kitle üretimi açısından en uygun türler olarak öncelikle değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Nitekim, yurdumuzda yüksek verimlilikteki yeni kavak ve söğüt klonlarının bulunması amacı ile genetik ıslah ve seleksiyon çalışmalarının sürdürüldüğü bildirilmektedir (Tunçtaner-Tulukçu 1992, s.2). 1.80m x 0.50m dikim aralığında İzmit Orman Fidanlığında 30 adet kavak klonu ile tesis edilen denemede biyokitle üretimine uygun kavak klonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır (Tunçtaner-Tulukçu 1992, s. 2-32). Bu çalışma ile 5. yıl sonunda kavak klonlarının büyüme performansları, hektardaki hacim (m^3/ha), özgül ağırlık ve hacim ağırlık değerleri (g/cm^3) ile hektardaki kuru madde miktarları (ton/ha) belirlenerek sıralanmıştır. Beşinci yıl sonunda "I-214" melez kavak klonu kitle hacmi $303.3 m^3/ha$, kuru madde ağırlığı da $77 ton/ha$ olarak belirlenmiştir.

Usta (1985, s.161), kök 3 gövde 2 yaşında birinci sınıf "I-214" melez kavak fidanları ile 2.0m x 3.0m dikim aralığında tesis ettiği denemelerde bonitet sınıfları ve idare sürelerine göre elde edilen yıllık ortalama artımları aşağıda verildiği şekilde tesbit etmiştir.

Bonitet sınıfı	İdare süresi (yıl)	Yıllık ort.artım (m ³ /ha/yıl)
I	9	54.8
II	10	30.2
III	11	16.9

1980 yılında Uluslararası Kavakçılık Komisyonu'nun (IPC) İzmir'de yapılan genel kurul toplantısında; sık dikimler ve kısa idare süreleri ile kavak kitle üretim araştırmaları yapılması kararı alınarak "Kavak Kitle Üretimi Alt Komitesi" oluşturulmuştur. 1981 yılında Japonya-Kyoto'da toplanan IUFRO kongresinde bu alt komite bir toplantı yapmış, üye ülkelerin kavak kitle üretimi konusunda araştırmalar yapmaları ve bilgi alışverişinde bulunmaları kararı almıştır. Alınan karar üye ülkelere 04.11.1981 tarihli alt komite sirküleri ile bildirilmiştir. Sık dikimlerle kısa idare süreleri sonunda odun kitle üretimini arttıracak ve temiz bir enerji kaynağı olarak fosil kaynaklı enerji maddelerine alternatif olacak odun biyokütlesi konusunda araştırmalar yapmak ülkemiz açısından büyük önem arz etmektedir. Bu araştırmalara öncelikle hızlı gelişen türler ile başlanması yararlı olacaktır.

"I-214" melez kavak klonu hızlı gelişmesi ve ülkemizde oldukça yaygın olarak yetiştirilmesi dolayısıyla, sık dikim ve kısa idare süreli kitle üretimine en uygun kavak klonlarından birisidir. Bu nedenle, bu kitle üretimi araştırması "I-214" melez kavak klonu için yapılmıştır. Çalışma ile, "I-214" melez kavak klonunda sık dikim aralığında (0.50m x 1.93m, 1.50m x 1.93m, 2.50m x 1.93m) tesis edilen ağaçlandırma-larda birim alandan (ha) elde edilebilecek toplam odun verimi (hacim ve ağırlık olarak), yıllık artımları ile enerji eşdeğerlerinin kestirilmesi ve değişik sıklıklar için hacim ve kuru madde ağırlıkları yönünden en yüksek hasılayı sağlayan idare sürelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çeşitli dikim aralıklarına haiz denemeler İzmit Orman Fidanlığı'nda tesis edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Materyali

Araştırma materyali, İzmit Orman Fidanlığı 3a no'lu parselde tesis edilen denemelerden sağlanmıştır. İzmit Orman Fidanlığı 40° 40' kuzey paraleli ile 29° 54' doğu boylamı kesişiminde, denizden 6 m yükseklikte, % 0-1 meyilde alüviyal bir arazi parçasıdır. Denemenin kurulduğu yer, Karadeniz ve Akdeniz iklim rejimi geçiş kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Uzun yıllar ortalaması olarak, yıllık yağış miktarı 764.6 mm dir. Bu yağışın % 36'sı kışın, % 21'i ilkbaharda, % 16'sı yazın, % 27'si de sonbaharda düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 14.4 C°'dir. Aylık en yüksek sıcaklık Ağustos(42.9 C°), en düşük ise, Şubat (-18 C°) ayında görülmüştür. 30 cm derinlikteki toprak ortalama sıcaklığı 16.2 C° olup, en yüksek ortalama 26.6 C° ile Ağustos ayında, en düşük ortalama ise, 6.3 C° ile Ocak - Şubat aylarında gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama nisbi nem % 72'dir (Çölaşan 1970, s. 385-391).

İzmit Orman Fidanlığı'nın toprakları, alüviyal taban arazi toprakları olup, denemenin tesis edildiği alanda 0-40 cm derinlikteki topraklar balçık; 40-80 cm arasındaki topraklar da kumlu balçık tekstüründedir. 1992 yılında yapılan fidanlık toprak tahlil raporuna göre, 3a no'lu parselde ait 0-30 cm derinlik için toprak özellikleri Tablo1'de verilmiştir.

Tablo1. Deneme alanının toprak özelliklerine ilişkin değerler

Table 1. Some data concerning the soil conditions of the trial site

Toprak özellikleri	Değerler
Toprak türü	Balçık
Kum %	34.630
Toz %	44.950
Kil %	20.420
Reaksiyon (pH)	7.680
Kireç % (total)	3.720
Kireç % (aktif)	2.900
Organik madde %	0.975
Toplam azot % N	0.048
P ₂ O ₅ M.K	43.000
EC x 10 ³ milimhos/cm	0.400
Jibs	Yok

Deneme, 3 dikim aralığında (0.5m x 1.93m, 1.50m x 1.93m, 2.50m x 1.93m), 2 raslantı bloğunda ve 3 blok içi yinelemeli olarak desenlenerek uygulanmıştır. Her bir ölçme parseli yaklaşık eşit büyüklükte alana sahip olup, en az ikişer sıra ayırım şeridi (dikim sırası) ile birbirinden izole edilmiştir. Dikim materyali olarak 1-0 yaşlı köklü çelik kullanılmıştır. Uygulanan deneme deseni Şekil 1'de verilmiştir.

2.1.1. Hacım Hasılat Tablosu Materyali

Hacım hasılat tablosu düzenlemek için kullanılan materyal, 1983 yılı Mart ayında deneme desenine uygun olarak kurulan deneme ağaçlandırmasından sağlanmıştır. Deneme deseninde de görüldüğü üzere, her deneme parseli kendi içinde üç bölüme ayrılmıştır. (1, 1A, 1B - 2, 2A, 2B -3, 3A, 3B). Örneklenen ağaçlar, her sıklıkta 3. yılda (1985) A bölümlerinden, 5. yılda (1987) B bölümlerinden ve 7. yılda da (1989) 1, 2, 3 bölümlerinden temin edilmiştir. Her bölümde göğüs yüzeyi orta ağacı belirlenerek, bu ağaç çapına en yakın sağlam tepeli üç adet ağaç örneklenmek üzere kökünden sökülerek alınmıştır. Deneme 3 dikim aralığında, 2 raslantı blokunda ve 3 blok içi yinelemeli tesis edildiğinden, her örnekleme yılında $3 \times 2 \times 3 \times 3 = 54$ adet ağaç örneklenmiştir. Bu işlem üç kez (3., 5., 7. yıl) tekrarlandığından, toplam 162 ağaç örnekleme materyali olarak kullanılmıştır. Örnek ağaçlarda aşağıda belirtilen ölçmeler yapılmıştır.

Ağaç tam boyu : Toprak yüzeyinden ağaçların tepe tomurcuğuna kadar olan tam boyları cm duyarlılıkla ölçülmüştür.

Göğüs çapı : Toprak yüzeyinden 1.30 m yükseklikten alınan kesit üzerinde birbirine dik vaziyette çizilen yarıçaplar her yaş kademesi için mm duyarlılıkta ölçülmüştür.

Gövdede seksiyon ölçmeleri: Ağaç gövdesi üzerinde, dipten itibaren ağaç boyunun % 5, % 15, % 30 ve % 70 yüksekliğine denk düşen yerlerinden kesitler alınarak, bunlar üzerinde birbirine dik çizilen yarıçaplar her yaş kademesi için mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Seksiyon ucunun dal şişkinliği v.s. gibi anormal noktalara tesadüf ettiği yerlerde, kesitler seksiyon ucunun 5-10 cm aşağı veya yukarısındaki daha düzgün yerlerden alınmıştır.

Şekil 1. Deneme ağaçlandırması deseni blok planı
Figure 1. The blok design of the experimental plantation

Dalda seksiyon ölçmeleri: Dallarda ağaç gövdesine 10 cm uzaklıktan ve dal ortasından olmak üzere iki adet kesit alınmıştır. Bu kesitlerde gövde seksiyonlarında yapılan ölçmelere benzer şekilde yarıçap ölçmeleri yapılmıştır. Dalların gövdeden itibaren tam boyları da m duyarlılıkla ölçülmüştür. Dip çapı 1.5 cm'den aşağı olan dalların kullanım alanının (yakacak veya yapacak) olamayacağı varsayılarak değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Kök ölçmeleri : Kökleri ile birlikte sökülen ağaçlar kök boğazından ve kök uçlarından düzgün olarak kesilmiştir. Kök ucu olarak, ana kök kütüğünün nihayet bulunduğu ve tali köklerin başlangıç yeri alınmıştır. Her iki kök ucunda birbirine dik olarak çizilen yarıçaplar her yaş kademesi için mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Kök boğazından kök ucuna kadar olan mesafe, kök boyu uzunluğu olarak, cm duyarlılıkla ölçülmüştür.

Kabuk ölçmeleri : Ağaçlandırmanın 3, 5 ve 7. yıllarında köklenerek alınan ağaçların gövde ve dal kesitleri ile kök boğazı ve kök ucunda birbirine dik çizilen yarıçaplar üzerindeki kabuk kalınlıkları mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Gövde ve dal seksiyonları ile kök boğazı ve kök ucunda yaşları itibarı ile ölçülen dört yarıçapın aritmetik ortalamaları alınarak, her kesitte yaşlara göre ortalama yarıçaplar hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde, her kesitte dört yarıçap doğrultusunda ölçülen kabuk kalınlıklarının aritmetik ortalaması alınmak sureti ile de ortalama kabuk kalınlıkları belirlenmiştir.

Göğüs yüzeyi orta ağacının belirlenmesi için aşağıdaki yöntem izlenmiştir. Örnek ağaç alınacak deneme parselinin ilgili bölümündeki (A, B ve 1, 2, 3) ölçü ağaçlarının tümünün göğüs çapları (R), birbirine dik şekilde ölçülerek, ortalaması alınmak suretiyle belirlenmiştir. Her ağacın göğüs yüzeyi " $G=(\pi/4)R^2$ " formülü uyarınca hesaplanmıştır. Hesaplanan göğüs yüzeyleri toplanıp ağaç sayısına bölünerek, meşcere göğüs yüzeyi orta ağacı bulunmuştur. Göğüs yüzeyi orta ağacına tekabül eden çap hesaplanmak sureti ile de göğüs yüzeyi orta ağacının çapı belirlenmiştir. Daha sonra, bu göğüs çapına tekabül eden veya ona en yakın çapa haiz olan düzgün tepeli 3 adet ağaç örneklenmek üzere alınmıştır.

Sık dikim aralıklarının uygulandığı deneme parsellerinde ileri yıllarda bazı ağaçların kuruyarak ayrılacağı varsayılarak, yıllar itibarı ile zayıf miktarları belirlenmiştir. Bunun için, en son 7. yılda örnek

ağaç

alınacak olan deneme parselleri bölümleri (1,2,3) örneklenmiştir. Zira, deneme parselerinin diğer A ve B bölümlerinden 3. ve 5. yıllarda örnek ağaçlar alındığı için zorunlu bir eksilme meydana gelmektedir. Deneme parsellerinin ana bölümlerindeki (1,2,3) ağaç sayılarındaki eksilmeler 3. yıldan başlayarak 7. yıla kadar her yıl vejetasyon dönemi sonunda (sonbahar) belirlenmiştir.

2.1.2. Kuru Madde Hasılat Tablosu Materyali

Kuru madde hasılat tablosu düzenlemek için gerekli materyaller ağaçlandırmanın 3., 5. ve 7. yıllarında, hacim hasılat tablosu materyali olarak her deneme parselinden köklenecek alınan örnekağaçlardan sağlanmıştır. 2.1.1. başlık altında açıklandığı gibi, hasılat tablosu materyali olarak her parselden alınan 3 ağaçtan bir adedi tesadüfen seçilmiştir. Böylece, 3 sıklık 2 blok ve 3 blok içi yineleme parsellerinden toplam 18 ağaç ($3 \times 2 \times 3 = 18$) alınmıştır. Bu işlem ağaçlandırmanın 3.,5. ve 7. yıllarında yapıldığından, örneklenen tüm ağaç sayısı 54 adet ($18 \times 3 = 54$) olmuştur. Örnek olarak seçilen ağaçların gövde, dal, kök kısımlarından odun ve kabuk örnekleri alınmıştır. Gövde örnekleri, yarıçap ve kabuk kalınlığı ölçümlerinin yapıldığı seksiyonlardan (ağaç tam boyunun % 5, %15, %30, %70) alınmıştır. Kök örnekleri, kök boğazından itibaren kök boyunun 1/3'den; dal örnekleri de, her örnek ağaçtan bir dal seçilerek dal ortasından temin edilmiştir. Bu şekilde, örneklenen her ağaçtan 6 adet odun, 6 adet de kabuk materyali olmak üzere toplam 12 adet numune alınmıştır. Böylece örneklenen ağaçların tümünden 648 adet ($12 \times 54 = 648$) numune sağlanmıştır.

2.1.3. Eşdeğer Enerji Hasılat Tablosu Materyali

Enerji değerlerinin belirlenmesi için gerekli materyal, yukarıda 2.1.2. başlık altında belirtilen 54 adet örnek ağaçtan sağlanmıştır. Ağaç gövdesi odunu ve tüm kabuklar için (kök, gövde, dal kabuğu) tek örnek numune alınarak değerlendirmeye tabi tutulması öngörülerek, gövde seksiyonlarından alınan odun örnekleri ile kök, gövde ve dallardan alınan kabuk örnekleri karıştırılarak enerji değerleri

belirlenmiştir. Dal odunu örneği, dalların ortasından; kök odunu örneği ise, kök boyunun kökboğazından itibaren 1/3'den alınmıştır.

2.2. Araştırma Yöntemi

Araştırmanın amacı, sık dikilmiş "I-214" melez kavak klonunda biyokitle hasılasını hacım ve kuru madde olarak ortaya koymak ve eşdeğer enerji değerlerini tesbit etmektir. Bu nedenle, öncelikle hacım hasılat tablolarının düzenlenmesi, buna bağlı olarak kuru madde hasılat tabloları ve eşdeğer enerji hasılat tablolarının tanzimi gerekmektedir.

2.2.1. Hacım Hasılat Tablosu Düzenleme Yöntemi

Hasılat tabloları, eşit yaşlı meşcerelerin birim alandaki hacımlarının ve diğer meşcere özelliklerinin yaş sınıfları, bonitet sınıfları, ağaç türü ve meşcere sıklığına göre tablo halinde gösterilmesi olarak ifade edilmektedir (Birler 1986, s.29). Hasılat tabloları, kullanılan bağımlı değişkenlere göre; normal hasılat tabloları, ampirik hasılat tabloları ve değişken sıklık hasılat tabloları olarak sınıflandırılmaktadır. Değişken sıklık hasılat tablolarında meşcere sıklığı bir bağımsız değişken olarak alınmakta olup her sıklıktaki meşcereler örneklenebilmektedir (Husch ve ark. 1972, s.357-360; Kalıpsız 1982, s.204-215). Çalışmamızda değişken sıklık hasılat tablosu yöntem olarak esas alınmıştır.

Meşcere hasılat tablolarından beklenen, meşcerenin kolay ölçülebilen özellikleri yardımı ile diğer özelliklerinin tahmin edilmesidir. Bunun için, meşcerenin bazı özellikleri arasında fonksiyonel ilişkiler kurulmaktadır (Kalıpsız 1982, s.215). Meşcerelerin en kolay ölçülebilen özellikleri çap, boy, dikim aralığı ve yaşlardır. Sayılan bu özellikler ile bilinmek istenen diğer özellikleri arasında fonksiyonel ilişkiler kurularak, istenilen meşcere özellikleri güvenilir bir şekilde tahmin edilebilir.

Assmann'ın (1970, p.161) "Temel İlişki I" kuralına göre; meşcerelerin, yaşın (A) bir fonksiyonu olarak belirli bir orta boy (H_m) geliştirdiği ve yetiştirme muhiti sınıflamasının " $H_m = f(A)$ " temel ilişkisine dayandığı varsayılmıştır. Diğer taraftan;

-Meşcere boyunun yaşa ve ortama göre önemli farklar gösterdiği,

-Meşcere hacim miktarının da meşcere boyu ile birlikte değiştiği,

-Hektardaki hacim veriminin ve dolayısıyla ortam verimliliğinin meşcere boyu yardımı ile tahmin edilebileceği (Eichorn Yasası) kabul edilmektedir. Normal sıklıkta eşit yaşlı saf ve doğal meşcerelerde, ağaçlar arasındaki komşuluk ilişkisini gidermek amacı ile üst boy kullanılmaktadır (Kalıpsız 1982, s.215). Denememiz aynı toprak özelliğine haiz yalnız bir yerde (İzmit Orman Fidanlığı) tesis edildiğinden, parseller arasında herhangi bir boy farklılaşması gözlenmemiştir. Bunun yanında, dikim parselindeki ağaçlardan her birine baştan eşit miktarda yaşama alanı sağlanmış olduğundan, ağaçlar arasında belirgin olarak galip ve mağlup ağaç oluşumu da meydana gelmemiştir. Belirtilen bu nedenlerden dolayı, çalışmamızda kesilen orta ağaçlardan elde edilen boylar (orta boy) esas alınmıştır. Birler (1986, s. 30), meşcere boyu ve gelişiminin ağaçlama yaşının bir fonksiyonu olduğunu bildirmektedir. Tüm bu açıklamaların ışığı altında meşcere boy gelişimini belirlemede, denemelerden kesilen orta ağaçların boy değerlerini (H) bağlı değişken, bu boy değerinin belirlendiği ağaçlandırma yaşını (Y) da serbest değişken kabul eden bir fonksiyonel ilişkinin ($H=f(Y)$) kurulması yöntem olarak kabul edilmiştir. Deneme alanı orta ağaçlarının yaşlara göre boylarının belirlenmesinde gövde analizi yönteminden faydalanılmıştır.

Meşcere göğüs yüzeyi orta ağacı çapı ile meşcere ağaç sayısı arasında sıkı bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Eraslan 1971, s. 213). Bir saf meşcerede, çap gelişimini etkileyen en önemli faktörün, yetiştirme muhiti kalitesi ve belirli bir yaşta birim alandaki ağaç sayısı olduğu bildirilmektedir (Chapman-Meyer 1949, s. 343). Diğer taraftan, meşcere yaşı ile orta çapı arasında da doğrudan bir ilişki vardır (Birler 1986,s.30). Bu açıklamalardan da anlaşıldığı üzere, meşcere orta ağacı göğüs çapı (D), meşcere yaşı (Y) ile bir ağaca düşen yaşama alanı şeklinde ifade edilen meşcere sıklığının (N) fonksiyonu ($D=f(Y,N)$) olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada, meşcere orta çapını (D) doğrudan yaşın (Y) fonksiyonu ($D=f(Y)$) olarak veren ve her sıklık için ayrı çap gelişimini belirleyen yöntem esas alınmıştır.

Eşit yaşlı saf meşcerelerde ağaçlar, yaşları büyüdükçe bulunduğu yere sığmamakta ve birbiri ile rekabet ederek gelişimlerini engellemektedirler. Bunun sonucunda da bazı ağaçlar kuruyarak meşcereden ayrılmaktadırlar. Meşceredeki ağaç sayıları üzerinde sıklık ve ağaç türünün de etkisi vardır (Kalıpsız 1982, s. 117-119). Denemelerimizde her sıklıkta her ağaca baştan belli ve eşit bir yaşam alanı bırakılmışsa da, sık dikimlerden dolayı zamanla bazı ayrılmaların olduğu görülmüştür. Bu yüzden, kitle üretimi ağaçlandırmasında ağaç sayısını belirlemek amacı ile her dikim sıklığında yıllar itibari ile eksilen toplam ağaç sayıları başlangıçtaki ağaç sayısına bölünerek yaşa göre zayıt oranları bulunmuştur. Zayıt oranları ile meşcere yaşı arasında fonksiyonel bir ilişki olup olmadığı belirlemek amacı ile, zayıt oranını (ZO) bağlı değişken, meşcere yaşını da (Y) bağımsız değişken alarak, " $ZO=f(Y)$ " modeli uyarınca çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Bu yöntem uyarınca her sıklık için belirlenen uygun eşitlik yardımı ile yaşa göre hektardaki ağaç sayıları hesaplanmıştır.

Meşcere hacim hasılasını belirlemek için, öncelikle meşcere orta ağaç hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Orta ağaç hacmini (V), bu ağacın göğüs çapı (D) ve boyunun (H) bir fonksiyonu ($V=f(D,H)$) olarak belirlemek mümkündür. Yukarıda izah edilen yöntemler uyarınca orta ağaç göğüs çapı (D) ve boyu (H) meşcere yaşının fonksiyonu olarak belirlenmişti. " $V=f(D,H)$ " modeline dayanılarak belirlenen orta ağaç hacmi ile meşcerede kalan ağaç sayıları çarpılmak suretiyle dikim aralığı ve yaşlara göre hektardaki meşcere hacimleri hesaplanmıştır.

Deneme parsellerinde bulunan ağaçlarının çap kademelerine dağılışı çok geniş varyasyon göstermemiş ve büyük çoğunluğu da orta çap kademesinde yer almışlardır. Deneme parseli orta ağacının meşcereyi temsil etme özelliğinin yüksek olması nedeniyle, meşcere hacminin belirlenmesinde orta ağaç yönteminin kullanılması uygun bulunmuştur.

Meşcere hacim hasılat tablolarının düzenlemesi için veri sağlamak amacı ile alınan orta ağaçlar gövde analizine tabi tutulmuşlardır. Gövde analizi için bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Program-da her yaş için hacimler, Smalian formülü yardımı ile bulunmuştur (Fırat 1973, s.41). Geliştirilen program, her

yaş basamağı için ağaç tam boylarını trigonometrik yolla hesaplayarak tahmin etmiştir (Birler 1974,

s. 41). Kabuksuz yarıçaplar ise, seksiyonlarda ölçülen yarıçapların ortalaması olarak hesaplanmıştır. Her yaş kademesindeki kabuklu çapı hesaplamak için, kabuk kalınlığını (K), yaş (Y), boy (H) veya çapın (D) fonksiyonu olarak belirleyen çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Regresyon analizleri gövde, dal ve kök kabuk kalınlıkları için ayrı ayrı yapılmıştır. Regresyon analizi sonucunda elde edilen uygun eşitlikler, bilgisayar programına monte edilerek, her yaş kademesi için kabuklu çaplar (gövde seksiyonları, dal, kök, göğüs boyu) belirlenmiş ve kabuklu hacımlar hesaplanmıştır.

2.2.2. Kuru Madde Hasılat Tablosu Düzenleme Yöntemi

Dikim yolu ile ve belirli sıklıklarda yetiştirilmiş ağaçlandırmalar için yapılan kuru odun maddesi hasılat tablolarında, meşcere hacmi ve meşcere hacim ağırlık değeri, meşcere orta ağacına ya da her yaş basamağı için ağaçların çap basamaklarına dağılımına göre hesaplanabilmektedir (Birler 1986, s.31). Her iki yöntem uyarınca, Korsika çamı için düzenlenen tablolar arasında hacim ve kuru madde ağırlık verimi arasında önemli bir farkın bulunmadığı görülmüş ve buna dayalı olarak, homojen yapıda olan ve ağaçlandırılarak yetiştirilmiş meşcerelerde, bir yaş basamağı orta ağacına ait dengeli hacim ağırlık değerlerinin, tüm hasılanın hacim ağırlığının ortalama değerini yansıtacağı belirtilmiştir (Birler 1974, s.99, 138-140).

Çalışmada kuru madde ağırlığını belirlemek için gerekli numuneler, gövde analizlerinde kullanılan örnek ağaçlardan elde edilmiştir. Numunelerin hacim ağırlık değerleri;

$$R = \frac{W_0}{V_t}$$

formülü uyarınca g/cm^3 biriminden belirlenmiştir (Bozkurt-Göker 1987, s.15; Bozkurt 1982, s.125; Berkel 1970, s.355). Formülde verilen semboller aşağıda açıklanmıştır:

R = Hacim ağırlık değeri (g/cm^3)

W_0 = Numunenin tam kuru (fırın kurusu) ağırlığı (g)

V_t = Numunenin yaş haldeki hacmi (cm^3)

Belirlenen hacim ağırlık verilerinden faydalanılarak, yaş kademelerine göre hacim ağırlık değerlerinin değişimi araştırılmıştır.

Bunun için, hacim ağırlık değerlerini (R) bağlı değişken, meşcere yaşını da (Y) bağımsız değişken olarak alan bir dizi çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Böylece, "R=f(Y)" regresyon modeline göre yapılan analizler sonucunda; kök, gövde ve dal odunu için uygun eşitlikler bulunarak, yaş kademeleri itibari ile hacim ağırlık değerleri bulunmuştur. Ancak, kabuklar için yapılan analizlerde herhangi bir ilişki tesbit edilemediğinden, numune hacim ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak, ortalama bir hacim ağırlık değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan hacim ağırlık değerleri, hacim hasılat tablolarındaki yaş kademelerindeki hacim değerleri ile çarpılarak, her sıklık için kuru madde hasılat tabloları düzenlenmiştir.

2.2.3. Eşdeğer Enerji Hasılat Tablosu Düzenleme Yöntemi

Örnek ağaçların kök, gövde ve dal odunları ile kabuklarından alınan numunelerin öğütülüp bombalı kalorimetrede yakılması sonucunda elde edilen veriler yardımıyla kalori değerleri tesbit edilmiştir. Numunelerin normal kuru üst kalori değerlerinden alt kalori değerlerini ve fırın kuru su alt ve üst kalori değerlerini belirlemek için numunelerin rutubet miktarları da belirlenmiştir. Konunun daha iyi anlaşılması için bazı terimlerin tanımları aşağıdaki verilmiştir (Erten-Önal 1985, s. 93).

Yanma Isısı : Yanma olayı bir oksidasyon reaksiyonudur. Yakıtların bileşiminde bulunan hidrojen, oksijenle birleşerek su; karbon ise, karbondioksit meydana getirir. Bu reaksiyon sonucu ortaya çıkan kimyasal enerjiye yanma ısı denir ve cal/g ve Btu/lb biriminden ifade edilir.

Kalori (cal): 1 gram suyun sıcaklığını 14.5 C^o'tan 15.5 C^o'a çıkartılması için gerekli ısı miktarına 1 kalori denir. Kalori değeri, yanma sırasında oluşan suyun sıvı veya buhar fazında olmasına göre, alt ve üst kalori değeri olarak ikiye ayrılır.

Üst kalori değeri: Yanma ürünleri içinde suyun sıvı fazda bulunması halinde elde edilen yanma ısısına denir.

Alt kalori değeri : Su buhar fazında ise, yanma sonucu alt kalori değeri elde edilir.

Numunelerin kalori değerleri aşağıdaki formüller uyarınca belirlenmiştir (Erten, Önal, 1985 s.94-95).

Hava kurusu üst kalori değeri;

$$H_o = \frac{W(t_m - t_o) - b}{m}$$

formülü ile hesaplanmıştır.

Formülde:

H_o = Üst kalori değeri (cal/g)

W = Kalorimetrenin su değeri (2422 cal/C°),

t_m = Yakma işleminden sonra okunan son sıcaklık (C°),

t_o = Yakma işleminden önce okunan ilk sıcaklık (C°),

b = Yakma teli için meydana gelen ısı değişiminin toplamı (cal/cm), (b = Yakma teli boyu x 2.3 şeklinde hesaplanmıştır)

m = Yakılan numunenin ağırlığıdır (g).

Hava kurusu alt kaori değeri ;

$$H_u = H_o - 583.6 (H+R)$$

formülü ile hesaplanmıştır.

Formülde:

H_u = Alt kalori değeri (cal/g)

H_o = Üst kalori değeri (cal/g)

H = Numunelerin içindeki hidrojen yüzdesi (% 6)

R = Numunenin rutubeti (%)

Fırın kurusu üst kalori değeri ;

$$H_{oNT} = H_o \left(\frac{100+R}{100} \right)$$

formülünden hesaplanmıştır.

Formülde :

H_{oNT} = Nemsiz tabana (fırın kurusuna) göre üst kalori değeri (cal/g)

H_o = Hava kurusu üst kalori değeri (cal/g)

R = Numunenin rutubet miktarı (%)

Fırın kuru alt kalori değeri de;

$$H_{uNT} = H_u \left(\frac{100 + R}{100} \right)$$

formülünden hesaplanmıştır.

Formülde :

H_{uNT} = Fırın kuru alt kalori değeri (cal/g)

H_u = Hava kuru alt kalori değeri (cal/g)

R = Numune rutubet miktarı (%)

Numunenin rutubet yüzde miktarı;

$$R = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100$$

formülü uyarınca hesaplanmıştır.

Formülde:

R = Numunenin rutubet miktarı (%)

m_1 = Numunenin rutubetli ağırlığı (g)

m_2 = Numunenin rutubetsiz ağırlığı (g) dır.

Yukarıda belirtilen formüller yardımı ile belirlenen kalori değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak kök, gövde, dal odunu ve tüm kabuklar için ortalama kalori değerleri elde edilmiştir. Bu değerler, kök, gövde, dal odunu ve kabuk hacim yoğunluk (ağırlık) değerleri ile çarpılarak her sıklık için eşdeğer enerji hasılat tabloları hazırlanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Deneme Örnek Ağaçlarının Hacımlandırılması

Araştırmada hacim hasılat tablolarının düzenlenebilmesine ve bunlara bağlı olarak, kuru madde ve eşdeğer enerji hasılat tablolarının oluşturulmasına yardımcı olacak hacim değerleri, denemelerden alınan örnek ağaçlardan elde edilmiştir. Bu ağaçlar, 3., 5. ve 7. yaşlarda kesildiğinden, tüm yıllar itibari ile hacim ve diğer hacim elemanlarını ortaya koymak için, ağaçların hacımlandırılmasında gövde analizi yöntemi uygulanmıştır. Her yaş kademesindeki hacimlerin hesaplanmasında seksiyon yöntemi kullanılmıştır. Seksiyonların hacımlandırılmasında Smalian formülünden yararlanılmış, uçlarda kalan kısımların hacimleri ise, koni hacmi olarak hesaplanmıştır. (Fırat 1973, s.41 - Kalıpsız 1984, s. 48-49). Seksiyon hacimlerinin toplanması ile toplam ağaç hacmi elde edilmiştir. Hacımlandırmada gerekli olan yarıçaplar, seksiyonlarda ölçülen yarıçaplardan hesaplanmıştır. Gövde analizi metodu ile ağaç hacimlerinin hesaplanması için bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu program ile, her yaş kademesindeki ağaç tam boyları trigonometrik yolla hesaplanarak tahmin edilmiştir.

Gövde analizi ile örnek ağaçların yaş kademelerine göre, kök, gövde ve dallarına ait kabuklu ve kabuksuz hacimleri kabuklu göğüs yarıçapları, tam boyları ile yüzde kabuk hacim oranları elde edilmiştir. Bir örnek teşkil etmesi bakımından 159 no'lu örnek ağaca ait gövde analizi bilgisayar çıktısı Tablo 2'de verilmiştir.

3.2. Kabuk Kalınlığının Belirlenmesi

Örnek ağaçlarda yapılan yarıçap ölçüleri kabuksuz ölçülerdir. Ancak, kesim yılındaki yarıçapları kabuklu ölçmek mümkün olmaktadır. Halbuki, örnek ağaçların yaşlar itibariyle kabuklu hacimlerinin belirlenmesi için her yaş kademesindeki seksiyon kabuklu çaplarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için, 3., 5. ve 7. yıllarda, kök, gövde ve dal seksiyonlarında ölçülen kabuk kalınlıkları kullanılarak, bir takım çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Böylece,

her yaş kademesindeki değişik çap ve yükseltideki kabuk kalınlıklarının

Tablo 2. 157 no'lu örnek ağacın hacimlendirilmesi sonucu elde edilen bilgisayar çıktısı

Table 2. Computer output for volume sample tree no.157

Ağaçlandırma : 7 Dal adedi : 6
yaşı
Ağaç tamboyu : 11.2 m Dikim sıklığı : 1.93m x 2.5m
Göğüs çapı : 9.0 cm

YAŞ	Göğüs yarıçapı(cm)		Ağaç boyu (m)	Kabuksuz hacimler (dm ³)				Kabuklu hacimler (dm ³)				Kabuk hacmi/kabuklu Hac. Oranı(%)			
	Kabuksuz	Kabuklu		Gövde	Dal	Kök	Toplam ağaç	Gövde	Dal	Kök	Toplam ağaç	Gövde	Dal	Kök	Toplam ağaç
1	0.3	0.4	1.02	0.06	-	0.06	0.11	0.08	-	0.06	0.15	31.32	-	11.95	23.01
2	1.4	1.5	4.34	1.52	-	0.52	2.04	1.74	-	0.59	2.33	12.89	-	11.75	12.60
3	2.1	2.2	6.31	4.06	-	0.86	4.92	4.55	-	0.98	5.53	10.87	-	11.71	11.02
4	3.0	3.2	8.34	9.45	-	1.51	10.95	10.54	-	1.71	12.25	10.40	-	11.66	10.58
5	3.5	3.7	9.54	17.52	0.10	1.92	19.54	19.62	0.13	2.18	21.93	10.72	25.34	11.64	10.90
6	4.0	4.2	10.61	25.32	0.72	2.35	28.38	28.22	0.89	2.65	31.76	10.27	19.14	11.63	10.63
7	4.3	4.5	11.20	33.10	1.36	2.99	37.45	36.51	1.62	3.38	41.52	9.35	16.54	11.62	9.81

değişimini belirleyen eşitlikler bulunmuştur. Kabuk kalınlığı gelişmeleri-nin kök, gövde ve dallar için farklı olacağı düşünülerek, kök gövde ve dallar için ayrı fonksiyonlar geliştirilmiştir.

Gövde kabuk kalınlığını belirleyen eşitlik olarak; " $K_g = f(D_h, H_d, Y)$ " matematik modeli uygulanmıştır.

Bu eşitlikte:

K_g = Herhangi bir yükseklikte (H) ölçülen yarıçapın bulunduğu yerdeki tek taraflı kabuk kalınlığını (cm),

D_h = H yüksekliğinde ölçülen kabuksuz yarıçapı (cm),

H_d = Yarıçapın ölçüldüğü noktanın yerden yüksekliğini (m),

Y = Yaşı (yıl) belirtmektedir.

Yukarıda verilen matematiksel model çerçevesinde, değişik fonksiyonlar için elde edilen çok sayıdaki regresyon eşitlikleri arasından, istatistik parametrelerine göre en uygun sonucu veren eşitlik belirlenmiş ve bu eşitliğe ilişkin bazı istatistikler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaç gövdelerinde tek taraflı kabuk kalınlığını belirleyen regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 3. The coefficients and some statistics of the regression equation for estimating stem bark thickness of "I-214" poplar trees in plantations at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	0.0673160	-	Sabit terim
b	0.00470258	30.341***	YD^2
c	-0.000512792	-24.277 ***	Y^2D^2
d	0.000417206	12.689 ***	YD/H^2
$r = 0.8930$ $n = 972$ *** : $p = 0.001$ önemli			
$K_g = a + bYD^2 + cY^2D^2 + dYD/H^2$			

Dalda kabuk kalınlığını belirleyen eşitlik olarak; " $K_d = f(D, H_d)$ " matematik modeli uygulanmıştır.

Burada;

K_d = Dalda gövdeden herhangi bir uzaklıkta ölçülen yarıçapın bulunduğu yerdeki tek yanlı kabuk kalınlığını (cm),

D = Dal üzerinde gövdeden herhangi bir uzaklıktaki kabuksuz yarıçapı (cm),

H_d = Yarıçapın ölçüldüğü noktanın gövdeden uzaklığını (m)

göstermektedir.

Verilen matematik model uyarınca yapılan çoğul regresyon analizleri sonucunda, istatistik parametrelerine ve deneysel değerlere göre en uygun sonucu veren formül elde edilmiş ve bu formüle ilişkin bazı istatistikler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaç dallarında tek taraflı kabuk kalınlığını belirleyen regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table. 4. The coefficients and some statistics of the regression equation for estimating branch bark thickness of "I-214" poplar trees in plantations at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	-4.59737	-	Sabit terim
b	1.12278	6.628 ***	H
c	1.20564	5.606 ***	D/H
d	-0.226502	-5.271***	D/H ²
e	-0.984599	-6.546***	Log (H)
r = 0.6454 n= 374 *** : p = 0.001 önemli			
Log (K_d) [*] = a + bH + cD/H + d D/H ² + eLog (H)			

* : Logaritma e tabanına göre

Ağaç köklerinde kabuk kalınlığını belirleyen eşitlik olarak da, " $K_k = f(Y,D)$ " matematik modeli uygulanmıştır.

Burada;

K_k = Kök ucu ve boğazındaki tek yanlı kabuk kalınlığını (cm),

Y = Yaşı (yıl),

D = Kök ucu ve kök boğazında ölçülen kabuksuz yarıçapı (cm)

göstermektedir.

Belirlenen matematik model uyarınca, birçok çoğul regresyon analizi yapılmıştır. Çoğul regresyon analizleri sonucunda istatistik parametrelerine ve deneysel değerlere göre en uygun sonucu veren formül elde edilmiştir. Bu formüle ilişkin bazı istatistikler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaç köklerinde tek taraflı kabuk kalınlığını belirleyen regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 5. The coefficients and some statistics of the regression equation for estimating root bark thickness of "I-214" poplar trees in plantations at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	-2.72667	-	Sabit terim
b	0.983944	22.694***	Log (D)
r = 0.7844 n= 324 *** : p = 0.001 önemli			
Log (Kk) * = a + bLog (D)			

* : Logaritma e tabanına göre

Tablo 3, 4 ve 5'te verilen, örnek ağaçların kök, gövde ve dal kabuk kalınlıklarını tayin etmeye yarayan regresyon denklemleri, bu ağaçların hacimlendirilmesi için hazırlanan bilgisayar programına monte edilerek, bu ağaçların kabuklu kök, gövde, dal ve toplam ağaç hacimleri hesaplanmıştır (Tablo 2).

3.3. Hacim Hasılasının Belirlenmesi

Meşcere hacim hasılasını belirlemek için, meşcere orta ağacının hacmi ile meşcerede kalan ağaç sayısının çarpılması yöntemi uygulanmıştır (Paragraf. 2.2.1.). Meşcere orta ağacının hacmi, "V= f(D,H)" fonksiyonu uyarınca belirlenmiştir.

Burada;

V= Orta ağacın hacmini (dm³),

D = Meşcere orta çapını (cm),

H = Meşcere orta boyunu (m) göstermektedir.

Meşcerede kalan ağaç sayıları da, yıllar itibari ile meşcereden ayrılan ağaçların sayılarının belirlenmesi ile hesaplanmıştır.

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, meşcere hacminin tayin edilebilmesi için, meşcere orta çapının, orta boyunun ve yaş kademelerine göre ağaç sayılarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun yanında, hacim yoğunluk ve enerji eşdeğerlerinin sıhhatli bir şekilde belirlenmesi için, toplam meşcere hacmi içindeki, kök, gövde, dal odunu ve kabuk hacminin da hesaplanması lazımdır.

3.3.1. Meşcere Orta Çapının Belirlenmesi

Meşcere orta çap gelişiminin (D) meşcerenin yetiştirme muhiti, sıklığı (N) ve yaşı (Y) ile sıkı ilişkisi olduğu belirtilmiştir (Chapman - Meyer 1949, s. 343; Birler 1986, s.30). Çalışmamızda tek yetiştirme muhiti esas alındığından, meşcere orta ağacının çapının (meşcere orta çapı), " $D = f(Y, N)$ " fonksiyonu ile belirlenebileceği 2.2.1. nolu paragrafta vurgulanmıştır. Bu fonksiyon uyarınca birçok çoğul regresyon analizi yapılmış ancak deneysel değere uygunluk gösteren eşitlik elde edilememiştir. Bu yüzden, her sıklık için ayrı fonksiyonun belirlenmesi yöntemi seçilmiştir. Buna göre, meşcere orta çapını (D), meşcere yaşının (Y) fonksiyonu olarak belirleyen " $D = f(Y)$ " eşitliği esas alınmıştır. Her bir sıklıkta meşcere orta çapının belirlenmesinde, 54 örnek ağaçta her yaş kademesi için belirlenen, kabuklu yarıçapların (bak Tablo 2) iki katı alınarak elde edilen 270'er adet göğüs boyu çap verileri esas alınmıştır.

Yukarıda verilen " $D = f(Y)$ " modeli uyarınca yapılan çoğul regresyon analizleri sonucunda, her dikim sıklığı (0.50m x 1.93m, 1.50m x 1.93m, 2.50m x 1.93m) için, istatistik parametrelerine ve deneysel değerlerine göre en uygun sonucu veren eşitlikler elde edilmiştir. Elde edilen bu eşitliklere ilişkin bazı istatistikler Tablo 6, 7 ve 8'de verilmiştir.

Farklı sıklıklar için belirlenen formüller, değişik yaş kademelerine göre çözdürülerek meşcere orta çapları belirlenmiş ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 6. 0.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta ağaç çapını belirleyen regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 6. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating stand mean diameter of "I-214" poplar plantations established at 0.50m x 1.93m spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	7.13388	-	Sabit terim
b	-11.1442	-20.801***	1/Y
c	4.95049	11.261***	1/Y ²
r = 0.9595 n= 270 *** : p = 0.001 önemli			
D = a + b/Y + c/Y ²			

Tablo7. 1.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta ağaç çapını belirleyen regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 7. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating stand mean diameter of "I-214" poplar plantations established at 1.50m x 1.93m spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	10.4120	-	Sabit terim
b	-19.0564	-36.659 ***	1/Y
c	9.50907	22.288 ***	1/Y ²
r = 0.9822 n= 270 *** : p = 0.001 önemli			
D = a + b/Y + c/Y ²			

Tablo 8. 2.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta çapını belirleyen regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 8. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating stand mean diameter of "I-214" poplar plantations established at 2.50m x 1.93m spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	13.1132	-	Sabit terim
b	-28.3729	-39.029 ***	1/Y
c	16.1916	27.142 ***	1/Y ²
r = 0.9766 n= 270 *** : p = 0.001 önemli			
D= a + b/Y + c/Y ²			

Tablo 9. Farklı dikim aralığında tesis edilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta çapları

Table 9. Stand mean diameters for "I-214" poplar plantations established at various spacings

Dikim Aralığı (m x m)	Meşcere yaşı								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Meşcere orta çapları (cm)								
0.50x1.93	0.94	2.80	3.97	4.66	5.10	5.41	5.64	5.82	5.96
1.50x1.93	0.86	3.26	5.12	6.24	6.98	7.50	7.88	8.18	8.41
2.50x1.93	0.93	2.97	5.45	7.03	8.09	8.83	9.39	9.82	10.16

3.3.2. Meşcere Orta Boyunun Belirlenmesi

2.2.3. paragrafı altında açıklandığı üzere, meşcere boyu (H), meşcerenin yaşı (Y) ve yetiştirme ortamına göre farklılıklar göstermektedir. Çalışmamıza konu deneme parselleri, arasında belirgin bir boy farklılaşması tesbit edilmemiştir. Bu nedenle, denemeler için tek yetiştirme ortamı sözkonusudur. Deneme parsellerindeki ağaçların arasında da herhangi bir farklılık gözlenmediğinden, meşcere orta boyunun belirlenmesinde örneklenen ağaçların boyları esas alınmıştır. Deneme parselleri aynı yetiştirme

muhitinde tesis edildiğinden, meşcere

boy gelişiminin tüm sıklıklar için "H= f(Y)" fonksiyonu uyarınca belirlenmesi yöntemi uygun görülmüştür (bak paragraf 2.2.1.). Meşcere orta boyunun belirlenmesinde, örneklenen 162 adet orta ağacın gövde analizi ile her yaş kademesi için hesaplanan boy verileri (bak Tablo 2) kullanılmıştır.

Seçilen model uyarınca orta ağaç boyunu (H) bağımlı değişken, meşcere yaşını da (Y) bağımsız değişken olarak alan model uyarınca bir takım çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda istatistik parametrelerine ve deneysel verilerine yakınlığına göre en uygun sonucu veren eşitlik meşcere orta boyu için seçilmiştir. Bu eşitliğe ilişkin bazı istatistik sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta boyunu belirleyen regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 10. The coefficients and some statistics of the regression equation for estimating stand mean height of "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	2.88813	-	Sabit terim
b	-3.50125	-31.517 ***	1/Y
c	1.34743	14.781 ***	1/Y ²
r = 0.9591 n = 270 *** : p = 0.001 önemli			
$\text{Log (H)}^* = a + b/Y + c/Y^2$			

* : Logaritma e tabanına göre

Tüm sıklıklar için seçilen orta boy formülü her yaş kademesi için çözdürülerek, meşcere orta boyları elde edilmiş ve Tablo 11'de verilmiştir.

3.3.3. Meşcere Ağaç Sayısının Belirlenmesi

Meşcerelerdeki ağaç sayıları üzerinde sıklık ve ağaç türünün etkisi olduğu belirtilmiştir (Kalıpsız 1982 s. 117-119). Bunun yanında,

meşcere yaşının da ağaç sayıları üzerinde etkisinin olduğu belirtilmişti.

Tablo 11. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta boyları

Table 11. Stand mean height for "I-214" poplar plantations planted at denser spacings

Meşcere yaşı								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Meşcere orta boyları(m)								
2.08	4.37	6.49	8.14	9.41	10.40	11.19	11.84	12.38

(paragraf 2.2.1.). Denemelerde yalnız "I-214" melez kavak klonu kullanılmış ve üç dikim aralığı uygulanmıştır. Bu yüzden, hektardaki ağaç sayılarının her dikim sıklığı için ayrı ayrı belirlenmesi yöntemi benimsenmiştir. Bunun için, her sıklıkta yıllar itibari ile ayrılan toplam ağaç sayısının başlangıçta dikilen ağaç sayısına oranı (zayıat oranı) esas alınmıştır. Her sıklıktaki zayıat oranlarını (Z) bağılı değişken, meşcere yaşını (Y) da bağımsız değişken alan, " $Z=f(Y)$ " fonksiyonel ilişkisi kurulmuştur. Bu model gereğince birçok regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan regresyon analizleri sonucunda istatistik parametrelerine ve deneysel değerlere yakınlığına göre, 0.50m x 1.93m ve 1.50m x 1.93m dikim aralığında dikilen denemeler için uygun eşitlikler elde edilmiş ve bunlara ilişkin istatistikler Tablo 12 ve 13'de verilmiştir. 2.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen denemeler için uygun bir fonksiyonel ilişki bulunamamıştır. Bu denemelerde zayıat oranının belirlenmesinde doğrudan yıllık deneysel değerler ortalaması esas alınmıştır.

Zayıat oranlarının belirlenmesinde gerekli veriler, paragraf 2.1.1. ve 2.2.1. altında açıklandığı üzere, üçüncü yaştan itibaren deneme parsellerinin 1, 2 ve 3 bölümlerinde her yıl meşcereden ayrılan toplam ağaç sayılarının başlangıçta dikilen ağaç sayısına oranlanması ile elde edilmiştir.

0.50m x 1.93m ile 1.50m x 1.93m dikim aralıklarında tesis edilen plantasyonlar için belirlenen regresyon eşitliklerinin çözdürülmesi ve 2.50m x 1.93m dikim aralığında kurulan plantasyonlar için de, ortalama zayıat oranlarının belirlenmesi ile elde edilen zayıat oranları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 12. 0.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında ağaç zayıat oranlarını belirleyen regresyon denklemleri katsayıları ve bazı istatistikler

Table 12. The coefficients and some statistics of the regression equation for estimating the rates of decrease in number of trees in plantations at 0.50m x 1.93m spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	1.24724	-	Sabit terim
b	0.0262823	10.901 ***	Y^3
r = 0.9680 n= 10 *** : p = 0.001 önemli			
$Z = a + bY^3$			

Tablo 13. 1.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında ağaç zayıat oranlarını belirleyen regresyon denklemleri katsayıları ve bazı istatistikler.

Table 13. The coefficients and some statistics of the regression equation for estimating the rates of decrease in number of trees in plantations at 1.50m x 1.93m spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	3.74020	-	Sabit terim
b	0.00866324	4.741 **	Y^3
r = 0.8588 n= 10 ** : p = 0.01 önemli			
$Z = a + bY^3$			

Tablo 14. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak plantasyonları zayıt oranları

Table 14. The rates of decrease in number of trees in plantations at denser spacings

Dikim aralıkları (m x m)	Ağaçlandırma yaşı (yıl)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Zayıt oranları (%)								
0.50x1.93	1.27	1.46	1.96	2.93	4.53	6.92	10.26	14.70	20.41
1.50x1.93	3.75	3.81	3.97	4.29	4.82	5.61	6.71	8.18	10.06
2.50x1.93	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	4.00	4.00	4.00

Tablo 14'te verilen değerler başlangıçta hektara dikilen ağaç sayıları ile çarpılıp yüzdesi alındığında hektarda zayı olan ağaç sayısı elde edilmiştir. Hektara dikilen ağaç sayısından zayı olan ağaç sayısı çıkarılmak sureti ile de, meşcerede (ha) kalan ağaç sayısı bulunmuştur. Açıklanan yöntemle hesaplanan hektardaki ağaç sayıları Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo15. "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında değişik yaş kademelerinde hektardaki ağaç sayıları

Table 15. Number of trees per hectare of "I-214" poplar plantations at various ages

Dikim aralıkları (m x m)	Meşcere yaşı (yıl)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Meşcerede kalan ağaç sayıları (ad/ha)								
0.50 x 1.93	10231	10212	10160	10059	9893	9645	9300	8839	8248
1.50 x 1.93	3325	3322	3317	3306	3287	3260	3222	3172	3107
2.50 x 1.93	2004	2004	2004	2004	2004	2004	1990	1990	1990

3.3.4. Orta Ağaç Kök, Gövde ve Dal Hacımlarının Belirlenmesi

Meşcere orta ağaçlarının kabuklu hacımları, kök, gövde ve dal hacımları toplamından oluşmaktadır. Her ağaçta ve buna bağlı olarak hektardaki kök, gövde ve dal hacımlarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için, gövde analizi ile örnek ağaçlarda her yaş kademesi için

hesaplanan kabuklu kök, gövde, dal ve ağaç hacim verilerinden faydalanılmıştır. Örnek ağaçta her yaş kademesi için bulunan kabuklu kök, gövde ve dal hacimlerinin kabuklu ağaç hacmi içindeki % oranları tüm ağaçlar için hesaplanmıştır. Hesaplanan bu oranlar ile meşcere yaşı (Y) ve sıklığı (S) ilişkilendirilerek, ağaç hacmi içerisindeki unsurların hacim oranları (Kök Hacim Oranı = KVO, Gövde Hacim Oranı = GVO ve Dal Hacim Oranı = DVO), "KVO, GVO, DVO = f(Y,S)" modeli uyarınca belirlenmeye çalışılmıştır. Model uyarınca yapılan regresyon analizleri sonucunda "(KVO + GVO + DVO) = 100" eşitliğini sağlayan uygun fonksiyonlar sağlanamamıştır. Bu yüzden, örnek ağaçlarda her yaş kademesi için hesaplanan % oranları, o yaş kademesindeki ağaç boyları (H) ile ilişkilendirilerek, ağaç hacmi içindeki KVO, GVO ve DVO'nun değişimini ortaya koyacak uygun eşitlik belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yöntem uyarınca, KVO, GVO ve DVO'nı bağımlı değişken, boyları da (H) bağımsız değişken alan, "KVO, GVO, DVO=f(H)" modeline göre çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Yapılan regresyon analizleri sonucunda, istatistik parametrelerine ve deneysel değerlere yakınlığına göre, KVO, GVO ve DVO'larının gelişimini veren uygun eşitlikler belirlenmiş ve bunlara ilişkin istatistikler Tablo 16-17 ve 18'de verilmiştir. Belirlenen eşitlikler her yaş kademesindeki meşcere orta boylarına göre çözdürülüp, bulunan oranlar ağaç hacimleri ile çarpılarak, ağaç hacmi içindeki kabuklu kök, gövde ve dal hacim miktarları hesaplanmıştır.

Tablo 16. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında "kök hacmi/ağaç hacmi" % oranlarını veren regresyon denklemleri katsayıları ve bazı istatistikler

Table 16. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the proportion of "root volum / tree volume" in "I-214" poplar plantations at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	4.57189	-	Sabit terim
b	-1.04146	-68.111 ***	Log(H)
r = 0.9229 n= 810 *** :p = 0.001 önemli			
Log (KVO)* = a + b Log (H)			

* : Logaritma e tabanına göre

Tablo 17. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında

"gövde hacmi/ağaç hacmi" % oranlarını veren regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 17. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the proportion of "stem volume / tree volume" in "I-214" poplar plantations at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	97.0650	-	Sabit terim
b	-88.3115	-47.381 ***	1/H
r = 0.8575 n= 810 *** : p = 0.001 önemli			
GVO = a + b / H			

Tablo 18. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında

"dal hacmi/ağaç hacmi" % oranlarını veren regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 18. The coefficient and some statistics of regression equation for estimating the proportion of "branch volume / tree volume" in "I-214" poplar plantations at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	3.14327	-	Sabit terim
b	-18.5525	-141.183 ***	1/H ²
c	12.7655	48.479 ***	1/H ³
r = 0.9999 n= 14 *** : p = 0.001 önemli			
DVO = a + b / H ² + c / H ³			

3.3.5. Hacim Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi

Hasılat tabloları, meşcerelerin birim alandaki hacimlerinin ve diğer meşcere özelliklerinin yaş ve bonitet sınıfları, ağaç türü ve meşcere sıklığına göre gösterilmesidir (Birler 1986, s. 29). Çalışmamızda, meşcere hasılasının belirlenmesinde, meşcere orta ağacının hacmi esas alınmıştır. Meşcere orta ağacının hacminin da,"V=

$f(D,H)$ " formülü uyarınca tayin edildiği belirtilmişti (bak paragraf 3.3.).

Bu formül yardımı ile hesaplanan orta ağaç hacmi, hektardaki ağaç sayısı ile çarpılarak meşcere hacmi elde edilmiştir. Meşcere orta ağacı hacmini veren uygun eşitliğin (fonksiyonun) belirlenebilmesi için, örnek ağaçların gövde analizi sonucu belirlenen her yaş kademesindeki kabuklu göğüs çapları (D), ağaç boyları (H) ile, bu çap ve boya karşılık gelen hacimlerinden (V) yararlanılmıştır. Buna göre, örnek ağaç hacimlerini bağlı değişken, çap ve boylarını da bağımsız değişken alan, "V= f(D,H)" fonksiyonu uyarınca çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Yapılan regresyon analizleri sonucunda, istatistik parametrelerine ve deneysel değerlerine yakınlığına göre en uygun neticeyi veren eşitlik elde edilmiştir. Bu eşitliğe ilişkin bazı istatistikler Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta ağacının hacmini veren regresyon denklemleri katsayıları ve bazı istatistikler

Table 19. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the mean tree volume of stand in "I-214" poplar plantation at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	0.325700	-	Sabit terim
b	0.147801	5.740***	D ²
c	0.0156007	3.741**	D ² H
d	0.00119815	4.930 ***	D ² H ²
r = 0.9931 n= 810 **:p=0.01 önemli *** p:0.001 önemli			
$V = a + bD^2 + cD^2H + dD^2H^2$			

Elde edilen eşitliğe göre meşcere orta ağacının hacminin hesaplanabilmesi için meşcere orta çapı ve boyunun bilinmesi gerekmektedir. Değişik sıklıktaki meşcere orta çapları Tablo 9'da orta boyları da Tablo 11'de verilmiştir. Orta ağaç hacim formülü, bu tablolarda verilen orta çap ve orta boy değerleri için çözdürülerek, yaş kademelerine göre orta ağaç hacimleri hesaplanmıştır. Orta ağaç hacmi içindeki kök, gövde ve dal hacim oranlarını veren eşitlikler, paragraf 3.3.4.'teki Tablo 15, 16, 17'de belirlenmişti. Bu eşitliklerin

çözümü ile

elde edilen oranların orta ağaç hacmi ile çarpılmaları sonucunda, orta ağaca ait kabuklu kök, gövde ve dal hacımları hesaplanmıştır.

Hektardaki meşcere hacmini belirlemek için, orta ağaç hacmi ile meşcerede kalan ağaç sayıları çarpılmıştır. Meşcerede kalan ağaç sayıları ise, Tablo 15'ten alınmıştır.

Yukarıda belirtilen yöntemler uyarınca, farklı dikim aralıklarında tesis edilen "I-214" melez kavak plantasyonları için hacim hasılat tabloları tanzim edilerek Tablo 20, 21 ve 22'de verilmiştir. Tablolarda görüldüğü üzere, hektardaki artımlar da belirlenmiştir. Hacim artımlarının belirlenmesinde, her yaş kademesi için birim alandan (ha) elde edilen kabuklu ağaç hacmi verilerinden yararlanılmıştır. Yıllık cari artımlar, birim alandan elde edilen hacim miktarlarının ardışık yaş basamaklarına göre farkı alınarak, genel ortalama artımlar ise, her yaş basamağı için bulunan birim alandaki hacmin ait olduğu yaşa bölünmesi ile elde edilmiştir.

3.4. Kuru Madde Hasılasının Belirlenmesi

Kuru madde hasılasının sağlıklı bir şekilde tayin edilebilmesi için, meşceredeki kök, gövde ve dal odunu ile kabuk hacımlarının ve bunların hacim yoğunluk değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Zira, kök, gövde, dal odunu ve kabuğun yoğunluk değerleri farklı olmaktadır.

3.4.1. Orta Ağaç Kök, Gövde ve Dal Odunu ve Kabuk Hacımlarının Belirlenmesi

Gövde analizi ile her örnek ağaçta, her yaş kademesi için, kabuklu kök, gövde dal ve ağaç hacmi içindeki kabuk hacmi oranları uygulanan bilgisayar programı yardımı ile belirlenmişti (Tablo 2). Her yaş kademesinde belirlenen bu oranlar, o yaş kademesindeki kabuklu göğüs çapları ile ilişkilendirilerek, çeşitli çap kademelerine göre, kökte, gövdede, dalda ve tüm ağaçta kabuk hacim oranlarının değişimini ortaya koyacak eşitlikler belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için, gövde analizi sonucu elde edilen kabuk hacim oranları bağlı değişken, hizalarındaki kabuklu göğüs çaplarını da bağımsız değişken

alan *Kabuk Hacım Oranları* = $f(\text{Çap})$ modeli uyarınca çoğul regresyon analizleri

Tablo 20. 0.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmaları için hacim hasılat tablosu

Table 20. Volume yield table for "I-214" poplar plantations established at 0.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	H a c ı m h a s ı l a t ı					Ağaç sayısı (ad/ha)	H a c ı m h a s ı l a t ı					Y ı l l ı k	
	göğüs çapı (cm)	tam boyu (m)	Kabuksuz ağaç hac. (dm3)	K a b u k l u H a c ı m					Kabuksuz ağaç hac. (m3/ha)	K a b u k l u h a c ı m				Cari artım (m3/ha/yıl)	Genel ort. art. (m3/ha/yıl)
				Ağaç. hac (dm3)	Gövde (dm3)	Dal (dm3)	Kök. (dm3)			Ağaç (m3/ha)	Gövde (m3/ha)	Dal (m3/ha)	Kök (m3/ha)		
1	0.94	2.08	0.411	0.490	0.268	0.001	0.220	10231	4.202	5.010	2.740	0.014	2.256		5.010
2	2.80	4.37	1.935	2.197	1.688	0.051	0.458	10212	19.762	22.438	17.243	0.521	4.674	17.428	11.219
3	3.97	6.49	4.476	5.046	4.212	0.139	0.696	10160	45.477	51.269	42.791	1.410	7.067	28.831	17.090
4	4.66	8.14	7.122	8.009	6.906	0.231	0.872	10059	71.643	80.569	69.465	2.326	8.775	29.300	20.142
* 5	5.10	9.41	9.580	10.760	9.435	0.317	1.008	9893	94.779	106.456	93.341	3.139	9.971	25.887	21.291 *
6	5.41	10.40	11.774	13.215	11.705	0.394	1.115	9645	113.566	127.464	112.901	3.802	10.756	21.008	21.244
7	5.64	11.19	13.705	15.374	13.710	0.462	1.202	9300	127.448	142.975	127.500	4.295	11.176	15.511	20.425
8	5.82	11.84	15.398	17.268	15.474	0.521	1.273	8839	136.110	152.639	136.775	4.608	11.255	9.664	19.080
9	5.96	12.38	16.886	18.932	17.026	0.573	1.333	8248	139.282	156.157	140.430	4.730	10.996	3.517	17.351

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (the age of maximum mean annual volume increment)

Tablo 21. 1.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmaları için hacim hasılat tablosu

Table 21. Volume yield table for "I-214" poplar plantations established at 1.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	H a c ı m h a s ı l a t ı					Ağaç sayısı (ad/ha)	H a c ı m h a s ı l a t ı				Y ı l l ı k		
			Kabuksuz ağaç hac. (dm3)	K a b u k l u H a c ı m					Kabuksuz ağaç hac. (m3/ha)	K a b u k l u h a c ı m				Cari artım (m3/ha/yıl)	Genel ort. art. (m3/ha/yıl)
				Ağaç. hac (dm3)	Gövde (dm3)	Dal (dm3)	Kök. (dm3)			Ağaç (m3/ha)	Gövde (m3/ha)	Dal (m3/ha)	Kök (m3/ha)		
1	0.86	2.08	0.387	0.464	0.254	0.001	0.209	3325	1.288	1.544	0.844	0.004	0.695		1.544
2	3.26	4.37	2.532	2.865	2.202	0.067	0.597	3322	8.413	9.520	7.316	0.221	1.983	7.976	4.760
3	5.12	6.49	7.273	8.169	6.818	0.225	1.126	3317	24.123	27.094	22.614	0.745	3.735	17.575	9.031
4	6.24	8.14	12.609	14.129	12.182	0.408	1.539	3306	41.680	46.706	40.269	1.348	5.087	19.612	11.677
5	6.98	9.41	17.737	19.854	17.408	0.586	1.860	3287	58.308	65.268	57.227	1.925	6.114	18.562	13.054
6	7.50	10.40	22.403	25.061	22.198	0.748	2.115	3260	73.036	81.703	72.369	2.437	6.894	16.435	13.617
* 7	7.88	11.19	26.560	29.700	26.485	0.892	2.322	3222	85.581	95.697	85.339	2.875	7.481	13.994	13.671 *
8	8.18	11.84	30.239	33.803	30.290	1.020	2.492	3172	95.906	107.211	96.068	3.236	7.905	11.514	13.401
9	8.41	12.38	33.492	37.432	33.662	1.134	2.636	3107	104.049	116.288	104.577	3.522	8.189	9.078	12.921

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (the age of maximum mean annual volume increment)

Tablo 22. 2.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmaları için hacim hasılat tablosu

Table 22. Volume yield table for "I-214" poplar plantations established at 2.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu	Ağaç	H a c ı m h a s ı l a t ı					Ağaç sayısı	H a c ı m h a s ı l a t ı				Y ı l l ı k		
	göğüs	tam	Kabuksuz ağaç hac.	K a b u k l u H a c ı m					Kabuksuz ağaç hac.	K a b u k l u h a c ı m				Cari artım	Genel ort. art.
	çapı	boyu		Ağaç. hac	Gövde	Dal	Kök.			Ağaç	Gövde	Dal	Kök		
(cm)	(m)	(dm3)	(dm3)	(dm3)	(dm3)	(dm3)	(ad/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha/yıl)	(m3/ha/yıl)	
1	0.93	2.08	0.408	0.487	0.266	0.001	0.219	2004	0.818	0.976	0.534	0.003	0.439		0.976
2	2.97	4.37	2.151	2.439	1.874	0.057	0.508	2004	4.311	4.888	3.756	0.114	1.018	3.912	2.444
3	5.45	6.49	8.234	9.240	7.712	0.254	1.274	2004	16.500	18.517	15.455	0.509	2.553	13.630	6.172
4	7.03	8.14	15.941	17.843	15.384	0.515	1.943	2004	31.945	35.756	30.829	1.032	3.894	17.239	8.939
5	8.09	9.41	23.727	26.527	23.259	0.782	2.485	2004	47.549	53.159	46.610	1.568	4.979	17.402	10.632
6	8.83	10.40	31.008	34.643	30.685	1.033	2.923	2004	62.139	69.424	61.492	2.071	5.858	16.265	11.571
7	9.39	11.19	37.608	42.000	37.454	1.262	3.283	1990	74.844	83.582	74.536	2.511	6.534	14.159	11.940
* 8	9.82	11.84	43.519	48.586	43.536	1.467	3.582	1990	86.606	96.690	86.641	2.919	7.129	13.108	12.086 *
9	10.16	12.38	48.792	54.461	48.976	1.650	3.835	1990	97.099	108.381	97.467	3.283	7.632	11.691	12.042

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (the age of maximum mean annual volume increment)

yapılmıştır. Çoğul regresyon analizleri sonucunda, kabuklu gövde hacmi içindeki kabuk hacmi oranı (GKHO), kabuklu kök hacmi içindeki kabuk hacmi oranı (KKHO) ve kabuklu ağaç hacmi içindeki kabuk hacmi oranını (AKHO) veren, uygun eşitlikler bulunmuştur. Bu eşitliklere ait katsayılar ve bazı istatistikler Tablo 23, 24 ve 25'te verilmiştir.

Tablo 23'te verilen eşitlik, Tablo 20, 21, 22'de verilen orta ağaç çapları için çözümlenerek her yaş kademesindeki ağaç kabuk hacim oranları belirlenmiştir. Bu oranların aynı tablolardaki kabuklu ağaç hacimleri ile çarpılması ile yaş kademelerine göre ağaç kabuk hacimleri bulunmuştur. Kabuklu ağaç hacminden kabuk hacimleri çıkarılmak sureti ile de kabuksuz ağaç hacimleri (odun hacmi) hesaplanmıştır. Aynı yöntem uygulanarak Tablo 23 ve 24'te verilen eşitlikler yardımı ile, yine Tablo 20, 21 ve 22'de verilen orta ağaçlar için kabuksuz kök ve gövde hacimleri hesaplanmıştır. Kabuksuz dal hacminin belirlenmesinde farklı yol izlenmiştir. Her örnek ağaçta tüm yaş kademelerinde dal bulunmayabilmektedir. Dolayısı ile, her yaş kademe-sindeki kabuklu göğüs çapları ile dal hacimlerini ilişkilendirmek mümkün olamamaktadır. Bu yüzden, her yaş kademesindeki kabuksuz dal hacmini elde etmek için, yukarıda açıklanan yönteme göre hesapla-

Tablo 23. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında kabuklu ağaç hacmi içindeki kabuk hacim oranını veren

regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 23. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the proportion of bark in tree volume in "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	0.101382	-	Sabit terim
b	-0.0559656	-20.392***	1/D
c	0.0199824	8.242***	1/D ²
d	-0.00202889	-5.314***	1/D ³
r = 0.9152 n= 810 *** : p = 0.001 önemli			
AKHO = 1/(a + b/D + c/D ² + d/ D ³)			

nan kabuksuz ağaç, gövde ve kök hacimlerinden yararlanılmıştır. Buna göre kabuksuz dal hacmi;

$$\text{Kabuksuz Dal Hacmi} = \text{Kabuksuz Ağaç Hacmi} - (\text{Kabuksuz Gövde Hacmi} + \text{Kabuksuz Kök Hacmi})$$

eşitliği gereğince hesaplanmıştır. Burada anlatılan yöntemler uyarınca hesaplanan ağaç kabuk hacmi ve kabuksuz odun hacimleri tüm sıklıklar için Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 24. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında

kabuklu gövde hacmi içindeki kabuk hacmi oranını veren regresyon denklemi katsayıları ve bazı

istatistikler

Table 24. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the proportion of bark in stem volume in "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	8.00151	-	Sabit terim
b	14.0799	61.808***	1/D
c	-2.21560	-47.052 ***	1/D ²
r = 0.9288 n = 810 *** : p = 0.001 önemli			
GKHO = a + b / D + c / D ²			

Tablo 25. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında kabuklu kök hacmi içindeki kabuk hacim oranını veren

regresyon denklemleri katsayıları ve bazı istatistikler

Table 25. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the proportion of bark in root volume in "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	2.44988	-	Sabit terim
b	0.0526020	24.895***	1/D
c	-0.0320552	-17.173 ***	1/D ²
d	0.00447067	15.208.***	1/D ³
r = 0.8459 n= 810 *** : p = 0.001 önemli			
Log (KKHO) [*] = a + b / D + c / D ² + d / D ³			

* : Logaritma e tabanına göre

Tablo 26. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında orta ağaçlara ait kabuksuz kök, gövde, dal odunu ile kabuk hacimleri

Table 26. The volumes inside bark of root, stem, branch and bark for mean trees in "I-214" poplar plantations established at denser spacings

O R T A A Ğ A C I N																						
YAŞ	Ağaç	0.50m x 1.93m Dikim aralığında						Ağaç	1.50m x 1.93m Dikim aralığında						Ağaç	2.50m x 1.93m Dikim aralığında						Ağaç
	tam	Kabuklu		K a b u k s u z					Kabuklu	K a b u k s u z				Kabuklu		K a b u k s u z				kabuk		
	boyu	göğüs	Ağaç	Gövde	Dal	Kök	kabuk		göğüs	Ağaç	Gövde	Dal	Kök	kabuk		göğüs	Ağaç	Gövde	Dal	Kök	kabuk	
	(m)	(cm)	çapı	hacmı	hacmı	hacmı	hacmı		çapı	hacmı	hacmı	hacmı	hacmı	çapı		hacmı	hacmı	hacmı	hacmı	hacmı	çapı	
1	2.08	0.94	0.411	0.293	0.004	0.194	0.079	0.86	0.387	0.200	0.003	0.184	0.077	0.93	0.408	0.211	0.004	0.193	0.079			
2	4.37	2.80	1.935	1.473	0.058	0.404	0.262	3.26	2.532	1.935	0.070	0.527	0.333	2.97	2.151	1.640	0.063	0.448	0.288			
3	6.49	3.97	4.476	3.732	0.130	0.614	0.570	5.12	7.273	6.091	0.188	0.994	0.896	5.45	8.233	6.901	0.207	1.125	1.007			
4	8.14	4.66	7.122	6.152	0.200	0.770	0.887	6.24	12.608	10.939	0.310	1.359	1.521	7.03	15.941	13.852	0.373	1.716	1.902			
5	9.41	5.10	9.580	8.428	0.262	0.890	1.180	6.98	17.737	15.672	0.422	1.643	2.117	8.09	23.728	21.001	0.531	2.195	2.799			
6	10.40	5.41	11.774	10.473	0.317	0.985	1.441	7.50	22.403	20.014	0.520	1.868	2.658	8.83	31.008	27.749	0.676	2.582	3.635			
7	11.19	5.64	13.704	12.280	0.362	1.062	1.670	7.88	26.560	23.902	0.607	2.051	3.140	9.39	37.609	33.905	0.803	2.901	4.391			
8	11.84	5.82	15.398	13.872	0.402	1.124	1.870	8.18	30.239	27.355	0.682	2.202	3.564	9.82	43.519	39.438	0.916	3.165	5.067			
9	12.38	5.96	16.886	15.272	0.437	1.177	2.046	8.41	33.492	30.416	0.748	2.329	3.940	10.16	48.881	34.389	1.104	3.388	5.680			

3.4.2. Gövde, Dal ve Kök Odunu ve Kabuğun Hacım - Yoğunluk (Hacım Ağırlık) Değerinin Belirlenmesi

Yoğunluk değerlerini belirlemek için, ağaçlandırmanın 3., 5. ve 7. yaşında kesilen örnek ağaçların gövde, dal ve kök odunları ile kabuklarından numuneler alınmıştır. Numunelerin yoğunluk değerleri 2.2.2. paragraf altında verilen formül " $R = W_o/V_t$ " uyarınca g/cm^3 biriminden belirlenmiştir. Bunun için numuneler önce suda bekletilerek suya tam doymuş hale getirilmiştir. Sonra, çok hassas terazi yardımı ile önce havada daha sonrada saf su içerisine daldırılarak tartılmış, havadaki ağırlığından sudaki ağırlığı çıkarılarak yaş hacimleri (V_t) hesaplanmıştır (Arşimet prensibi). Aynı numuneler 103 ± 2 C^o'ta, içerisinde hiç rutubet kalmayınca kadar (ağırlıkları sabit oluncaya kadar) özel fırınlarda kurutulmuştur. Kurutulan numuneler rutubetsiz ortamda derhal tartılarak fırın kurusu ağırlıkları (W_o) elde edilmiştir. Bu değerlerin formülde yerlerine konup çözülmesi ile numunelerin hacim ağırlık değerleri (R) hesaplanmıştır.

Kök, gövde ve dal odununda hesaplanan hacim yoğunluk değerlerinin yıllara göre değişimini tesbit etmek amacı ile, numunelerin hacim yoğunluk değerlerini (R) bağımlı değişken, ağaçlandırma yaşını da (Y) bağımsız değişken alan " $R=f(Y)$ " fonksiyonu uyarınca çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonunda istatistik parametrelerine ve deneysel değerlerine yakınlığına göre hacim ağırlık değerlerini veren eşitlikler elde edilmiştir. Bu eşitliklere ilişkin katsayılarla bazı istatistikler Tablo 27, 28 ve 29'da verilmiştir. Kabuk numunelerinde belirlenen yoğunluk değerleri için yukarıda belirtilen ilişkiye benzer ilişki bulunamamıştır. Bu nedenle, gövde, dal ve kök kabuk numunelerinde ölçülen yoğunluk değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak, kabuk için tek yoğunluk değeri elde edilmiştir.

Yukarıda verilen eşitliklerin çözülmesi ile elde edilen gövde, dal ve kök odunu hacim yoğunluk değerleri ve deneysel değerlerin ortalaması olarak belirlenen kabuk hacim yoğunluk değerleri Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 27. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlarında gövde odunu hacim yoğunluk değerlerini veren regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikler

Table 27. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the stem wood density of "I-214" poplar trees planted at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	0.292865	-	Sabit terim
b	3.62037	77.227 ***	Y
r = 0.9957 n= 54 *** : p = 0.001 önemli			
$R_g = Y / (a + bY)$			

Tablo 28. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlarında dal odunu hacim yoğunluk değerini veren regresyon denklemi katsayıları ve bazı istatistikleri

Table 28. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the branch wood density of "I-214" poplar trees planted at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	-1.22675	-	Sabit terim
b	0.0798954	4.134 ***	Log(Y)
r = 0.4973 n= 54 *** : p = 0.001 önemli			
$\text{Log}(R_d)^* = a + b \text{Log}(Y)$			

* : Logaritma e tabanına göre

Tablo 29. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlarında kök odunu hacim yoğunluk değerini veren regresyon denklemleri katsayıları ve bazı istatistikler

Table 29. The coefficients and some statistics of regression equation for estimating the root wood density of "I-214" poplar trees planted at denser spacings

Katsayı simgesi	Regresyon katsayısı	t değeri	Değişken adı
a	0.628982	-	Sabit terim
b	4.02469	41.366 ***	Y
r = 0.9851 n = 54 *** : p = 0.001 önemli			
$R_k = Y / (a + bY)$			

3.4.3. Kuru Madde Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi

Kuru madde hasılat tabloları hektardaki kuru materyalin ağırlık olarak miktarını veren tablolarıdır. Bu tabloların düzenlenebilmesi için, materyalin hacim ağırlık (hacim yoğunluk) değerlerinin ve birim alandaki (ha) hacim miktarlarının bilinmesi gerekmektedir. "I-214" melez kavak ağaçlarının hacim ağırlık değerleri, ağacı oluşturan unsurlara (gövde, dal, kök odunu ve kabuk) göre, belirlenmiş ve Tablo 30'da verilmiştir. Birim alandaki hacim miktarlarının (hasılasının) belirlenebilmesi için öncelikle meşcere orta ağaçlarının gövde, dal, kök odunu ve kabuk hacimlerinin bilinmesi lazımdır. Söz konusu bu hacimler paragraf 3.4.1.'de elde edilmiş ve Tablo 26'da verilmiştir. Hacim ağırlık değerleri ile, Tablo 26'da verilen hacimler çarpılarak orta ağaç kuru madde hasılatları, bunların hektardaki ağaç sayıları ile çarpılması ile de hektardaki meşcere kuru madde hasılatları hesaplanmıştır. Hesaplanan gövde, dal, kök odunu ve kabuk kuru madde hasılasının toplamı alınarak hektardaki toplam kuru madde hasılası elde edilmiştir. Tablo 30'da verilen hacim ağırlık değerleri g/cm^3 Tablo 26'da verilen orta ağaç hacimleri da dm^3 biriminden belirlenmiştir. Kuru madde hasılat tablolarında ise, orta ağaç kuru madde hasılatları kg, hektardaki kuru madde hasılatları da ton/ha olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, hesaplamalar esnasında gerekli dönüşümler yapılmıştır. Anlatılan prensipler uyarınca

düzenlenen kuru madde

hasılat tabloları dikim aralığına göre Tablo 31, 32 ve 33'te verilmiştir. Kuru madde hasılat tablolarında hektardaki artımlar da belirlenmiştir. Kuru madde hasılası artımlarının belirlenmesinde, hektarda elde edilen toplam kuru madde hasılası verilerinden faydalanılmıştır. Buna göre;

-Yıllık cari artımlar; birim alandan elde edilen toplam kuru madde miktarının ardışık yaş basamaklarına göre farkı alınarak,

-Yıllık genel ortalama artımlar ise; her yaş basamağı için hesaplanan toplam hasılanın ait olduğu yaşa bölünmesi ile elde edilmiştir.

Tablo 30. Sık dikilmiş "I-214" melez kavakları için gövde dal kök

odunu ve kabuk yoğunluk değerleri

Table 30. The estimates for basic density of wood from stem, branch and root and of bark of "I-214" poplar trees grown at denser plantations

Yaş	HACIM YOĞUNLUK DEĞERLERİ (g /cm ³)			
	Gövde odunu	Dal Odunu	Kök Odunu	Kabuk
1	0.256	0.293	0.215	0.336
2	0.265	0.310	0.230	0.336
3	0.269	0.320	0.236	0.336
4	0.271	0.328	0.239	0.336
5	0.272	0.333	0.241	0.336
6	0.273	0.338	0.242	0.336
7	0.273	0.343	0.243	0.336
8	0.273	0.346	0.244	0.336
9	0.274	0.350	0.244	0.336

3.5. Orta Ağaç Kalori Değerlerinin Belirlenmesi ve Enerji Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi

Enerji hasılat tablolarının düzenlenebilmesi için, orta ağaca ait kalori değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kalori değerlerini belirlemek amacı ile, ağaçlandırmanın 3., 5. ve 7. yıllarında, örnek ağaçların gövde, dal, kök odunu ile kabuğundan (gövde, dal ve kök kabuğu karışımı olarak) 54'er adet olmak üzere, toplam 216 adet numune elde edilmiştir. Odun öğütme değirmeninde öğütülüp, uygun

elekten geçirilen numuneler bombalı kalorimetrede yakılmıştır. Diğer

tarafından, tam kuru (fırın kurusu) enerji değerlerini hesaplamak için, numunelerin rutubet oranlarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için, numunelerin belirlenen rutubetli ve rutubetsiz ağırlıklar (fırın kurusu ağırlığı 103 ± 2 C°'taki ağırlık) ile 2.2.3. paragrafında verilen "Rutubet Yüzde Oranı Formülünden" yararlanılmıştır. Yakılan numunelerden elde edilen veriler (yakma işlemindeki ilk ve son sıcaklık değerleri, yakılan numunenin ağırlığı, yakma telinin uzunluğu) ve hesaplanan rutubet oranları, paragraf 2.2.3.'te verilen yöntem ve formüller uyarınca çözdürülerek, numunelerin alt ve üst kalori değerleri cal/g biriminden hesaplanmıştır. Hesaplanan kalori değerlerinin ağaçlandırmanın yaşına ve sıklığına göre nasıl bir değişiklik gösterdiklerini belirlemek için varyans analizleri ve çoklu t testi yapılmıştır. Ancak istatistik anlamda önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu nedenle, enerji değerleri numunelerden elde edilen kalori değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucu;

Gövde odunu alt enerji değeri	: 4416.2 cal/g
Gövde odunu üst enerji değeri	: 4513.0 cal/g
Dal odunu alt enerji değeri	: 4325.1 cal/g
Dal odunu üst enerji değeri	: 4421.7 cal/g
Kök odunu alt enerji değeri	: 4274.5 cal/g
Kök odunu üst enerji değeri	: 4366.2 cal/g
Kabuk alt enerji değeri	: 4049.2 cal/g
Kabuk üst enerji değeri	: 4153.3 cal/g

olarak belirlenmiştir.

Belirlenen kalori değerleri Tablo 31, 32 ve 33'te verilen orta ağaç hacim ağırlık değerleri ile çarpılarak orta ağaca ait kalori değerleri bulunmuştur. Orta ağaç kalori değerleri hektardaki ağaç sayıları ile çarpılmak sureti ile de, birim alandaki (ha) enerji değerleri (hasılası) yaş ve sıklıklara göre hesaplanmış Tablo 34, 35, 36, 37, 38 ve 39'da verilmiştir. Bu tablolarda ağaç unsurlarının (gövde odunu, dal odunu, kök odunu ve kabuk) enerji değerleri toplanarak, toplam ağaç enerji değerleri orta ağaç ve birim alan bazında belirlenmiştir. Tablo 31, 32 ve 33'te verilen orta ağaç hacim ağırlık değerleri kg biriminden verilmiştir. Enerji değerleri ise, cal/g biriminden hesaplanmış ve enerji hasılat tablolarında (Tablo 34, 35, 36, 37, 38, 39) da kilokalori (kcal)

olarak gösterilmiştir. Bu yüzden, hesaplamalarda gereken dönüşümler yapılmıştır.

Tablo 31. 0.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında kuru madde hasılat tablosu

Table 31. Dry matter yield table for "I-214" poplar plantations established at 0.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	Kuru madde hasılatı					Ağaç sayısı (ad/ha)	Kuru madde hasılatı					Artımlar	
			Gövde odunu (kg)	Dal odunu (kg)	Kök odunu (kg)	Kabuk (kg)	TOPLAM AĞAÇ (kg)		Gövde odunu (ton/ha)	Dal odunu (ton/ha)	Kök odunu (ton/ha)	Kabuk (ton/ha)	TOPLAM AĞAÇ (ton/ha)	Yıllık cari (ton/ha/yıl)	Genel ort. artım (ton/ha/yıl)
1	0.94	2.08	0.055	0.001	0.042	0.027	0.124	10231	0.558	0.012	0.427	0.272	1.268		1.268
2	2.80	4.37	0.390	0.018	0.093	0.088	0.589	10212	3.986	0.184	0.949	0.899	6.018	4.750	3.009
3	3.97	6.49	1.004	0.042	0.145	0.192	1.382	10160	10.200	0.423	1.472	1.946	14.040	8.023	4.680
4	4.66	8.14	1.667	0.066	0.184	0.298	2.215	10059	16.770	0.660	1.851	2.998	22.279	8.239	5.570
5	5.10	9.41	2.292	0.087	0.214	0.396	2.991	9893	22.679	0.863	2.122	3.922	29.586	7.307	5.917
* 6	5.41	10.40	2.859	0.107	0.238	0.484	3.689	9645	27.576	1.033	2.299	4.670	35.579	5.992	5.930 *
7	5.64	11.19	3.352	0.124	0.258	0.561	4.296	9300	31.178	1.155	2.400	5.218	39.951	4.372	5.707
8	5.82	11.84	3.787	0.139	0.274	0.628	4.829	8839	33.474	1.229	2.424	5.554	42.681	2.730	5.335
9	5.96	12.38	4.185	0.153	0.287	0.687	5.312	8248	34.514	1.262	2.369	5.670	43.814	1.133	4.868

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual dry matter weight increment)

Tablo 32. 1.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında kuru madde hasılat tablosu

Table 32. Dry matter yield table for "I-214" poplar plantations established at 1.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağac tam boyu (m)	Kuru madde hasılatı					Ağaç sayısı (ad/ha)	Kuru madde hasılatı					Artımlar	
			Gövde odunu (kg)	Dal odunu (kg)	Kök odunu (kg)	Kabuk (kg)	TOPLAM AĞAÇ (kg)		Gövde odunu (ton/ha)	Dal odunu (ton/ha)	Kök odunu (ton/ha)	Kabuk (ton/ha)	TOPLAM AĞAÇ (ton/ha)	Yıllık cari (ton/ha/yıl)	Genel ort. artım (ton/ha/yıl)
1	0.86	2.08	0.051	0.001	0.040	0.026	0.118	3325	0.170	0.003	0.132	0.086	0.391		0.391
2	3.26	4.37	0.513	0.022	0.121	0.112	0.768	3322	1.703	0.072	0.403	0.372	2.550	2.159	1.275
3	5.12	6.49	1.638	0.060	0.235	0.301	2.234	3317	5.435	0.200	0.778	0.999	7.411	4.861	2.470
4	6.24	8.14	2.964	0.102	0.325	0.511	3.902	3306	9.801	0.336	1.074	1.690	12.900	5.489	3.225
5	6.98	9.41	4.263	0.141	0.396	0.711	5.511	3287	14.012	0.462	1.302	2.338	18.113	5.213	3.623
6	7.50	10.10	5.464	0.176	0.452	0.893	6.985	3260	17.812	0.573	1.474	2.911	22.770	4.657	3.795
* 7	7.88	11.19	6.525	0.208	0.498	1.055	8.287	3222	21.024	0.671	1.606	3.399	26.700	3.930	3.814 *
8	8.18	11.84	7.468	0.236	0.537	1.198	9.439	3172	23.688	0.749	1.704	3.798	29.939	3.239	3.742
9	8.41	12.38	8.334	0.262	0.568	1.324	10.488	3107	25.894	0.813	1.766	4.113	32.586	2.646	3.621

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual dry matter weight increment)

Tablo 33. 2.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında kuru madde hasılat tablosu

Table 33. Dry matter yield table for "I-214" poplar plantations established at 2.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağac tam boyu (m)	Kuru madde hasılatı				TOPLAM AĞAÇ (kg)	Ağaç sayısı (ad/ha)	Kuru madde hasılatı					Artımlar	
			Gövde odunu (kg)	Dal odunu (kg)	Kök odunu (kg)	Kabuk (kg)			Gövde odunu (ton/ha)	Dal odunu (ton/ha)	Kök odunu (ton/ha)	Kabuk (ton/ha)	TOPLAM AĞAÇ (ton/ha)	Yıllık cari (ton/ha/yıl)	Genel ort. artım (ton/ha/yıl)
1	0.93	2.08	0.054	0.001	0.041	0.027	0.123	2004	0.108	0.002	0.083	0.053	0.247		0.247
2	2.97	4.37	0.435	0.020	0.103	0.097	0.654	2004	0.871	0.039	0.206	0.194	1.310	1.064	0.655
3	5.45	6.49	1.856	0.066	0.266	0.338	2.526	2004	3.720	0.133	0.532	0.678	5.063	3.753	1.688
4	7.03	8.14	3.754	0.122	0.410	0.639	4.925	2004	7.523	0.245	0.822	1.281	9.871	4.808	2.468
5	8.09	9.41	5.712	0.177	0.529	0.940	7.359	2004	11.447	0.354	1.060	1.885	14.747	4.876	2.949
6	8.83	10.40	7.575	0.228	0.625	1.221	9.650	2004	15.181	0.458	1.252	2.448	19.339	4.592	3.223
7	9.39	11.19	9.256	0.275	0.705	1.475	11.712	1990	18.420	0.548	1.403	2.936	23.307	3.968	3.330
8	9.82	11.84	10.767	0.317	0.772	1.703	13.558	1990	21.425	0.631	1.537	3.388	26.981	3.674	3.373
* 9	10.16	12.38	12.163	0.386	0.827	1.908	15.284	1990	24.204	0.769	1.645	3.798	30.415	3.434	3.379 *

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual dry matter weight increment)

Hacim hasılat ve kuru madde hasılat tablolarında olduğu gibi, enerji hasılat tablolarında da yıllık cari ve genel ortalama artımlar belirlenmiştir. Bu artımların belirlenmesinde, hacim hasılat ve kuru madde hasılat artımlarının hesabında kullanılan yöntem uygulanmıştır.

3.6. Büyüme ve Artım İlişkileri

3.6.1. Meşcere Çap Gelişimi

Kitle üretimi ağaçlandırmasında meşcere orta çapı ağaçlandırmanın yaşı ve dikim aralığına göre farklılıklar göstermektedir. Dikim aralığı ile çap gelişimi arasında pozitif bir ilişki vardır. Diğer bir deyişle, meşcere dikim aralığı genişledikçe, meşcere orta çapı da artmaktadır. Ağaçlandırma yaşı ilerledikçe, meşcere orta çapı da gittikçe kalınlaşmaktadır. Bu kalınlaşma trendi ilk yıllarda daha hızlı, sonraki yıllarda giderek yavaş seyretmektedir. Değişik dikim aralıklarındaki orta çaplar arasındaki farklar da yaş ilerledikçe giderek artmaktadır. Çap gelişimi ile ilgili ortaya konan hususlar literatür bulguları ile paralellik arz etmektedir.

Hasılat tablolarında verilen meşcere orta çaplarının meşcere dikim aralığı ve yaşına göre gelişimleri Şekil 2'de gösterilmiştir.

3.6.2. Meşcere Orta Boy Gelişimi

Meşcere orta boyu, meşcere yaşı ilerledikçe, buna paralel olarak artmaktadır. Boy gelişimi ağaçlandırmanın ilk yıllarında hızlı olmakta ve giderek azalmaktadır. Değişik yetiştirme ortamlarında büyüyen aynı tür ağaçlara ait boy gelişimi ve artımı eğrileri farklı düzeyde olmaktadır (Assmann 1970, s.44). Aynı yaşlı meşcerelerde orta boy gelişimi toprağın verimliliğine (bonitet) ve nem durumuna göre değişmektedir (Chapman-Meyer 1949, s. 308). Ancak araştırmamızda tek yetiştirme ortamı söz konusu olduğundan, meşcere orta boyu için de tek boy esas alınmıştır (bak paragraf 2.2.1.).

Tablo 34. 0.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında alt eşdeğer enerji hasılat tablosu

Table 34. The yield table of equivalent lower energy for "I-214" poplar plantations established at 0.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	Eşdeğer enerji hasılatı					Ağaç sayısı (ad/ha)	Eşdeğer enerji hasılatı (1000 kcal / ha)					Artımlar (1000 kcal/ha/yıl)	
			Gövde odunu (kcal)	Dal odunu (kcal)	Kök odunu (kcal)	Kabuk (kcal)	TOPLAM AĞAÇ (kcal)		Gövde odunu	Dal odunu	Kök odunu	Kabuk	TOPLAM AĞAÇ	Yıllık cari	Genel ort.
1	0.94	2.08	242.89	4.33	179.53	109.33	536.07	10231	2485	44	1837	1119	5485		5485
2	2.80	4.37	1722.32	77.85	397.53	356.33	2554.03	10212	17588	795	4060	3639	26082	20597	13041
3	3.97	6.49	4433.86	181.65	619.80	777.45	6012.77	10160	45048	1846	6297	7899	61090	35008	20363
4	4.66	8.14	7361.81	285.46	786.51	1206.66	9640.43	10059	74052	2871	7911	12138	96973	35883	24243
5	5.10	9.41	10121.93	376.28	914.74	1603.48	13016.44	9893	100136	3723	9050	15863	128772	31799	25754
* 6	5.41	10.40	12625.92	462.79	1017.33	1959.81	16065.85	9645	121777	4464	9812	18902	154955	26183	25826 *
7	5.64	11.19	14803.10	536.31	1102.82	2271.60	18713.84	9300	137669	4988	10256	21126	174039	19084	24863
8	5.82	11.84	16724.15	601.19	1171.21	2542.90	21039.45	8839	147825	5314	10352	22477	185968	11929	23246
9	5.96	12.38	18481.80	661.74	1226.78	2781.80	23152.12	8248	152438	5458	10118	22944	190959	4991	21218

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual increment for equivalent lower energy)

Tablo 35. 1.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında alt eşdeğer enerji hasılat tablosu

Table 35. The yield table of equivalent lower energy for "I-214" poplar plantations established at 1.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	Eşdeğer enerji hasılatı					Ağaç sayısı (ad/ha)	Eşdeğer enerji hasılatı (1000 kcal / ha)					Artımlar (1000 kcal/ha/yıl)	
			Gövde odunu (kcal)	Dal odunu (kcal)	Kök odunu (kcal)	Kabuk (kcal)	TOPLAM AĞAÇ (kcal)		Gövde odunu	Dal odunu	Kök odunu	Kabuk	TOPLAM AĞAÇ	Yıllık cari	Genel ort.
1	0.86	2.08	225.23	4.33	170.98	105.28	505.81	3325	749	14	569	350	1682		1682
2	3.26	4.37	2265.51	95.15	517.21	453.51	3331.39	3322	7526	316	1718	1507	11067	9385	5533
3	5.12	6.49	7233.74	259.51	1004.51	1218.81	9716.56	3317	23994	861	3332	4043	32230	21163	10743
4	6.24	8.14	13089.62	441.16	1389.21	2069.14	16989.13	3306	43274	1458	4593	6841	56166	23936	14042
5	6.98	9.41	18826.26	609.84	1692.70	2878.98	24007.78	3287	61882	2005	5564	9463	78914	22748	15783
6	7.50	10.40	24130.12	761.22	1932.07	3615.94	30439.34	3260	78664	2482	6299	11788	99232	20319	16539
* 7	7.88	11.19	28815.71	899.62	2128.70	4271.91	36115.93	3222	92844	2899	6859	13764	116366	17133	16624 *
8	8.18	11.84	32980.18	1020.72	2295.41	4850.94	41147.25	3172	104613	3238	7281	15387	130519	14154	16315
9	8.41	12.38	36804.61	1133.18	2427.92	5361.14	45726.84	3107	114352	3521	7544	16657	142073	11554	15786

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual increment for equivalent lower energy)

Tablo 36. 2.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında alt eşdeğer enerji hasılat tablosu

Table 36. The yield table of equivalent lower energy for "I-214" poplar plantations established at 2.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	Eşdeğer enerji hasılatı					Ağaç sayısı (ad/ha)	Eşdeğer enerji hasılatı (1000 kcal / ha)					Artımlar (1000 kcal/ha/yıl)	
			Gövde odunu (kcal)	Dal odunu (kcal)	Kök odunu (kcal)	Kabuk (kcal)	TOPLAM AĞAÇ (kcal)		Gövde odunu	Dal odunu	Kök odunu	Kabuk	TOPLAM AĞAÇ	Yıllık cari	Genel ort.
1	0.93	2.08	238.47	4.33	175.25	109.33	527.38	2004	478	9	351	219	1057		1057
2	2.97	4.37	1921.05	86.50	440.27	392.77	2840.59	2004	3850	173	882	787	5693	4636	2846
3	5.45	6.49	8196.47	285.46	1137.02	1368.63	10987.57	2004	16426	572	2279	2743	22019	16327	7340
4	7.03	8.14	16578.41	527.66	1752.55	2587.44	21446.06	2004	33223	1057	3512	5185	42978	20959	10744
5	8.09	9.41	25225.33	765.54	2261.21	3806.25	32058.34	2004	50552	1534	4531	7628	64245	21267	12849
6	8.83	10.40	33452.72	986.12	2671.56	4944.07	42054.47	2004	67039	1976	5354	9908	84277	20032	14046
7	9.39	11.19	40876.35	1189.40	3013.52	5972.57	51051.84	1990	81344	2367	5997	11885	101593	17316	14513
8	9.82	11.84	47549.23	1371.06	3299.91	6895.79	59115.98	1990	94623	2728	6567	13723	117641	16048	14705
* 9	10.16	12.38	53714.24	1669.49	3535.01	7725.87	66644.61	1990	106891	3322	7035	15374	132623	14982	14736*

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual increment for equivalent lower energy)

Tablo 37. 0.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında üst eşdeğer enerji hasılat tablosu

Table 37. The yield table of equivalent upper energy for "I-214" poplar plantations established at 0.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							Ağaç sayısı (ad/ha)	M E Ş C E R E						
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	Eşdeğer enerji hasılatı				Eşdeğer enerji hasılatı (1000 kcal / ha)				Artımlar (1000 kcal/ha/yıl)				
			Gövde odunu (kcal)	Dal odunu (kcal)	Kök odunu (kcal)	Kabuk (kcal)	TOPLAM AĞAÇ (kcal)		Gövde odunu	Dal odunu	Kök odunu	Kabuk	TOPLA AĞAÇ	Yıllık cari	Genel ort.
1	0.94	2.08	248.22	4.42	183.38	112.14	548.16	10231	2539	45	1876	1147	5608		5608
2	2.80	4.37	1760.07	79.59	406.06	365.49	2611.21	10212	17974	813	4147	3732	26666	21057	13333
3	3.97	6.49	4531.05	185.71	633.10	797.43	6147.30	10160	46035	1887	6432	8102	62457	35791	20819
4	4.66	8.14	7523.17	291.83	803.38	1237.68	9856.07	10059	75676	2936	8081	12450	99142	36686	24786
5	5.10	9.41	10343.80	384.69	934.37	1644.71	13307.56	9893	102331	3806	9244	16271	131652	32509	26330
* 6	5.41	10.40	12902.67	473.12	1039.16	2010.20	16425.14	9645	124446	4563	10023	19388	158420	26769	26403*
7	5.64	11.19	15127.58	548.29	1126.48	2330.00	19132.35	9300	140686	5099	10476	21669	177931	19510	25419
8	5.82	11.84	17090.73	614.62	1196.34	2608.27	21509.96	8839	151065	5433	10574	23055	190127	12196	23766
9	5.96	12.38	18886.91	676.52	1253.10	2853.32	23669.84	8248	155779	5580	10336	23534	195229	5102	21692

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual increment for equivalent upper energy)

Tablo 38. 1.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında üst eşdeğer enerji hasılat tablosu

Table 38. The yield table of equivalent upper energy for "I-214" poplar plantations established at 1.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	Eşdeğer enerji hasılatı					Ağaç sayısı (ad/ha)	Eşdeğer enerji hasılatı (1000 kcal / ha)					Artımlar (1000)	
			Gövde odunu (kcal)	Dal odunu (kcal)	Kök odunu (kcal)	Kabuk (kcal)	TOPLAM AĞAÇ (kcal)		Gövde odunu	Dal odunu	Kök odunu	Kabuk	TOPLAM AĞAÇ	Yıllık cari	Genel ort.
1	0.86	2.08	230.16	4.42	174.65	107.99	517.22	3325	765	15	581	359	1720		1720
2	3.26	4.37	2315.17	97.28	528.32	465.17	3405.94	3322	7691	323	1755	1545	11315	9595	5657
3	5.12	6.49	7392.29	265.30	1026.08	1250.14	9933.82	3317	24520	880	3404	4147	32950	21636	10983
4	6.24	8.14	13376.53	451.01	1419.05	2122.34	17368.93	3306	44223	1491	4691	7016	57422	24471	14355
5	6.98	9.41	19238.92	623.46	1729.05	2953.00	24544.43	3287	63238	2049	5683	9706	80678	23256	16136
6	7.50	10.40	24659.03	778.22	1973.57	3708.90	31119.72	3260	80388	2537	6434	12091	101450	20773	16908
* 7	7.88	11.19	29447.33	919.71	2174.42	4381.73	36923.19	3222	94879	2963	7006	14118	118967	17516	16995*
8	8.18	11.84	33703.08	1043.52	2344.70	4975.65	42066.96	3172	106906	3310	7437	15783	133436	14470	16680
9	8.41	12.38	37611.34	1158.49	2480.06	5498.97	46748.86	3107	116858	3599	7706	17085	145249	11812	16139

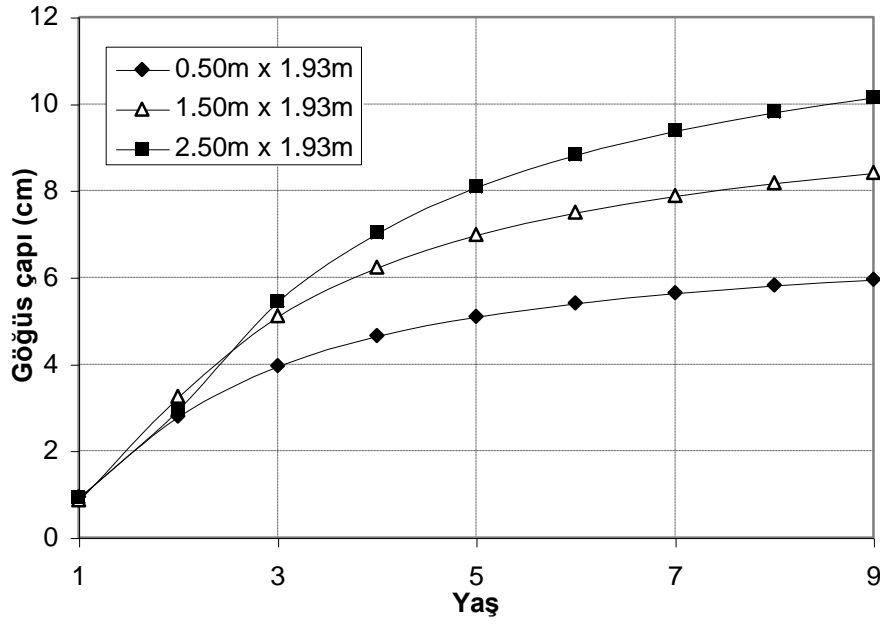
* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual increment for equivalent upper energy)

Tablo 39. 2.50m x 1.93m dikim aralığında tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında üst eşdeğer enerji hasılat tablosu

Table 39. The yield table of equivalent upper energy for "I-214" poplar plantations established at 2.50m x 1.93m spacings

YAŞ	O R T A A Ğ A Ç							M E Ş C E R E							
	Kabuklu göğüs çapı (cm)	Ağaç tam boyu (m)	Eşdeğer enerji hasılatı					Ağaç sayısı (ad/ha)	Eşdeğer enerji hasılatı (1000 kcal / ha)					Artımlar (1000 kcal/ha/yıl)	
			Gövde odunu (kcal)	Dal odunu (kcal)	Kök odunu (kcal)	Kabuk (kcal)	TOPLAM AĞAÇ (kcal)		Gövde odunu	Dal odunu	Kök odunu	Kabuk	TOPLAM AĞAÇ	Yıllık cari	Genel ort.
1	0.93	2.08	243.70	4.42	179.02	112.14	539.28	2004	488	9	359	225	1081		1081
2	2.97	4.37	1963.16	88.43	449.73	402.87	2904.19	2004	3934	177	901	807	5820	4739	2910
3	5.45	6.49	8376.13	291.83	1161.44	1403.82	11233.21	2004	16786	585	2328	2813	22511	16691	7504
4	7.03	8.14	16941.80	539.45	1790.18	2653.96	21925.39	2004	33951	1081	3588	5319	43938	21427	10985
5	8.09	9.41	25778.26	782.64	2309.77	3904.10	32774.77	2004	51660	1568	4629	7824	65681	21742	13136
6	8.83	10.40	34185.98	1008.15	2728.94	5071.18	42994.24	2004	68509	2020	5469	10163	86160	20480	14360
7	9.39	11.19	41772.33	1215.97	3078.24	6126.12	52192.65	1990	83127	2420	6126	12191	103863	17703	14838
8	9.82	11.84	48591.47	1401.68	3370.78	7073.07	60437.00	1990	96697	2789	6708	14075	120270	16406	15034
* 9	10.16	12.38	54891.62	1706.78	3610.93	7924.50	68133.82	1990	109234	3396	7186	15770	135586	15317	15065 *

* Genel ortalama artımın azami olduğu yaş (The age of maximum mean annual increment for equivalent upper energy)



Şekil 2. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta çapı gelişimi

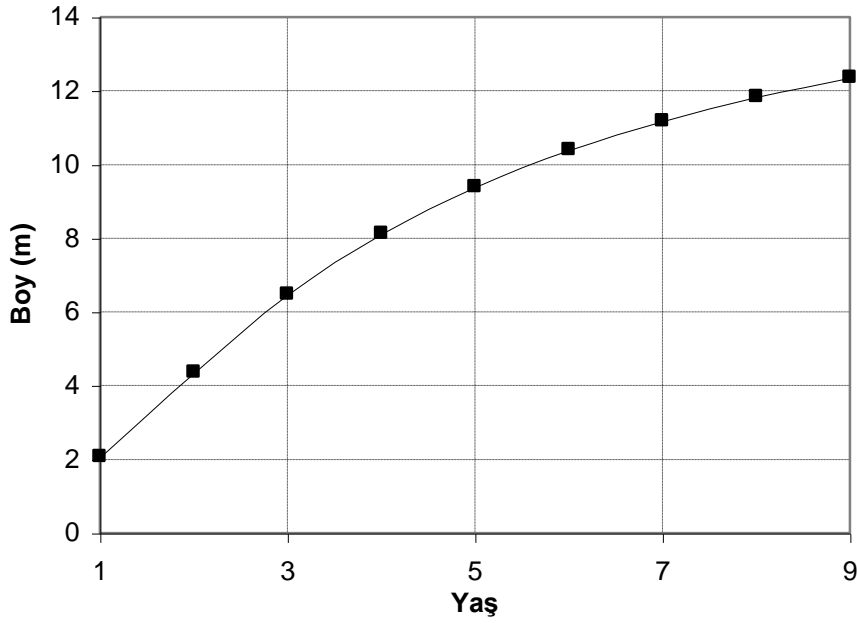
Figure 2. Stand mean tree diameter development for "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Meşcere boy gelişimi için Tablo10'da verilen regresyon eşitliği yardımı ile elde edilen yaşa göre meşcere orta boy gelişimi Şekil 3'te gösterilmiştir.

3.6.3. Meşcere Hacım Gelişimi

Meşcere hacmi, meşcerede yer alan ağaçların kabuklu gövde dal ve kök hacimleri toplamından oluşmaktadır. Değişik dikim aralıklarındaki meşcere hacimlerinin yaşlara göre gelişimleri Şekil 4 A ve B'de gösterilmiştir. Dikim aralığı daraldıkça birim alandaki hacim miktarı artmaktadır. Hacim gelişimi ilk yıllarda (bilhassa 2. 3 ve 4 .yaşlarda) daha hızlı, sonraki yıllarda giderek azalmaktadır. Bu azalış trendi geniş dikim aralığından dar dikim aralığına doğru daha hızlı olmaktadır. Bu durum iki nedenden kaynaklanmaktadır. Birincisi, sık dikim aralıklarında, yaş ilerledikçe çap gelişimi daha az olmakta,

ikincisi ise,



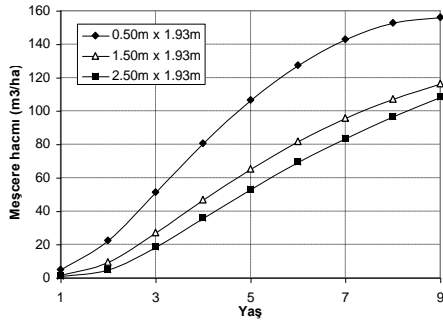
Şekil 3. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere orta boy gelişimi

Figure 3. Stand mean height development for "I-214" poplar plantations established at denser spacings

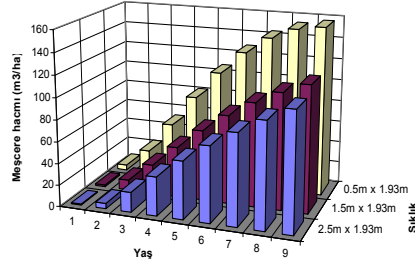
sıkışan meşcereden ayrılan ağaç sayısı artmaktadır. Bunun sonucunda, sıklıklar arasında baştan itibaren artma gösteren hacim farkları son yıllara doğru azalmaya başlamaktadır. Diğer taraftan, sıklıklar arasındaki hacim farkı dar dikim aralığından geniş dikim aralığına doğru azalmaktadır.

3.6.4. Meşcere Hacim Artımlarının Gelişimi

Değişik dikim aralıklarına göre düzenlenmiş olan hasılat tablolarında artımlar, yıllık cari ve genel ortalama artım olmak üzere iki ayrı sütunda verilmiştir (Bak Tablo 20, 21, 22).



A



B

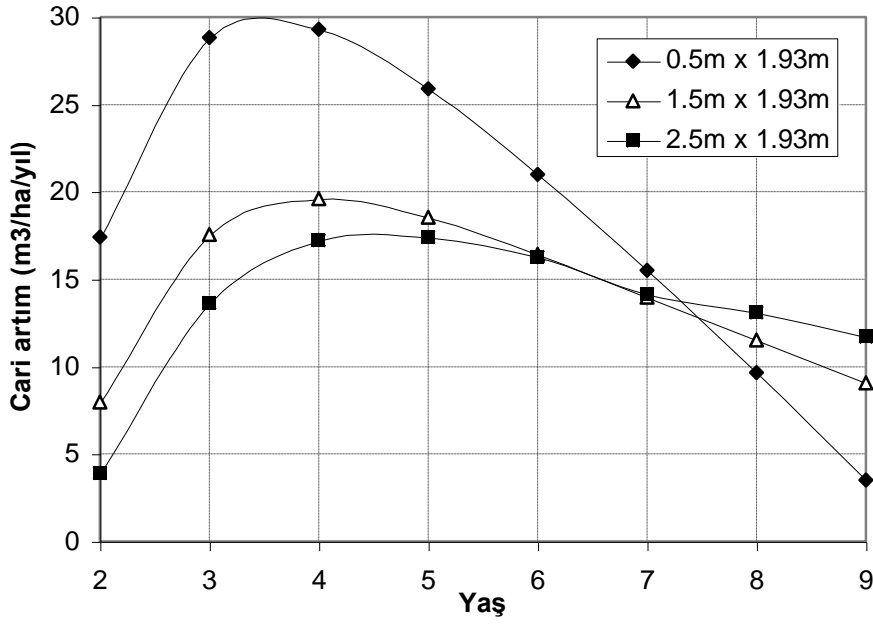
Şekil 4. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere hacim gelişimi

Figure 4. A two (A) and three (B) dimensional of stand volume development for "I-214" poplar plantations grown at denser spacings

3.6.4.1. Yıllık Cari Hacim Artımı

Farklı dikim aralıkları için düzenlenen hacim hasılat tablolarında verilen cari artışların meşcere yaşına göre gelişimleri Şekil 5'te gösterilmiştir.

Şekil 5'te görüldüğü üzere, ağaçlandırmanın ilk yıllarında, dikim aralığı sıklaştıkça yıllık cari hacim artımı artmaktadır. Her üç sıklıkta da giderek artan yıllık cari hacim artışları 4. ve 5. yaş civarında azamiye ulaştıktan sonra düşmektedir. Bu düşüş dar dikim aralıklarında, geniş dikim aralıklarına nazaran daha hızlı seyretmektedir. Bu yüzden, yedinci yaş civarında her üç sıklıkta yıllık cari artış eğrileri keşişmekte ve bundan sonraki yıllarda yedinci yılın öncesindeki gidişatın tam aksi bir seyir izlemektedir. Bunun sebebini, sık dikimlerdeki çap gelişiminin erken yavaşlaması ve ağaçlar arasında yoğun rekabet nedeniyle daha çok sayıda ferdin ayrılması olarak izah etmek mümkündür.



Şekil 5. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında yıllık cari hacim artım gelişimi

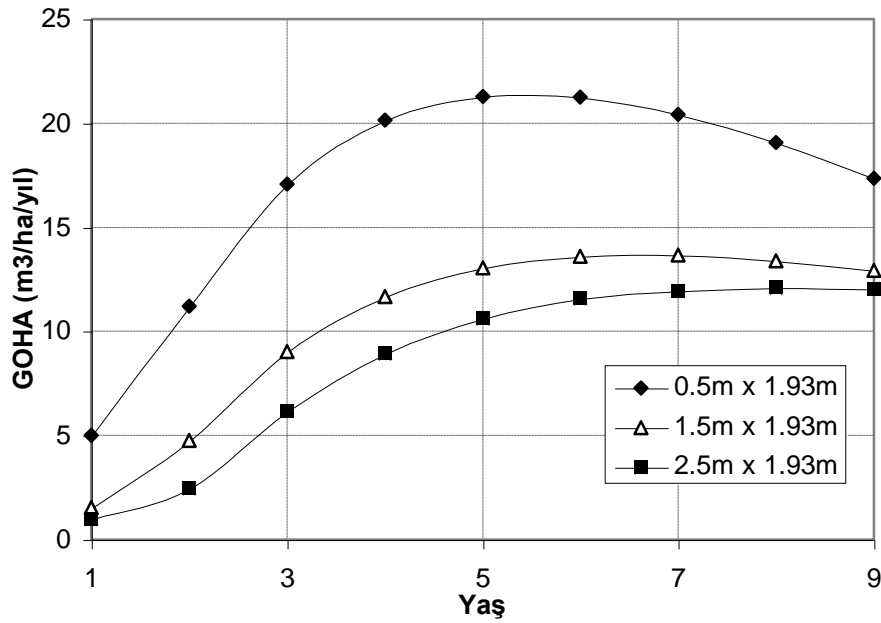
Figure 5. The development of current volume increment for "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Yıllık cari artımlar, 0.50m x 1.93m ve 1.50m x 1.93m sıklıkta 4., 2.50m x 1.93m sıklıkta da 5. yılda azamiye ulaşmakta olup, bu yaştaki artım miktarları hasılat tablolarında koyu yazılmak suretiyle gösterilmiştir.

3.6.4.2. Genel Ortalama Hacim Artımı

Ağaç hacımlarının meşcere yaşına bölünmesi ile elde edilen genel ortalama hacim artımları (GOHA) farklı sıklıklar için hacim hasılat tablolarında verilmiştir (bak Tablo 20, 21, 22). Bu tablolarda genel ortalama artımın azami olduğu yaş "*" işareti ile, miktarı da koyu yazılmak suretiyle gösterilmiştir.

Değişik dikim araklıkları için belirlenen ve hacim hasılat tablolarında verilen genel ortalama hacim artımlarının gelişimi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında yıllık genel ortalama hacim artım gelişimi

Figure 6. The development of mean annual volume increment for "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Grafikte cari hacim artımı eğrisinin, genel ortalama artım eğrisini kestiği noktalar da gösterilmiştir. Bu kesişme noktaları, genel ortalama artımın azami olduğu yaşa yakın olmaktadır. Böylece, genel ortalama artımın azamiye ulaştığı ve cari artım eğrisi ile kesiştiği yaşlar da belirlenmektedir. Genel ortalama artımın en yüksek olduğu yaşa, en yüksek odun hasılasını veren idare suresi denilmektedir (Fırat 1971, s. 310). Belirlenen bu ağaçlandırma yaşları, değişik dikim aralıklarında en yüksek odun hasılasının elde edilmesi için idare sürelerinin seçiminde yol gösterici olmaktadır.

Şekil 6'da gösterilen genel ortalama artımın azami olduğu yaşlar ile hacim hasılat tablolarında işaretlenen yaşlar farklılık arz etmektedir. Tablolardaki yaşlar grafikte gösterilen yaşların tam sayıya yuvarlanması ile elde edilmiştir. Genel ortalama hacim artımları 0.50m x 1.93m sıklıkta 5., 1.50m x 1.93m sıklıkta 7. ve 2.50m x 1.93m sıklıkta da 8. yaşta azami olmaktadır.

Şekil 6'daki eğrilerin incelenmesinden anlaşıldığı üzere, dikim aralığı genişledikçe, genel ortalama hacim artımı azalmaktadır. 0.50m x 1.93m dikim sıklığında artım miktarı diğer iki sıklığa nazaran oldukça yüksek seyretmektedir. Genel ortalama artımın seyri de, dikim aralığına göre farklı olmaktadır. Dar dikim aralığından geniş dikim aralığına doğru gidildikçe, artımın yükseliş ve azalışları daha yavaş olmaktadır. Diğer taraftan, dikim sıklığı genişledikçe, genel ortalama artımın azami olduğu yaşlar, yani ağaçlandırmaların idare süreleri sonraki yıllara kaymaktadır.

3.6.5. Meşcere Kuru Madde Hasılası Gelişimi

Meşcere kuru madde hasılası, meşceredeki ağaçların; gövde odunu, dal odunu, kök odunu ve bunların kabuk ağırlıklarının toplamı olarak belirlenmiş ve Tablo 31, 32 ve 33'te verilmiştir. Meşcere yaşına göre verilen bu değerlerin değişik dikim aralıklarına göre gelişimleri Şekil 7 A ve B'de gösterilmiştir. Meşcere kuru madde hasılası gelişimi (ağırlık gelişimi), meşcere hacim gelişimine paralel olmaktadır. Dikim aralığı daraldıkça, meşcere kuru madde ağırlığı artmakta, tersine durumlarda azalmaktadır. 0.50m x 1.93m dikim sıklığındaki kuru madde hasılatı diğer iki sıklığa nazaran oldukça yüksek seyretmektedir. Ancak, ileri yıllarda kuru madde hasılası gelişimi oldukça yavaşlamaktadır. Çünkü, bu yaşlarda böyle sık meşcerelerde çap artımı daha yavaş olmakta, ayrılan ağaç sayısı da oldukça yükselmektedir.

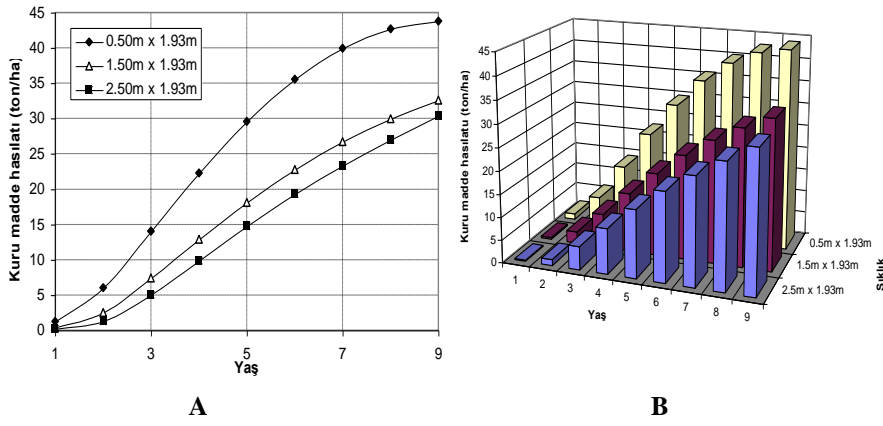
3.6.6. Meşcere Kuru Madde Artımının Gelişimi

Meşcere kuru madde hasılat tablolarında (Tablo 31, 32, 33) artımlar, yıllık cari ve genel ortalama olmak üzere iki ayrı başlık altında verilmiştir.

3.6.6.1. Yıllık Cari Kuru Madde Artımı

Yıllık cari kuru madde artımının gelişimi, değişik dikim aralıklarına göre Şekil 8'de gösterilmiştir. Cari kuru madde artım eğrilerinin gelişim seyri, cari hacim artım eğrileri ile paralellik göstermektedir. Her üç sıklıkta da cari artımlar 4. ve 5. yaş civarında

azami olduktan



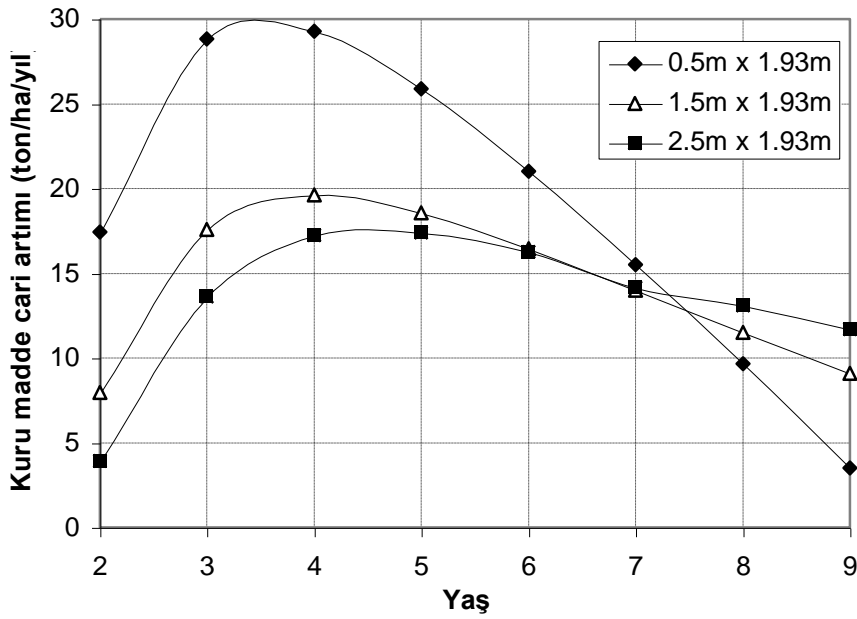
Şekil 7. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere kuru madde hasılatı (ağırlık) gelişimi

Figure 7. A two (A) and three (B) dimensional representation of stand dry matter weight development for "I-214" poplar plantations grown at denser spacings

sonra düşüşe geçmektedirler. Cari artım eğrilerinin düşüş hızı geniş dikim aralığından dar dikim aralığına doğru hızlanmaktadır. Bu yüzden, cari artım eğrileri, 7. yaş civarında kesişerek, bu yaştan önceki seyirin aksine bir gidiş izlemektedirler. Yani, 7. yaşa kadar dikim aralığı sıklaştıkça, daha yüksekte seyreden cari artım eğrileri, bu yaştan sonra tam tersi durum almaktadırlar. Bu durum, dikim aralığının sıklaşması ile ağaçlar arasındaki rekabet arttığından, çap gelişiminin daha yavaş olması ve yaş ilerledikçe meşcereden ayrılan ağaç sayılarının daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

3.6.6.2. Genel Ortalama Kuru Madde Artımı

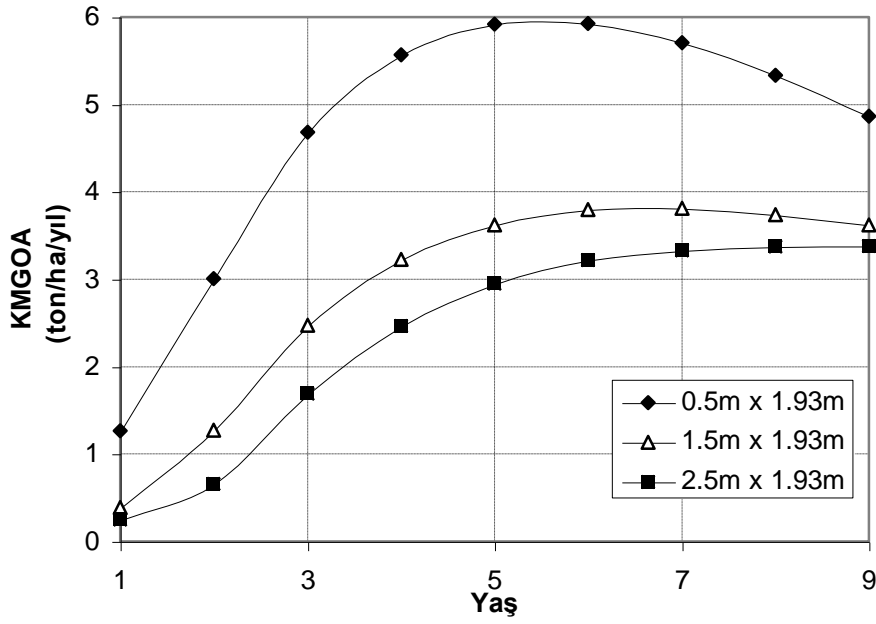
Kuru madde hasılat tablolarında (Tablo 31, 32, 33) verilen genel ortalama artım değerlerinin gelişim seyri Şekil 9'da gösterilmiştir. Genelde, kuru madde genel ortalama artım (KMGOA) eğrilerinin gelişim trendi, genel ortalama hacim artım eğrileri ile paralellik göstermektedir. Burada da dikim sıklığı daraldıkça, genel ortalama artımlar yüksek seviyede olmaktadır.



Şekil 8. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında yıllık kuru madde cari artım gelişimi

Figure 8. The development of current dry matter weight increment for "I-214" poplar plantations established at denser spacings

Eğrilerin cari artımlarla kesim noktaları işaretlenmiştir. Bilindiği üzere, bu noktalar genel ortalama artımların azami olduğu yerlerdir. Bu noktaların isabet ettiği yaşlar tam sayıya tekabül etmemektedir. Bu yüzden, kuru madde hasılat tablolarında "*" işareti ile belirlenen yaşlar yuvarlanarak bulunmuştur. Genel ortalama kuru madde artımları dikim sıklığı daraldıkça daha erken yaşlarda azami değere ulaşmaktadır. 0.50m x 1.93m, 1.50m x 1.93m ve 2.50m x 1.93m sıklıklar için genel ortalama artımların azami olduğu yaşlar sıra ile 6, 7 ve 9'dur. Bu yaşlar, araştırmada kullanılan dikim aralıklarında tesis edilen "I-214" kavak ağaçlandırmalarında en yüksek kuru madde hasılasının elde edilmesi için idare sürelerini vermektedir.



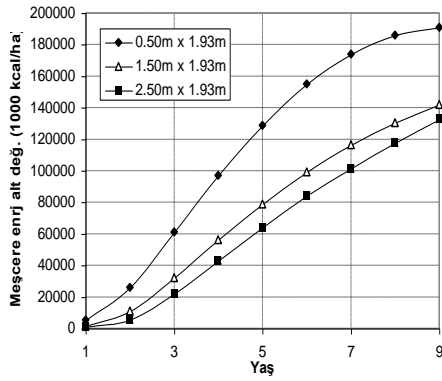
Şekil 9. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere kuru madde genel ortalama artım gelişimi

Figure 9. The development of mean annual dry matter weight increment for stands of "I-214" poplar plantations grown at denser spacings

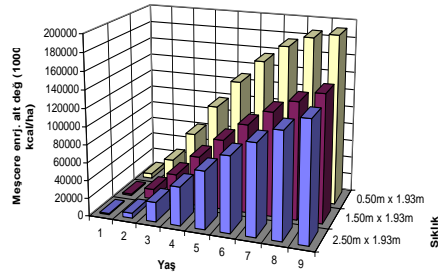
3.6.7. Meşcere Eşdeğer Enerji Veriminin Gelişmesi

Meşcere eşdeğer hasılat tabloları (bak. Tablo 34, 35, 36, 37, 38, 39), meşcerenin alt ve üst enerji verimine göre düzenlenmiştir. Bu tablolarda toplam enerji değerleri, gövde, dal ve kök odunu ile ağaç kabuk enerji değerlerinin toplamından oluşmaktadır. Tablolardaki toplam ağaç enerji alt ve üst değerleri gelişimi, yaşlara göre ve değişik dikim aralıkları için sıra ile, Şekil 10 A-B ve Şekil 11 A-B'de gösterilmiştir.

Şekil 10 ve 11'de görüldüğü üzere, meşcere eşdeğer enerji verimlerinin gelişimi, meşcere hacim ve kuru madde (ağırlık) gelişimi ile paralellik göstermektedir. Dikim aralığı daraldıkça, meşcere enerji verimleri artmakta, genişledikçe azalmaktadır. 0.50m x 1.93m dikim aralığının verimi diğer sıklıklara nazaran oldukça üst seviyelerde gerçekleşmekte, ancak daha erken yaşlarda yavaşlamaktadır.



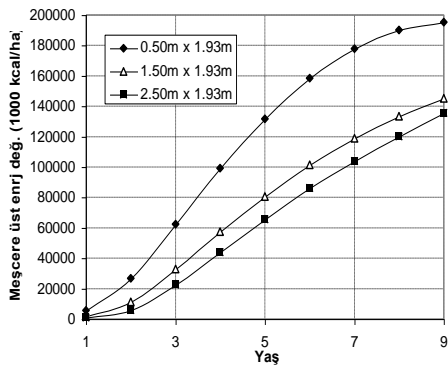
A



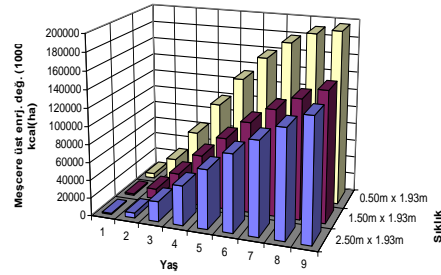
B

Şekil 10. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere eşdeğer alt enerji veriminin gelişimi

Figure 10. A two (A) three (B) dimensional representation of equivalent lower energy production for stands of "I-214" poplar plantations grown at denser spacings



A



B

Şekil 11. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere eşdeğer üst enerji veriminin gelişimi

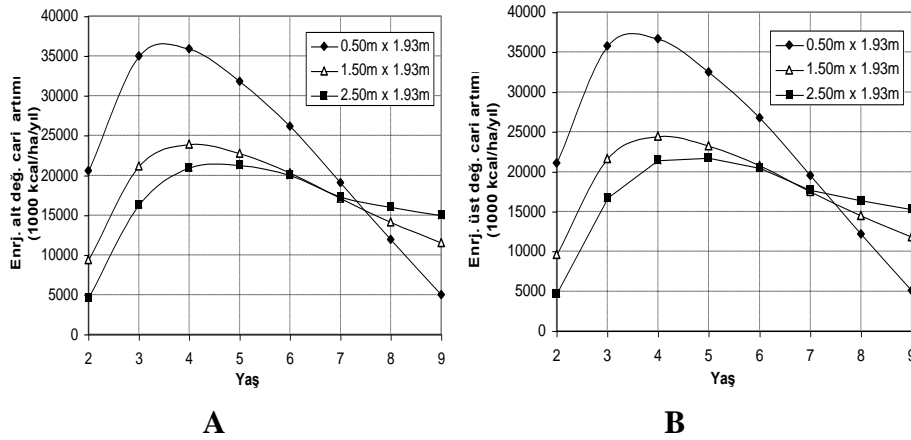
Figure 11. A two (A) three (B) dimensional representation of equivalent upper energy production for stands of "I-214" poplar plantations grown at denser spacings

3.6.8. Meşcere Eşdeğer Enerji Verimi Artımının Gelişmesi

Meşcere eşdeğer enerji hasılat tablolarında, enerji değeri artımları, yıllık cari ve genel ortalama artım olmak üzere iki başlık altında verilmiştir.

3.6.8.1. Yıllık Cari Eşdeğer Enerji Artımı

Meşcere eşdeğer enerji hasılat tablolarında alt ve üst enerji değerlerine göre verilen yıllık cari artımların meşcere yaşına göre gelişimleri Şekil 12 A-B'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 12. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere eşdeğer enerji verimi cari artımının gelişimi

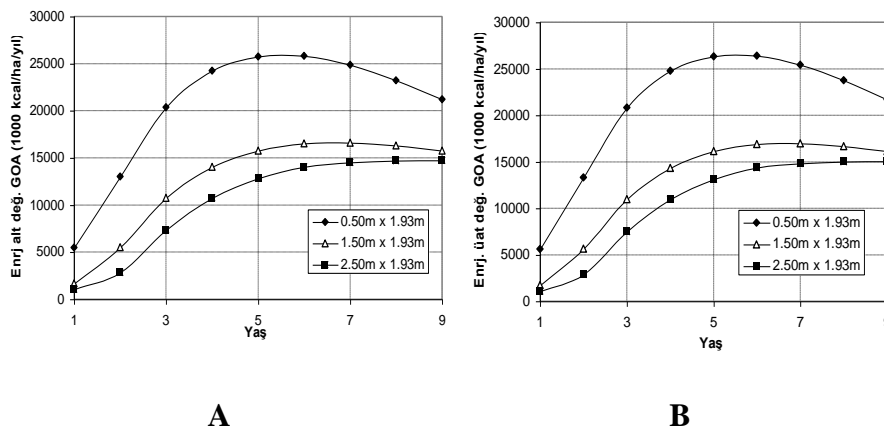
Figure 12. The development of equivalent current energy increments of lower (A) and upper (B) limits for stands of "I-214" poplar plantations grown at denser spacings

Meşcere hacim ve kuru madde cari artım gelişimleri arasında görülen paralellik, eşdeğer enerji değeri cari artım gelişimleri için de söz konusudur. Zira, dikim sıklıkları daraldıkça, yedinci yaş civarına kadar alt ve üst cari enerji artımları yüksek seyretmekte, bu yaştan sonra tam tersi olmaktadır. Bu durum cari hacim artım eğrilerinin gelişmesinde belirtilen nedenlerden kaynaklanmaktadır. Yine, her iki alt ve üst cari enerji azami artımları ağaçlandırmanın 4. ve 5. yaşlarında gerçekleşmektedir.

3.6.8.2. Genel Ortalama Eşdeğer Enerji Artımı

Eşdeğer enerji hasılat tablolarında (bak Tablo 34, 35, 36, 37, 38, 39) belirlenen genel ortalama artım (GOA) değerlerinin (alt ve üst) yıllara göre gelişimi Şekil 13 A-B'de gösterilmiştir. Gerek alt, gerekse üst enerji değeri genel ortalama artım eğrileri, genel ortalama hacim ve kuru madde artım eğrileri ile paralellik arz etmektedir. Dikim sıklığı daraldıkça, hem genel ortalama enerji değeri artımları yüksek olmakta, hem de daha erken yaşlarda azami değere ulaşmaktadır. Tüm sıklıklarda genel ortalama artımların azami olduğu yaşlar (idare süresi), kuru madde genel ortalama artımlarının azami olduğu yaşlar ile çakışmaktadır (6., 7. ve 9. yaş).

Genel ortalama enerji değeri artım eğrileri üzerinde, cari enerji değeri artım eğrileri ile kesim noktaları belirlenmiştir. Bilindiği gibi, bu noktaların isabet ettiği yaşlar, genel ortalama artımın azami olduğu en yüksek hasılayı veren idare süreleridir. Şekil 13 A-B'de kesişim noktaları tam sayıya isabet etmemektedir. Bu yüzden, hasılat tablolarında "*" ile işaretlenen yaşlar, tam sayıya yuvarlanarak belirlenen yaşlardır.



Şekil 13. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında meşcere eşdeğer enerji verimi genel ortalama artımlarının gelişimi

Figure 13. The development of mean annual energy increments of lower (A) and upper (B) limits for stands of "I-214" poplar plantations grown at denser spacings

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile, İzmit Orman Fidanlığında, çok sık dikim aralıklarında (0.50 m x 1.93m, 1.50m x 1.93m, 2.50m x 1.93m) tesis edilen "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında biyokitle bakımından büyüme ve artım ilişkileri araştırılmıştır. Denemelerden elde edilen veriler yardımı ile meşcere orta çap ve boyları, zayıf oranları ve ağaç unsurlarına göre (gövde, dal, kök odunu ve kabuk) orta ağaç hacimleri belirlenmiştir. Meşcere orta ağacı esas alınarak, hacim, kuru madde (ağırlık) ve eşdeğer enerji verimini belirleyen değişken sıklık hasılat tabloları düzenlenmiştir (Tablo 20-22, 31-39). Meşcere orta ağacı ve meşcerede incelenen büyüme ve artım ilişkileri, alometrik yöntemler kullanarak istatistik fonksiyonlar halinde belirtilmiştir. Meşcere hacim, kuru madde ve eşdeğer enerji verimi hasılat tablolarının düzenlenmesinde bu fonksiyonlardan yararlanılmıştır. Belirtilen istatistik fonksiyonlar, geliştirilen bilgisayar simülasyon programında amaçlarına uygun yöntemlerle değerlendirilerek büyüme ve artım ilişkileri ortaya konmuştur.

Düzenlenen hasılat tablolarında meşcere genel verimi yanında, genel verimi oluşturan gövde, dal, kök odunu ve ağaç kabuğu gibi unsurların verimleri de belirlenmiştir. Meşcere hacim, kuru madde ve eşdeğer enerji verimi yıllık cari ve genel ortalama artımları meşcere genel verimi esas alınarak hesaplanmıştır. Hesaplanan artımlar yardımı ile değişik dikim aralıkları için en yüksek genel ortalama artımı sağlayan yaşlar belirlenerek, "*" işareti ile işaretlenmiştir. Bu yaşlar, en yüksek ortalama artımı sağlayan idare süresi veya kavakçılıkta idare süresi olarak kabul edilmektedir (Birler 1986, s.90; Birler ve ark. 1995, s.47). Araştırmada kullanılan sıklıklar için belirlenen idare süreleri ile, bu idare süreleri sonunda elde edilen verim ve genel ortalama artımlar Tablo 40'ta verilmiştir.

Tablo 40'ta görüldüğü üzere, meşcere verimleri, meşcere ağaç unsurları itibari ile de verilmiştir. Kabuklu hacim veriminin çok büyük çoğunluğu ağaç gövdelerinden elde edilmekte, bunu sıra ile kök ve dal verimleri takip etmektedir. Kuru madde ve eşdeğer enerji verimleri bakımından da yine ağaç gövde odunundan sağlanan verim çok yüksek olmakta, bunu sıra ile toplam ağaç kabuğu, kök odunu ve dal odunu verimleri takip etmektedir. Buradan, kabuklu gövde, dal ve kök kuru

Tablo 40. Sık dikilmiş "I-214" melez kavak ağaçlandırmalarında idare süreleri ve bu idare süreleri sonunda sağlanan hacim kuru madde ve enerji verimleri

Table 40. Estimating for wood volume, dry matter weight and energy equivalents attained at the end of corresponding period of rotation in stands of "I-214" poplar plantations grown at denser spacings

MEŞCERE VERİM ÇEŞİTLERİ	U N S U R L A R		DİKİM ARALIKLARI (m x m)		
	ÇEŞİTLERİ	BİRİMİ	0.50x1.93	1.50x1.93	2.50x1.93
HACİM VERİMİ	İdare süresi	yıl	5	7	8
	Kabuklu gövde hacmi	m ³ /ha	93.341	85.339	86.641
	Kabuklu dal hacmi	m ³ /ha	3.139	2.875	2.919
	Kabuklu kök hacmi	m ³ /ha	9.971	7.498	7.129
	Kabuklu top. ağaç hacmi	m ³ /ha	106.456	95.697	96.690
	Genel ortalama artım	m ³ /ha/yıl	21.291	13.671	12.086
KURU MADDE VERİMİ	İdare süresi	yıl	6	7	9
	Gövde odunu ağırlığı	ton/ha	27.576	21.024	24.204
	Dal odunu ağırlığı	ton/ha	1.033	0.671	0.769
	Kök odunu ağırlığı	ton/ha	2.299	1.606	1.645
	Ağaç kabuk ağırlığı	ton/ha	4.670	3.399	3.798
	Kabuklu top. ağaç ağırlığı	ton/ha	35.579	26.700	30.415
	Genel ortalama artım	ton/ha/yıl	5.930	3.814	3.379
EŞDEĞER ALT ENERJİ VERİMİ	İdare süresi	yıl	6	7	9
	Gövde odunu kalori değeri	1000 kcal/ha	121777	92844	106891
	Dal odunu kalori değeri	1000 kcal/ha	4464	2899	3322
	Kök odunu kalori değeri	1000 kcal/ha	9812	6859	7035
	Ağaç kabuk kalori değeri	1000 kcal/ha	18902	13764	15374
	Kabuklu top. ağaç kal. değ.	1000 kcal/ha	154955	116366	132623
	Genel ortalama artım	1000 kcal/ha/yıl	25826	16624	14736
EŞDEĞER ÜST ENERJİ VERİMİ	İdare süresi	yıl	6	7	9
	Gövde odunu kalori değeri	1000 kcal/ha	124446	94897	109234
	Dal odunu kalori değeri	1000 kcal/ha	4563	2963	3396
	Kök odunu kalori değeri	1000 kcal/ha	10023	7006	7186
	Ağaç kabuk kalori değeri	1000 kcal/ha	19388	14118	15770
	Kabuklu top. ağaç kal. değ.	1000 kcal/ha	158420	118967	135586
	Genel ortalama artım	1000 kcal/ha/yıl	26403	16995	15065

madde ve eşdeğer enerji verimlerinin meşcere hacim verimine benzerlik göstereceği sonucunu da çıkarmak mümkündür.

Tablodan anlaşıldığı gibi, meşcere dikim aralığı genişledikçe, idare süreleri uzamakta buna mukabil kitle miktarı (ürün) azalmaktadır.

Hacım verimi bakımından idare sureleri, 0.50m x 1.93m dikim sıklığında 5, 1.50m x 1.93m'de 7 ve 2.50m x 1.93m'de 8 yıl olarak gerçekleşmektedir. Kuru madde ve enerji verimi idare sureleri ise aynı sıklıklar için sıra ile 6, 7 ve 9 yıl olmaktadır. Görüldüğü gibi, burada idare sürelerinde genelde bir yıllık uzama temayülü vardır. Hacım yoğunluk değerlerinin (bak Tablo 30) yaşa göre çok hafif de olsa artış göstermesi buna neden olmaktadır.

Tablo 40'ta, en dar dikim aralığında tesis edilen ağaçlandırmaların verimlilik yönünden diğerlerine nazaran bariz bir üstünlüğü görülmektedir. Zira, en dar dikim aralığındaki plantasyonlarda idare süresi diğerlerinden 1 ila 3 yıl daha erken olmakta, hem de verimi daha yüksek gerçekleşmektedir. Kitle üretiminde amaç kaliteden ziyade, kısa idare sürelerinde daha fazla verim (ürün) elde etmek olduğu gözönünde tutulduğunda, sık dikimlerin önemi artmaktadır. Ancak, yetiştiriciler açısından, "ne kadar sık dikilmeli?" sorusuna daha gerçekçi cevap bulabilmek için, bu tür araştırmaların farklı yetiştirme ortamlarında ve daha fazla alternatif dikim aralıklarında tekrarlanması ve ekonomik analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Araştırmada büyüme ve artımla ilgili elde edilen bulgular, genel büyüme ve gelişme kanuniyetlerine uygunluk göstermektedir. Araştırma konusu meşcerelerin verimliliğinin literatürde verilen benzerlerine göre biraz düşük olduğu gözlenmektedir. Bunun iki nedenden kaynaklandığı sanılmaktadır. Birincisi; denemenin üçüncü yılından itibaren ağaçların köklerine *Aegeria apiformis* böceği arız olmuştur. Bu böceğin büyümeyi ciddi şekilde sekteye uğrattığı bildirilmektedir (Nef - Janssens 1982, bl 4.3.6./1). Diğer nedeni ise, topraktan kaynaklandığı söylenebilir. Zira, denemenin tesis edildiği fidanlık parseli organik madde ve toplam azot bakımından oldukça fakirdir (bak. Tablo1). Bu bakımdan, araştırma sonuçları İzmit iklim koşullarına ve belirtilen toprak özelliklerine (orta bonitet) sahip yerler için geçerlilik gösterebilir.

ÖZET

Dünyada, hızlı gelişen orman ağaçları ile biyokitle üretimine yönelik çalışmalar giderek yaygınlaşmaktadır. Birim alandan alınan ürün miktarını arttırmak için, dikim aralığının daraltılması, yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesinin yanında, daha hızlı gelişen fertlerin bulunmasına yönelik ıslah çalışmaları da sürdürülmektedir. Bu tür çalışmaların amacı, kısa dönem sonunda kantiteye yönelik yüksek verim elde etmektir. Böylece, kaliteli oduna gereksinim duymayan sanayi kollarının (kağıt, kontroplak, lif-yonga, ambalaj vs.) istekleri ile daha çok ısınmaya yönelik enerji ihtiyacı karşılanmaktadır.

"I-214" melez kavağı hızlı gelişen ve ülkemizde geniş alanda kültürü yapılan bir kavak klonudur. Bu nedenle, kitle üretimi araştırması için "I-214" melez kavak klonu seçilmiştir. Araştırmada, değişik çok sık dikim aralık mesafelerde tesis edilen plantasyonlarda odun verimleri (hacim ve ağırlık olarak) ile, bunların enerji eşdeğerleri-nin kestirilmesi ve genel ortalama artımlarının en yüksek olduğu idare sürelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma için 1-0 yaşlı köklü çeliklerle İzmit Orman Fidanlığında, 2 raslantı blokunda 3 dikim aralığı ve 3 blok içi yinelemeli denemeler tesis edilmiştir. Denemelerde kullanılan dikim aralıkları 0.5m x 1.93m, 1.50m x 1.93m, 2.50m x 1.93m'dir. Plantasyonun 3. 5. ve 7. yaşlarında deneme parsellerinde, çap boy ölçmeleri ile gövde analizi, hacim yoğunluk ve kalori değeri için, belirlenen örnek ağaçlarda gerekli ölçme ve örnekleme yapılmıştır.

Denemelerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile plantasyonlarda büyüme, artım ve verim ilişkileri incelenmiş, hacim, kuru madde ve eşdeğer enerji hasılat tabloları düzenlenmiştir. Hacim hasılat tablolarının düzenlenmesinde meşcere yaşı ve dikim aralığı faktörleri gözönünde bulundurulmuştur. Kuru madde ve eşdeğer enerji hasılat tablolarında meşcere ağırlığı ve enerji veriminin belirlenmesinde, orta ağaç hacim ağırlık (yoğunluk) ve kalori değerleri değişkenleri ayrı birer bağımsız faktör olarak kullanılmışlardır.

Hacim hasılat tablolarının düzenlenebilmesi için bazı temel değişkenler belirlenmiştir. Bunlar, meşcere orta çapı, orta boyu, orta ağaç hacmi, kabuk kalınlığı, ağaç sayısıdır.

Meşcere orta çapları (D), her sıklık için ayrı ayrı olmak üzere meşcere yaşını (Y) bağımsız değişken alan " $D=f(Y)$ " fonksiyonu uyarınca belirlenmiştir. Meşcere orta boyu (H), tüm sıklıklar için yaşın (Y) fonksiyonu olarak, " $H=f(Y)$ " eşitliğine göre hesaplanmıştır. Orta ağaç hacminin (V) hesaplanmasında ise, yukarıda belirlenen meşcere orta çapı ve orta boyunu bağımsız değişken alan " $V=f(D,H)$ " fonksiyonundan yararlanılmıştır. Orta ağaç hacmini oluşturan kök, gövde ve dal hacimlerinin belirlenmesinde, bu unsurların hacimlerinin ağaç hacmine oranları esas alınmıştır.

Kabuksuz hacimlerin belirlenebilmesi amacı ile orta ağaç gövde, dal ve kök kabuk kalınlığını veren ayrı fonksiyonlar türetilmiştir.

- Gövde kabuk kalınlığı (K_g), ağacın herhangi bir yükseklikteki kabuksuz yarı çapı (D_h) ile, yüksekliği (H_d) ve yaşını (Y) bağımsız değişken alan " $K_g = f(D_h, H_d, Y)$ ";

- Dal kabuk kalınlığı (K_d), dalda gövdeden herhangi bir uzaklıktaki kabuksuz yarıçap (D) ile, bu uzaklığı (H_d) bağımsız değişken alan " $K_d = f(D, H_d)$ ";

- Kök kabuk kalınlığı da (K_k), kök ucu ve kök boğazındaki kabuksuz yarı çap (D) ile, kök yaşını (Y) bağımsız değişken alan " $K_k = f(D, Y)$ " fonksiyonu ile tayin edilmiştir.

Meşcerelerde, yıllar itibari ile kalan ağaç sayısını hesaplamak için meşcere zayıt oranlarından yararlanılmıştır. 0.50m x 1.93m ve 1.50m x 1.93m dikim aralığı için ayrı ayrı olmak üzere, zayıt oranları (Z) meşcere yaşının bir fonksiyonu olarak " $Z=f(Y)$ " eşitliği ile elde edilmiştir. Kullanılan model uyarınca 2.50m x 1.93m dikim sıklığı için fonksiyonel ilişki bulunamadığından, yıllık deneysel değerler ortalama-ları alınmıştır.

Yukarıda anlatılan fonksiyonel ilişkilerden yararlanılarak değişik sıklıklar için hacim hasılat tabloları düzenlenmiştir (bak. Tablo 20, 21, 22). Bu tablolarda kabuklu kabuksuz ağaç hacimleri ile kabuklu kök, gövde ve dal hacimleri ayrı ayrı verilmiştir.

Kuru madde hasılat tablolarının düzenlenebilmesi için, orta ağaçlara ait kök, gövde, dal odunlarının ve ayrıca kabuklarının yoğunluk (hacim-ağırlık) değerleri belirlenmiştir. Kökte, gövdede ve toplam ağaç hacminde kabuk oranlarını tayin etmek için, göğüs çapını bağımsız değişken olarak alan ***Kabuk Hacim Oranı = f(Çap)***

fonksiyonu geliştirilmiştir. Bu fonksiyonun çözdürülmesi sonucu elde

edilen oranlar, hacim hasılat tablolarında verilen kabuklu kök gövde ve ağaç hacımları ile çarpılıp bulunan değerlerin kabuklu hacımlardan çıkarılması ile bunlara ait kabuksuz hacımlar hesaplanmıştır. Ağaç kabuk hacim oranı ile kabuklu ağaç hacminin çarpımı da, ağaç kabuk hacmini vermektedir. Kabuksuz dal hacmi ise, ***Kabuksuz Dal Hacmi = Kabuksuz Ağaç Hacmi-(Kabuksuz Gövde Hacmi+Kabuksuz Kök Hacmi)*** eşitliği uyarınca bulunmuştur. Belirtilen yöntemler uyarınca bulunan kabuksuz hacımlar sıklıklara göre Tablo 26'da verilmiştir. Kök, gövde ve dal odunu hacim yoğunluk değerleri bunlara ait örneklerin hacim ağırlık değerlerini (R) bağımlı değişken, meşcere yaşını (Y) da bağımsız değişken olarak alan "R=f(Y)" fonksiyonel ilişkisi ile belirlenmiştir. Ağaç kabuğu hacim yoğunluk değerleri ise, örneklenen numüne değerlerinin ortalaması olarak alınmıştır. Anlatılan yöntemler gereği belirlenen hacımlar, hacim ağırlık değerleri ile çarpılarak meşcere orta ağacına ait ağırlıklar; orta ağaç ağırlık değerleri ile meşcerede kalan ağaç sayıları çarpılmak suretiyle de meşcere ağırlıkları hesaplanmıştır (bak. Tablo 31, 32, 33).

Eşdeğer enerji hasılat tablolarını belirlemek amacı ile orta ağaç kök, gövde, dal odunu ve kabuk kalori değerleri belirlenmiştir. Kalori değerleri örneklenen numunelerin kalori değerlerinin ortalaması olarak alınmıştır. Belirlenen kalori değerleri ile ağaç kuru madde ağırlıkları çarpılarak orta ağaç enerji verimleri, bunların meşceredeki ağaç sayıları ile çarpımları ile de, meşcere enerji verimleri bulunmuştur (Tablo 34, 35, 36, 37, 38, 39).

Çalışmada, büyüme ve artım ilişkilerini belirlemek amacı ile; meşcere orta çap, orta boy, hacim, kuru madde ve enerji verimi ile artım gelişimleri incelenmiştir. Meşcere orta çap gelişmesi dikim sıklığından etkilenmektedir. Dar dikim aralıklarından geniş doğru çaplar giderek kalınlaşmaktadır. Çap artımı dar dikim aralığına doğru daha erken yaşlarda yavaşlamaktadır. Dikim sıklığının boy gelişmesine önemli bir etkisi gözlenmediğinden, tüm sıklıklar için boylar aynı alınmıştır. Meşcere hacim gelişimi de sıklıktan etkilenmektedir. Dikim sıklığı daraldıkça hacim hasılası da artmaktadır. En sık dikim hacim eğrisi diğer iki sıklığa nazaran oldukça daha yüksek değerler almaktadır. Kuru madde ve enerji verimi gelişmeleri de hacim gelişmesine paralel olmaktadır. Hacim, kuru madde ve enerji verimi cari artım gelişmeleri de birbirine

paralellik göstermekte ve sıklıktan etkilenmek-

tedir. Cari artımlar ağaçlandırmanın 4. ve 5. yaşlarında maksimum olmaktadır. Genel ortalama artımların (hacım, kuru madde ve enerji verimi için) gelişmeleri de paralellik arz etmekte olup, dikim sıklıklarından etkilenmektedir. Dikim sıklığı daraldıkça ortalama artımlar artmakta, genişledikçe küçülmektedir. Genel ortalama artımlar dar dikim aralığında daha erken yaşlarda, geniş dikim aralığında da daha geç azami olmaktadır. Genel ortalama artım eğrileri ile cari artım eğrilerinin kesişim yerlerine (genel ortalama artımların azami olduğu yer) tekabül eden yaşlar belirlenmiştir. Kesirli olan bu yaşların tam sayıya yuvarlanması ile, en yüksek genel ortalama artımın sağlandığı idare süreleri belirlenmiştir (Tablo 40).

SUMMARY

Biomass wood production from fast growing tree plantations are becoming more wide spread in the world. In order to increase mass production in unit area experiments are conducted to reduce spacings, to innovate silvicultural techniques and to improve genetical gain. This way priority is given to mass volume and energy wood production rather than quality production.

"I-214" poplar clone grows very fast and widely cultivated in Turkey and therefore this clone is selected for this study. Objective of this study has been the estimation of rotation periods of maximum mean annual increment in terms of volume, dry matter content and energy production from plantations with dense spacings. Experimental plantations established in İzmit Poplar Nursery which involved two random plots with tree planting spacings and three block repetitions. The spacings used in the experiment were at 0.50m x 1.93m, 1.50m x 1.93m and 2.50m x 1.93m. Sample trees were measured and sample specimens were taken from the experimental plantations by the end of third, fifth and the seventh ages in order to make stem analyses, to estimate dry matter content and energy equivalent.

Some allometric functions were determined in order to construct yield tables such as: "Stand Mean Dbh(D)=f(Stand Age(Y))", "Stand Height(H)=f(Y)", "Stand Mean Tree Volume(V)=f(D,H)". Bark thicknesses for stem wood, branch wood and for roots were estimated separately as a function of diameter, height and age classes.

Separate function to estimate the rate of survival were determined as a function of age for various plantation spacings.

The functions mentioned above were placed in a computer simulation programme developed for this study to produce variable density yield tables (Tables 20, 21, 22). Inside and outside bark volumes of total tree was given by age classes in these tables, where as the outside volumes for root, stem and branches were given. Mean tree basic density (dry weight/green volume) values were estimated for stem wood, branch wood, root wood and for bark in order to construct dry matter yield tables. The bark volume rates were estimated as a function of tree Dbh separately for root volume, stem volume and

total tree volume. These functions are used to estimate volume and the

dry weights for bark, for woods from stem, roots and total tree (Tables 26, 31, 32, 33). The branch wood volume was obtained by subtracting the sum of stem wood volume and root wood volume from total tree wood volume.

Calorific values of the specimens from stem wood, branch wood, root and from bark were determined in order to construct energy yield tables (Tables 34, 35, 36, 37, 38, 39).

Investigations show that diameter growths is affected by the plantation spacings thus wider spacings produced larger diameters. No significant effect was observed between spacing and height growth. Stand volume is also affected by the spacing thus closer spacings produced greater amount of volume in unit area however wider spacings produced stems with larger diameter. The developments volume, dry matter content and energy production have shown a parallel trend. Current increments for volume, dry matter and energy are culminated at the ages of 4, 4 and 5 for the spacings of 0.50m x 1.93m., 1.50m x 1.93m and 2.50m x 1.93m, respectively. Mean annual increments in terms of wood volume, dry matter content and energy showed parallel trend in development and they were maximized at earlier age classes in closer spacings. Plantations with closer spacings produced greater amount of maximum mean annual increment per unit area and the corresponding age classes are taken as the period of rotation (Table 40).

KAYNAKÇA

- ANDERSON, H. W. - ZSUFFA, L., 1975:** The yield and Wood Quality of Euramerican Poplar Grown in Two-Year Rotation, International Poplar Comission, Fifteenth Session December 1-6, 1975, Rome, 7 p.
- ANDERSON, H. W. - ZSUFFA, L., 1980:** Hybrid Poplar Plantation Biomass - A Potantial Source of Energy in Ontario-Canada, International Poplar Comission, Sixteenth Session, November 4-8, 1980, İzmir-Turkey, 14 p.
- ASSMANN, E., 1970 :** The Principles of Forest Yield Study. Translated by S.Gardines Pergaman Press, Oxford, 506 p.
- BERKEL, A., 1970 :** Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın NO : 1448, O.F.Yayın No: 147, İstanbul, 592 s.
- BİRLER, A.S., 1974:** A Study of the Dry Weight Yield from Corsican Pine, A Thesis submitted to the University of Oxford, Oxford, 213 p.
- BİRLER, A.S., 1986:** "I-214" Melez Kavağı Plantasyonlarında Hasılat Araştırmaları, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İkinci baskı, İzmit, 138 s.
- BİRLER, A. S.- KOÇAR, S. - AVCIOĞLU, E. - DİNER, A. - GÜRSES, K.-GÜLBABA, G. 1995 :** Okaliptüs Ağaçlandırmalarında Hacım ve Kuru Madde Hasılatı, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 171, İzmit, 118 s.
- BOZKURT, A.Y., 1982 :** Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No: 2839, O.F. Yayın No : 296, İstanbul, 220 s.
- BOZKURT, A. Y. - GÖKER, Y., 1987 :** Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No . 3445, O.F.Yayın No: 388, İstanbul, 374 s.
- CHAPMAN, H. H. - MEYER, W. H., 1949 :** Forest Mensuration, Mc Grow-Hill Book Company Inc., New York, 522 p.

- CHRISTERSSON, L. - SENNERBY, L. - ZSUFFA, L., 1993 :** The Role and Significance of Woody Biomass Plantations in Swedish Agriculture, The Forestry Chronicle, Vol.69, No.6, p.687-693.
- ÇÖLAŞAN, E., 1970 :** Türkiye İklim Klavuzu, Meteoroloji İşleri Genel Müd. Ogun Kardeşler Matbaası, Ankara, 618 s.
- De BELL, D. S. - CLENDENEN, G. W. - ZASADA, J. C., 1992 :** Woody Biomass Production of Populus Clones Under Five Short-Rotation Density and Harvest Regimes, USAD Forest Service, Pacific Northwest Research Station Forestry Sciences Laboratory, Olympia-Washington. 12 p.
- ERASLAN, İ., 1971 :** Orman Amenajmanı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1645, O.F.Yayın No: 169, İstanbul, 488 s.
- ERTEN, P. - ÖNAL, S., 1985 :** Ağaç Türlerimiz Odun ve Kabuk Kalori Değerlerinin Saptanmasına İlişkin Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No: 147, Ankara, s. 93-101.
- FIRAT, F., 1971 :** Ormancılık İşletme İktisadı, İ.Ü.Orman Fakültesi, Yayın NO: 1541/156, İstanbul.
- FIRAT, F., 1972 :** Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 166, İstanbul. 191 s.
- FIRAT, F., 1973 :** Dendrometri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No:1800, O.F.Yayın No: 166, İstanbul, 191 s.
- HUSCH, B. - MILLER, I. C. - BEERS, T. W., 1972:** Forest Mensuration, Second Edition, The Ronald Press Company, New York, 410 p.
- KALIPSIZ, A., 1982 :** Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No: 2837, O.F.Yayın No: 294, İstanbul, 588 s.
- KALIPSIZ, A., 1984 :** Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No: 3194, O.F.Yayın No: 354, İstanbul, 407 s.

- MARKOVIC, J. - RONCEVIC, S., 1992** : Influence of Spacing-Plantation Density of *Populus Euramericana* cl. I-214 on Rotation Length, Poplar Research Institute Novi Sad-Yugoslavia, 14 p.
- MITCHELL, C. P. - PEARCE, M. L., 1984** : Energy Forestry Research in Britain, Ecology and Management of Forest Biomass Production Systems, Swedish University of Agricultural Sciences Department of Ecology and Environmental Research, Report 15, Uppsala, p. 543-561.
- NEF, L. - JANSSENS, F. 1982** : Les Insectes Nuisibles ou Peuplier, Centre Pour la Lutte Integreé Contre Les Insectes Forestières, Université Catholique de Louvain, AGRO/EFOR, Louvain - la-Neuve/Belgique.
- ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 1980** : Türkiye Orman Envanteri, Sıra No: 13, Seri No: 630 Ankara, III+127 s.
- SZENDRÖDI, L., 1994** : Growing Space-Age Related Three Dimensional Modeling of Biomass Production of Hybrid Poplar, International Poplar Commission 37 th Executive Committee Meeting, October 3-7, 1994, Sapanca-Turkey. 14 p.
- T.O.K.B., 1987** : Ormancılık Ana Planı Taslağı (1990-2009), Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Ankara. 132 s.
- TUNÇTANER, K. - TULUKÇU, M., 1992** : Biokitle Üretimine Uygun Kavak Klonlarının Seçimi Üzerine Araştırmalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 158, İzmit, 32 s.
- USTA, Z.H., 1985** : *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. "I-214" Melez Kavak Klonunda Dikim Aralıkları Denemeleri, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülteni, No: 21, s. 135-179.
- WEISGERBER, H., 1993** : Poplar Breeding for the Purpose of Biomass Production in Short Rotation Period in Germany, The Forestry Chronicle, Vol.69, No.6 p.727-729.