

Dar dikim aralıklarında kurulan kavak (*Populus x euramericana* ve *Populus deltoides* klonları) ağaçlandırmalarında artım ve büyüme

Increment and growth in poplar plantations established in narrow spacings using the clones of *Populus x euramericana* and *Populus deltoides*

Sacit KOÇER¹
Muhammed KARA¹

¹ Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları
Enstitüsü Müdürlüğü, İzmit

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Sacit KOÇER
sacitkocer@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)
26.07.2022

Kabul Tarihi (Accepted)
02.11.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Neşat ERKAN
nesaterkan@yahoo.com

Atıf (To cite this article): Koçer, S. & Kara, M. (2023). Dar dikim aralıklarında kurulan kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonları) ağaçlandırmalarında artım ve büyüme . Ormanlık Araştırma Dergisi , 10 (1) , 45-60 . DOI: 10.17568/ogmoad.1149021

Öz

Bu çalışmada, levha ve kağıt endüstrisinin talebine uygun odun üretimine yönelik, dar dikim aralıklarındaki kavak ağaçlandırmalarının gelişimleri araştırılmıştır. Bu amaçla, *P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonlarıyla (I-214, I-45/51, SAMSUN (I-77/51), İZMİT (S.307-26) ve 89.M.060) deneme ağaçlandırmaları tesis edilmiştir. Denemelerde 3m x 1,5m (4,5 m²/ağaç), 3m x 2m (6,0 m²), 3m x 3m (9,0 m²), 3m x 4m (12,0 m²) ve 3m x 5m (15,0 m²) olmak üzere, 5 değişik dikim aralığı uygulanmıştır. Tüm kavak klonları için, bonitet tabloları ve çift girişli hacim tabloları düzenlenmiştir. Ayrıca, 3 bonitet sınıfı ve 5 değişik dikim aralığına göre, 3 – 12 yaş kademesi için hasılat tabloları hazırlanmıştır. Dar dikim aralıklarındaki kavak ağaçlandırmalarında çap, boy ve meşcere unsurlarının artım ve büyüme ilişkileri ortaya konulmuştur. Analiz sonuçlarına göre, en uygun klonun 89.M.060 ve dikim aralığının 4,5 m²/ağaç olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kavak klonları, dar dikim aralıkları, ortalama artım, cari artım

Abstract

In this study, the growth of poplar plantations in narrow spacings for wood production in accordance with the demand of the board and paper industry was investigated. For this purpose, trial plantations for *P. x euramericana* and *P. deltoides* clones (I-214, I-45/51, SAMSUN (I-77/51), İZMİT (S.307-26) and 89.M.060) were established. Trials 3m x 1.5m (4.5 m²/tree), 3m x 2m (6.0 m²), 3m x 3m (9.0 m²), 3m x 4m (12.0 m²) and 3m x 5m (15.0 m²) 5 different narrow spacings were applied. Site tables and volume tables by tree diameter and height were prepared for all poplar clones. In addition, yield tables were prepared for 3-12 age groups according to 3 site classes and 5 different spacings. Increment and growth relationships of diameter, height and stand elements in poplar plantations in narrow spacings were revealed. According to the analysis results, it has been determined that the most suitable clone was 89.M.060 and the planting spacing was 4.5 m²/tree.

Keywords: Poplar clones, narrow spacings, mean annual increment (MAI), current annual increment (CAI)



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

20. yüzyılda savaşlar, ülkelerin yüksek oranlı büyümeleri ve hızlı nüfus artışları, dünyadaki enerji ve emtiaya olan talebi olağanüstü düzeyde artırmıştır. Benzer gelişme odun hammaddesi tüketiminde de yaşanmıştır. Geçen yüzyılın ortalarında, odun hammaddesine olan talebin doğal ormanlardan karşılanmasının mümkün olmadığı anlaşılmıştır. Bununla birlikte, doğal ormanlardan nitelikli ve kalın çaplı emval istihsal edildiği için, orman ürünleri endüstrisi de buna göre şekillenmiştir. Odun hammaddesi arzını kısa sürede artırmak için, ince çaplı ve kitlesel odun üretimini amaçlayan endüstriyel ağaçlandırma (*çiftlik ormancılığı, ağaç tarımı* vb.) uygulamaları yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunun sonucunda, orman ürünleri endüstrisi de arz edilen odunun yapısına göre yeniden şekillenmiştir. Örneğin, ince çaplı odun hammaddesinin kullanıldığı kağıt ve kağıt hamuru ile lif levha üretimi olağanüstü boyutlarda artmıştır. Odun üretimindeki yaklaşımların değişmesiyle birlikte, bazı hızlı gelişen Kavak (*Populus sp.*, Söğüt (*Salix sp.*, Okaliptüs (*Eucalyptus sp.*) ve Çam (*Pinus sp.*) türleriyle kurulan endüstriyel ağaçlandırmalar yaygınlaşmaya başlamıştır.

Kavak ağacı uzun yıllardan beri insanoğlunun yaşamında yer almaktadır. Kavak sözcüğünün Latince karşılığı “*Populus*”tur ve kökeni Roma Uygarlığı dönemindeki “*Arbor Populi*”, yani “*Halk Ağacı*” terimine kadar gitmektedir. Anadolu’da da odun üretimi amacıyla yüzyıllardır Karakavak (*Populus nigra* L.) kültürü yapılmaktadır (Birler 2010). Bazı kavak türleri hızlı büyümesi, uzun yıllar dünyada kültürünün yapılması, genetik çalışmalarına uygun olması, değişik ekosistemlere uyum sağlayan türlerinin bulunması, odununun geniş kullanım alanının olması nedenleriyle, endüstriyel ağaçlandırmalarda önemli bir yere sahiptir.

Ülkemizde yabancı kavak kültürü çalışmaları, Sümerbank Selüloz ve Kağıt Sanayii (SEKA) tarafından 1946 yılında başlatılmıştır (Birler 2010). 1947 yılında Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) bünyesinde Uluslararası Kavak Komisyonu (International Poplar Commission – IPC) kurulmuş ve ülkemiz Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) kararıyla 1955 yılında üye olmuş ve Türkiye Milli Kavak Komisyonu (TMKK) kurulmuştur. Sürecin devamında, Kavakçılık Araştırma Enstitüsü 24 Nisan 1962 yılında çalışmalara başlamıştır. 1960’lı yılların başında yıllık 600 bin m³ olan kavak odunu üretimi (FAO, 1968), Enstitüsü’nün katkılarıyla, günümüzde 3,5 – 4 milyon m³ düzeyine ulaşmıştır. Ancak, ülkemizde 1960’lı yılların başından beri endüstriyel ağaçlandırmala-

ra önem verilmesi gerektiği belirtilmesine rağmen, kavakçılık dışındaki alanlarda beklenen gelişme sağlanamamıştır.

Dünyadaki endüstriyel ağaçlandırmaların büyüklüğü toplam orman alanının %9’unu oluşturmasına rağmen, toplam odun üretimi içerisindeki payı %46 düzeyindedir (FAO, 2018). Kavak ağaçlandırmaları, kısa idare sürelerinde, yüksek büyüme gücüne sahip olması, değişik coğrafyalarda farklı türlerde yetiştiriciliğinin yaygın olması gibi nedenlerle, odun hammaddesi üretiminde önemli bir yere sahiptir.

Ülkemizdeki kavakçılık çalışmaları, halen 20. yüzyılın ikinci yarısındaki odun işleyen endüstrinin talep yapısına uygun yürütülmekte, kalın çaplı kavak odunu üretimini amaçlayan ve geniş dikim aralıklarının kullanıldığı üretim sistemi uygulanmaktadır. Bu tür kavak ağaçlandırmalarında istihsal edilen soymalık ve kerestelik tomruktan arta kalan ince çaplı odun kağıt ve levha sanayilerinde değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, ülkemizde, son yıllarda levha sektörünün ince çaplı odun hammaddesi talebi olağanüstü miktarlara ulaşmıştır. Lif levha sektörünün 2018 yılı içerisinde yaklaşık 700 bin ton kavak odunu tükettiği bildirilmektedir (Dedebaş, 2019). Bu nedenle, levha sektörünün talebinin karşılanmasında ve kağıt sektörünün yeniden canlandırılmasında, ince çaplı kavak odunun kitlesel üretimi önem kazanmıştır.

Türkiye’nin 2016 yılında orman ürünleri ithalat tutarı 4,1 milyar ABD doları kadardır. Bu ithalatın, yaklaşık 2,9 milyar doları kağıt ürünleri ve hamuru, 500 milyon doları levha ve 300 milyon doları kontrplak olmak üzere, toplam 3,7 milyar dolar kadardır (FAO, 2018). Bu miktar toplam ithalatın yaklaşık %90’ını oluşturmaktadır ve anılan ürünlerin hammaddeleri endüstriyel ağaçlandırmalardan elde edilebilecek niteliktedir.

Bu çalışmada, ince çaplı kitlesel kavak odunu üretiminin artırılması amacıyla; lif levha ve kağıt endüstrisinin talebine uygun kavak odunu üretim modelinin geliştirilmesi için, görece dar dikim aralıklarında tesis edilen endüstriyel kavak ağaçlandırmalarındaki artım ve büyüme ilişkilerini ortaya koymak hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Kavak türleri *Turanga*, *Leuce*, *Aigeiros*, *Tacamahaca* ve *Leucoides* olmak üzere 5 seksiyona ayrılmaktadır. *Aigeiros* seksiyonundaki kavak türleri ve bunların melezerleri, ekonomik olarak büyük öneme sahip olup ağaçlandırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada kültürü yapılmakta olan ka-

vak türlerinin ve klonlarının %90'ı bu seksiyonda yer almaktadır. Seksiyonu temsil eden kavak türleri Avrupa ve Asya karakavakları (*Populus nigra* L.) ve Amerikan karakavaklarıdır (*Populus deltoides* Bartr.) (Tunçtaner, 2008). Avrupa ve Asya karakavakları ile Amerikan karakavakları arasındaki çaprazlamalardan elde edilen melez kültürleri, "*Populus x euramericana* (Dode) Guinier" olarak adlandırılmaktadır. Çalışmada kullanılan beş adet kavak klonundan, 89.M.060 klonu hariç, dördü ülkemizde ticari olarak tescil edilmiştir. Bu klonlardan I-214 ve I-45/51 klonları *P.x euramericana*, Samsun, İzmit ve 89.M.060 klonları *P. deltoides* melezleridir.

I-214 melez kavağı "dişi" bir klondur. Yüksek uyum yeteneği, hızlı büyümesi ve odunun kullanım alanının yaygın olması nedeniyle, II. Dünya savaşından sonra, birçok ülkede yetiştirilmeye başlanmıştır. I-214 klonu halen kavak ağaçlandırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. I-45/51 melez kavağı "erkek" bir klondur. I-45/51 klonu, I-214 ve SAMSUN klonuna nazaran, olumsuz yetişme ortamı koşullarına karşı daha dirençlidir ve toprak işleme ve sulama olanaklarının kısıtlı olan galeri kavakçılığında kullanılması daha uygundur.

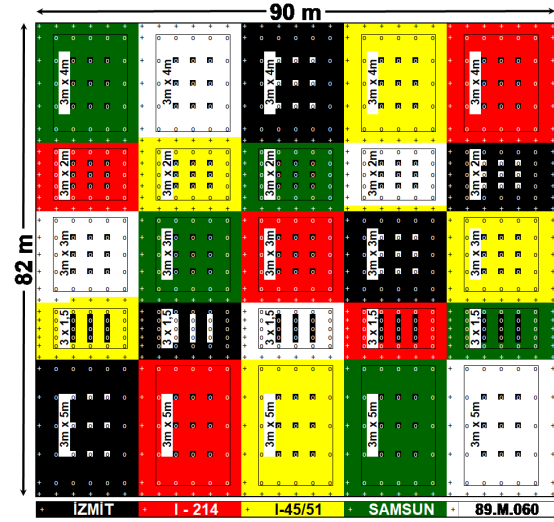
SAMSUN (I-77/51) klonu, *P. deltoides* melezlerinin çaprazlamaları sonucunda elde edilmiş "erkek" bir klondur. Ülkemizde I-214 klonuyla birlikte, kavak ağaçlandırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. İZMİT (S.307-26) klonu "erkek" bir klondur. Kocaeli yöresinde yürütülen çalışmalarda artım ve büyüme özellikleri bakımından başarılı olmuştur. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü'nün bulunduğu yer nedeniyle, İZMİT adıyla 2003 yılında tescili önerilmiş (Tunçtaner, 2003) ve 2004 yılında uluslararası tescili yapılmıştır. Ancak hem kamu hem de özel sektör için, başarılı bir tanıtımı ve fidanlıklara dağıtımını yapılamamış ve bu nedenle ağaçlandırmalarda yaygınlaşmamıştır.

89.M.060 klonu ARGE çalışmaları süren, ancak tescil potansiyeli yüksek klonlardan birisidir. 89.M.060 klonu, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından, 1989 yılında yapılan deltoides melezlerinin çaprazlamaları sonucunda selekte edilen "erkek" bir klondur (Tunçtaner ve ark. 1992). 89.M.060 diğer klonlarla birlikte ağaçlandırma çalışmalarında denenmiş ve başarılı artım ve büyüme göstermiştir (Tunçtaner, 2008).

2.1. Materyal

Kavak ağaçlandırmaları için uygun özelliklere sahip olan İzmit Orman Fidanlığı'nda ve Meriç Ka-

vak Ağaçlandırma Sahası'nda (Edirne) 2'şer adet deneme ağaçlandırmaları kurulmuştur. İzmit'teki denemeler 3m x 1,5m, 3m x 2m, 3m x 3m ve 3m x 4m dikim aralığında kurulmuştur. Meriç Kavak Ağaçlandırma Sahası'ndaki denemelerde 3 m x 5m dikim aralığı da kullanılmıştır. Deneme deseni Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tesis edilen ağaçlandırmalara ait deneme deseni

Figure 1. Design of the experimental plantations

Kavak ağaçlandırmalarının tesisinde fidan veya sırtık çeliği kullanılmaktadır. Gövdede yer alan tomurcukların köklenme yetenekleri olduğu için, gövde çelikleri de ağaçlandırmalarda kullanılabilir. Hem kaliteli odun üretiminin amaçlanmaması ve hem de tesis maliyetlerinin azaltılması için, denemelerde 20 – 25 cm uzunluğunda ve üzerinde en az 3 – 4 tomurcuğun bulunduğu gövde çelikleri kullanılmıştır.

Deneme ağaçlandırmalarında, farklı klon ve değişik dikim aralıklarındaki her bir parselde 9 adet ölçüm ağacı bulunmaktadır. Ölçüm ağaçlarının göğüs çaplarının ortalaması alınarak meşcere orta ağacı belirlenmiştir. Meşcere orta ağacın çapına en yakın 2'şer ağacın örneklenmiş ve gövde analizi yapılmak üzere kesilmiştir. Diskler göğüs yüksekliğinden ve her 1 metredeki seksiyonlara göre alınmıştır. Ölçüm ağaçları içerisinde anormal yapıda ağaçların bulunması durumunda; meşcere orta ağacı, kalan ağaçlar ya da ağacın başına düşen yaşam alanını etkilemeyecek biçimde yalıtım zonundaki ağaçlar ölçümlere dahil edilerek belirlenmiştir.

Her bir klon için belirlenen kabuk faktörlerini kullanarak, gövde analiziyle kabuksuz olarak elde edilen çap verileri, kabuklu hale dönüştürülmüş ve hacim ve hasılat tablolarının düzenlenmesinde kul-

lanılan veriler zenginleştirilmiştir. Deneme ağaçlarının hacimlendirilmesinde Smalian formülü kullanılmış ve hesaplanan seksiyonların hacimleri toplanarak hacimlendirme yapılmıştır (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984; Birler, 1986; Birler ve ark., 1995).

2.2. Yöntem

I-214 melez kavak ağaçlandırmalarında, çap değerlerine ait çan eğrilerinin basıklık ölçülerinin 4,6 – 5,5 arasında ve varyasyon katsayılarının %8,7 – %11,4 arasında olduğu belirlenmiştir (Usta, 1982). Basıklık ölçüsünün üçten büyük olması halinde, dağılımın sivri tepeli olduğu kabul edilmektedir (Kalıpsız, 1988). I-262 melez kavak klonunda yapılan bir çalışmada, çap dağılımının çok az bir değişkenlik gösterdiği, 29 cm orta çapındaki kavak ağaçlandırmasının varyasyon katsayısının %3 olduğu, ağaçların %99'unun çaplarının 26,33 – 31,67 cm arasında olduğu belirlenmiştir (Acar ve Özdal, 1973). Bonitet sınıfı, sıklık, yaş, bakım işlemleri vb. aynı kaldığı takdirde, kavak ağaçlandırmalarında kullanılan dikim materyali, vejetatif yoldan üretildiği ve klonal saflıkta olduğu için, çap dağılımı sivri tepeli çan eğrisi şeklinde olmakta ve varyasyon katsayısı düşük elde edilmektedir.

Ağaç boyu, yetiştirme ortamı koşulları, yaş ve sıklığa göre değişmektedir. Dikimle yetiştirilen meşcerelerde dikim aralığının boy büyümesini önemli ölçüde etkilemediği ifade edilmektedir. Ayrıca Amerikan karakavağı ağaçlandırmalarında dikim sıklığının boy büyümesini etkilemediği Gascon ve Krinard'a (1976) atfen bildirilmiştir (Birler, 1986). Eşit yaşlı saf meşcerelerde, ağaçlar arasındaki boy farkı oransal olarak göğüs çapına nazaran daha az olduğu, ağaç boyunun komşuluk ilişkilerinden etkilenmediği belirtilmektedir (Kalıpsız, 1982). Kavak ağaçlandırmalarında dikim materyali, klonal saflıkta olduğu ve her ağaca yeterli yaşam alanı verildiği için, dikim aralığı ile ağaç boyu arasında önemli bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir (Usta, 1985).

2.2.1. Hacim tablosu düzenleme yöntemi

Ağaç hacim tabloları, kabuklu göğüs çapı ve ağaç tam boyuna göre kurulan istatistik bağıntı yardımıyla oluşturulmaktadır. İstatistik bağıntı grafik çizim veya matematik model yoluyla belirlenebilmektedir (Kalıpsız, 1984). Ağaç hacmini, yalnızca göğüs çapına göre veren tablolara tek girişli veya özel, göğüs çapı ve ağaç boyuna göre veren tablolara çift girişli hacim tabloları denilmektedir (Akalp, 1978). Hacim tabloları grafik analiz, katsayı, istatistik ve hat tabloları olmak üzere, 4 yönetime göre düzenlenmektedir (Birler, 1986).

Bazı hızlı gelişen ağaç türleri olarak; Sahil Çamı

(Birler ve Yüksel, 1983; Özcan 2003), Karakavak (Birler ve ark., 1983), I-214 Melez Kavağı (Birler, 1986), Kızılçam (Yeşil, 1992), *Eucalyptus camaldulensis* (Birler ve ark., 1995), Dişbudak (Yavuz ve Şentürk, 1998), Samsun Kavağı (Koçer ve ark., 2007a) ve I-45/51 Melez Kavağı (Koçer ve ark., 2007b) için düzenlenen hacim tablolarında istatistik yöntem kullanılmıştır.

Gövde hacim tablolarının düzenlenmesi, deneme ağaçlarının hacimlerinin belirlenmesi, kabuk kalınlıklarının hesaplanması ve hacim tablosu modelinin elde edilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Çalışmada dar dikim aralıkları uygulandığı için, ağaç dallarının çapları, levha ve kağıt endüstrisi tarafından kullanılabilir kalınlıkta değildir. Deneme alanı sınırı dışındaki ağaçlar hariç, gövdeden 1 metre uzaklıkta, çapı 5 cm'den kalın olan ve ticari olarak değerlendirilebilecek ağaç dalları elde edilememiştir. Bu nedenle örneklenen ağaçların hacimlerinin belirlenmesinde dal hacimleri dikkate alınmamıştır. Dolayısıyla, hazırlanmış olan gövde hacim tabloları aynı zamanda ağaç hacim tablolarına karşılık gelmektedir.

Gövde analizi yapılan ağaçlarda; ara yıllar için kabuksuz, son yıl için, kabuk kalınlıkları ile kabuklu ve kabuksuz gövde hacimleri belirlenmiştir. Kabuk kalınlığı değerlerinin, kabuklu ve kabuksuz yarıçap ile kesit yüksekliğine göre değiştiği görülmüştür. Gövde analizleriyle belirlenen kesit çapı ve yükseklikleri, serbest değişken olarak alınarak, kabuk kalınlıkları ve kabuklu çaplar belirlenmiştir.

Örneklenen ağaçların hacimleri, aşağıda verilen Smalian Formülü (Fırat, 1973) uyarınca seksiyonlama yöntemine göre belirlenmiştir.

$$V = l \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1} \right) + v'$$

V : Gövde hacmi g_i : Kesit yüzeyi

l : Seksiyon uzunluğu v' : Uç Hacmi

Kavak odunu kabuklu olarak ticarete konu olduğu için, hacimlendirme kabuklu çaplara göre yapılmış ve dolayısıyla kabuklu hacim tabloları düzenlenmiştir. Klonlara ait kabuklu gövde hacmi (V), kabuklu göğüs çapı (d) ve ağaç tam boyuna (h) göre regresyon analizleri yapılarak belirlenmiştir. İstatistik parametrelere göre, deneysel değerlere uygun ve ekstrem değerlere yatkın olan model seçilmiştir.

Dar dikim aralıkları kullanılan kavak ağaçlandırmalarında, sadece ince çaplı yongalık ve kağıtlık odun elde edilebilmektedir. Soymalık ve kerestelik tomruk ve benzeri kalın çaplı emval üretilememektedir. Bu nedenle, ürün çeşitleri hacim tablosu

düzenlenmediği için, yongalık odun oranlarının belirlenmesinde, önceki çalışmalarda elde edilen modeller kullanılmıştır. I-214 kavak klonu için Birler (1986), I-45/51 klonu için Koçer ve ark., (2007b) ve *Populus deltoides* klonları olan SAM-SUN, İZMİT ve 89.M.060 klonları için ise, SAM-SUN klonuna ilişkin Koçer ve ark., (2007a) tarafından düzenlenen ürün çeşitleri hacim tabloları ve denklemleri kullanılmıştır.

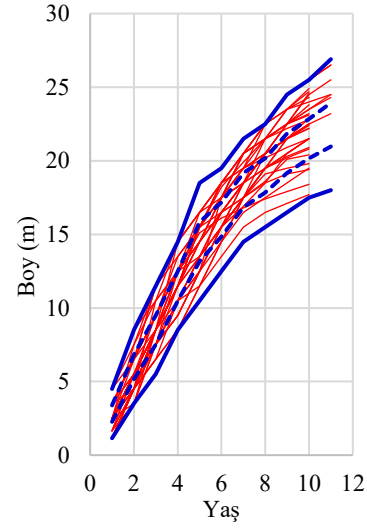
2.2.2. Bonitet tablosu düzenleme yöntemi

Bonitet tabloları, meşcere üst boyu ile yaş arasındaki bağıntıya dayanarak ve standart bir yaştaki üst boyu bonitet göstergesi olarak alan yöntemler, anamorfik ve polimorfik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Anamorfik yöntemde, üst boy ve yaş verilerine göre bir kılavuz eğrisi elde edilmekte ve bu eğriye dayanarak bonitet eğrileri türetilmektedir (Özcan, 2003). Polimorfik yöntemde, deneme alanlarından veya gövde analizlerinden elde edilen yaş ve boy verilerine dayanarak oluşturulan her bonitet grubu için, ana bonitet eğrisi elde edilmekte ve bonitet eğrileri buna göre türetilmektedir (Birler, 1986). Bu çalışmada gövde analizlerinden elde edilen veriler kullanılarak, bonitet eğrileri polimorfik yöntem uyarınca belirlenmiş ve bonitet tabloları düzenlenmiştir.

Normal sıklıkta ve eşit yaşlı saf meşcerelerde, hakim ağaçlara ait üst boy, komşuluk ilişkilerinden etkilenmediği için, bonitetin göstergesi olarak kullanılmaktadır (Kalıpsız, 1982; Birler, 1986; Birler ve ark., 1995). Kavak ağaçlandırmalarında, dikim materyalinin klonal safılıkta ve her ağacın idare süresi boyunca yeterli yaşam alanına sahip olması nedeniyle, galip ve mağlup ağaçlar şeklinde ayrım oluşmamaktadır. Bu nedenle endüstriyel kavak ağaçlandırmalarında üst boy söz konusu olmadığı için, orta boy meşcere boyunu temsil edecek nitelikte bulunmaktadır (Birler, 1986). Bu çalışmada, her bir kavak klonu için bonitet tablosunun düzenlenmesi amacıyla, deneme ağaçlandırmalarından örneklenen ağaçlara ait boy değerleri bağımlı değişken, boy değerinin alındığı yaşı serbest değişken kabul eden modeller oluşturulmuştur.

Her yaş kademesi için, boylara göre en üst ve en alt sınırlar belirlenmiş ve en iyi bonitete ait üst sınır ile en kötü bonitete ait alt sınırlar Baur Yöntemine göre elde edilmiştir. Veriler 3 bonitet sınıfı için gruplandırılmış ve polimorfik yöntemde göre ana bonitet sınıfı eğrileri belirlenmiştir. İstatistik analizlerde I-214, I-45/51, SAMSUN, İZMİT ve 89.M.060 klonları için, sırasıyla 258, 348, 366, 367 ve 368 adet ağaca ait yaş – boy verileri kullanılmıştır. Klonlara göre elde edilen yaş boy ilişkileri ve Baur Yöntemine göre belirlenen bonitet sınıfları,

89.M.060 klonu için Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. 89.M.060 klonu için ağaçların yaş boy ilişkileri ve Baur yöntemine göre oluşturulan bonitet sınıfları
Figure 2. The height-age curves of the sample mean trees and equi-distant bands of height quality classes separated according to Baur’s method for 89.M.060 clone.

2.2.3. Hasılat tablosu düzenleme yöntemi

Hasılat tabloları, eşit yaşlı meşcerelerin birim alandaki hacimlerinin, artımlarının ve diğer meşcere özelliklerinin ağaç türü, bonitet sınıfı, yaş sınıfı ve meşcere sıklığına göre tablo halinde gösterilmesidir. Hasılat tabloları, kolay ölçülebilen çap, boy, dikim aralığı ve yaş değişkenlerine göre, meşcerelerin özelliklerini göstermektedir. Hasılat tabloları kullanılan bağımlı değişkenlere göre, normal, ampirik ve değişken sıklık hasılat tabloları olarak gruplandırılmaktadır. Normal hasılat tabloları, normal sıklıktaki meşcereler için düzenlenmektedir. Ampirik hasılat tablolarında normal sıklık yerine, yöresel ortalama sıklık değişken olarak alınmaktadır. Değişken sıklık hasılat tablolarında ise, meşcere sıklığı ayrı bir bağımsız değişken olarak alınmaktadır (Kalıpsız, 1982; Birler, 1986).

I-214 Melez Kavağı (Birler, 1986), Kızılçam (Usta, 1990; Yeşil, 1992) ve Okaliptüs (Birler ve ark., 1995) için hazırlanmış tablolar, değişken sıklık hasılat tablolarıdır.

Bu çalışmada meşcere sıklığı bağımsız değişken olarak alınmıştır. Dolayısıyla, her klon için bonitet sınıfı, yaş kademesi ve meşcere sıklığına göre, değişken sıklık hasılat tabloları düzenlenmiştir. Meşcere hacimleri, meşcere orta ağacı göğüs çapı ve boyuna göre elde edilen orta ağaç hacmi ile birim alandaki ağaç sayısı çarpılarak belirlenmiştir. Ge-

nel ortalama ve yıllık cari artımlar, meşcere hacmi ve yaş kademeleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Klonlara göre gövde hacim tablolarının düzenlenmesi

3.1.1. Deneme ağaçlarının hacimlerinin belirlenmesi

Gövde analizleriyle elde edilen ara yıllara ait kabuksuz kesit çapları, belirlenen kabuk kalınlığı modeli uyarınca, kesit çapı ve yüksekliğine göre, kabuklu kesit çapları hesaplanmıştır. Yine Smalian formülü kullanılarak hesaplanan seksiyonların hacimleri toplanarak, ara yıllara ait kabuklu gövde hacim değerleri elde edilmiştir. I-214, I-45/51, SAMSUN, İZMİT ve 89.M.060 klonları için, sırasıyla 252, 340, 363, 365 ve 360 adet hacim tablosu verisi elde edilmiştir.

3.1.2. Kabuk kalınlığı

Örneklenen ağaçların seksiyonlarının son yıla ait ölçümlerinde, seksiyon yüksekliği, kabuklu ve kabuksuz çapları elde edilmektedir. Kabuk kalınlığı gelişimini belirlemek amacıyla çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Tek kabuk kalınlığının (TKK) bağımlı değişken, kabuksuz yarıçapın (r_k) ve kesit yüksekliğinin (h_k) serbest değişken olarak kabul edildiği model uyarınca ($TKK = f(r_k, h_k)$), çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. 89.M.060 klonu için seçilen, kabuk kalınlığına ilişkin regresyon modeli katsayıları ve istatistik parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 89.M.060 klonu için kabuk kalınlığı regresyon katsayıları ve bazı istatistikler
Table 1. Coefficients and some statistics of the regression equation stem bark thickness for 89.M.060 clone

Regresyon Katsayıları	t Değeri	Bağımsız Değişkenler
a + 0,541154	+30,995	Sabite
b + 0,000263	+15,269***	r^3
c - 0,113132	- 19,274***	ln (h)
$R^2 = 0,745$	F = 1258,7***	n = 864
TKK = a + br ³ - c ln(h)		
*: p = 0,05 **: p = 0,01 ***: p = 0,001		

3.1.3. Gövde hacim tablosu

Kabuklu gövde hacmi $V = f(d,h)$ fonksiyonuna göre belirlenmiştir. Literatürde önerilen gövde hacim modelleri yanında, türetilen değişkenlere göre oluşturulan fonksiyonlar da denenmiştir. 89.M.060

klonu için seçilen modelin regresyon katsayıları ve bazı istatistik parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. 89.M.060 klonu için kabuklu gövde hacmi regresyon katsayıları ve bazı istatistikler
Table 2. Coefficients and some statistics of the regression equation of the stem volume outside bark for 89.M.060 clone

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans
Regresyon	2	844,555	422,277
Hata	357	3,788	0,010 611 174
Toplam	359	848,343	
Regresyon Katsayıları		t Değeri	Bağımsız Değişkenler
a_0	- 2,941015	- 85,490	Sabite
a_1	+ 1,838300	+ 72,181***	ln (d)
a_2	+ 0,992347	+ 31,733***	ln ((h ² /(h-1,3)))
F = 39795,528***		$R^2 = 0,996$	n = 360
Gövde Hacmi (V) = - a_0 + a_1 ln (d) + a_2 ln ((h ² /(h-1,3)))			
*: p = 0,05 **: p = 0,01 ***: p = 0,001			

Kavak klonlarına ait gövde hacim modellerinde, regresyon varyanslarının hata varyanslarına oranı (F Oranı) çok büyüktür ve 0,001 düzeyinde önemlidir. Modellerin hepsinde R^2 değerleri 0,99'dan büyük olup, regresyon eşitlikleri varyansların neredeyse tamamını üstlenmekte ve gövde hacmindeki değişikliklerin en az %99'u çap ve boya göre hesaplanan hacmin logaritmalarıyla açıklanabilmektedir. Geriye kalan %1'den az olan bölüm, çap ve boy dışında kalan ve modelde yer almayan nedenlerden kaynaklanmaktadır. Kavak klonları için seçilen tüm modeller, kabuklu gövde hacminin doğal logaritmasını vermektedir. Hesaplanan değerlerin antilogaritması alınarak, ağaçların kabuklu gövde hacim değerleri dm^3 cinsinden elde edilmektedir.

Kavak klonlarının gövde hacim eşitliklerinin hesaplanmasında değişkenlerin logaritmik değerleri kullanıldığı için, logaritmik değerlerin gerçek sayılara dönüştürülmesinde, sistematik bir hata oluşmaktadır. Regresyon eşitliğinin çözülmesiyle hesaplanan değerler, düzeltme faktörüyle çarpılarak sistematik hata giderilmektedir. Düzeltme faktörü, logaritmik değerlere göre hesaplanan tahminin varyansına bağlı olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır (Akalp, 1978; Birlir, 1986; Özcan, 2003).

$$f = 2,7182818^{1,1513*s^2}$$

f = düzeltme faktörü s^2 = tahminin varyansı

Tüm kavak klonlarına ait regresyon eşitliklerinin varyanslarına göre, düzeltme faktörleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. 89.M.060 klonu için düzeltme faktörü aşağıda verilmiştir.

89.M.060 klonu için düzeltme faktörü:

$$f=2,7182818^{1,1513} * 0,010611174 = 1,012 292$$

Tablo 2’de verilen regresyon katsayıları ve düzeltme faktörü kullanılarak, 89.M.060 klonu gövde hacim tablosu düzenlenmiş ve Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. 89.M.060 klonu için kabuklu gövde hacim tablosu (dm³)
Table 3. Volume table for 89.M.060 clone (dm³)

Çap (cm)	Ağaç Tam Boyu (m)																													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
4	5	5	6	6	7	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	10	11	12	14	15	16	18	19	20	22	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
7	13	14	16	18	20	22	23	25	27	29	31	33	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
8	16	18	21	23	25	28	30	32	35	37	39	42	44	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	20	23	26	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	25	28	31	35	38	42	45	49	52	56	59	63	66	70	73	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11	-	33	37	41	45	50	54	58	62	66	71	75	79	83	87	92	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12	-	-	44	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
13	-	-	50	56	62	67	73	79	84	90	96	102	107	113	119	125	130	136	142	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
14	-	-	64	71	77	84	90	97	103	110	117	123	130	136	143	149	156	163	169	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
15	-	-	73	80	88	95	102	110	117	125	132	140	147	155	162	170	177	185	192	200	-	-	-	-	-	-	-	-		
16	-	-	-	90	99	107	115	124	132	141	149	157	166	174	183	191	200	208	216	225	233	-	-	-	-	-	-	-		
17	-	-	-	-	101	110	120	129	138	148	157	166	176	185	195	204	214	223	232	242	251	261	270	-	-	-	-	-		
18	-	-	-	-	-	122	133	143	154	164	174	185	195	206	216	227	237	248	258	269	279	290	300	311	-	-	-	-		
19	-	-	-	-	-	-	147	158	170	181	193	204	216	227	239	251	262	274	285	297	308	320	331	343	355	-	-	-		
20	-	-	-	-	-	-	161	174	186	199	212	224	237	250	263	275	288	301	313	326	339	352	364	377	390	402	-	-		
21	-	-	-	-	-	-	-	190	204	218	232	246	259	273	287	301	315	329	343	357	371	385	398	412	426	440	-	-		
22	-	-	-	-	-	-	-	207	222	237	252	267	283	298	313	328	343	358	373	389	404	419	434	449	464	479	-	-		
23	-	-	-	-	-	-	-	225	241	257	274	290	307	323	339	356	372	389	405	422	438	455	471	487	504	520	-	-		
24	-	-	-	-	-	-	-	-	261	278	296	314	332	349	367	385	403	420	438	456	474	492	509	527	545	563	-	-		
25	-	-	-	-	-	-	-	-	281	300	319	338	357	377	396	415	434	453	472	491	511	530	549	568	587	606	-	-		
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	323	343	364	384	405	425	446	466	487	508	528	549	569	590	611	631	652	-	-		
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	346	368	390	412	434	456	478	500	522	544	566	588	610	632	654	677	699	-	-		
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	393	417	440	464	487	511	535	558	582	605	629	653	676	700	723	747	-	-		
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	419	444	470	495	520	545	570	595	621	646	671	696	721	746	772	797	-	-		
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	446	473	500	527	553	580	607	634	660	687	714	741	768	794	821	848	-	-		

ürün çeşitleri hacim tablolarından ve regresyon eşitliklerinden yararlanılmıştır. I-214, I-45/51 ve SAMSUN klonları için kabuklu göğüs çapına göre yongalık odun oranları, 5 – 25 cm kabuklu göğüs çapı aralığı için Tablo 4’te verilmiştir.

3.2. Klonlara göre bonitet sınıflarının oluşturulması

3.2.1. Ana bonitet sınıfları

Yetiştirme ortamı verimlilik derecesinin göstergesi olan bonitet sınıflarını, klonlara göre oluşturmak amacıyla, polimorfik yöntem uyarınca, ağaçların yaşa göre boy gelişimleri üç sınıfa ayrılmıştır. Her sınıf için elde edilen 3 ana bonitet eğrisini kullanarak bonitet tabloları düzenlenmiştir. Üç bonitet sınıfı için ayrı olmak üzere, ağaç boyu (h) bağlı değişken, ağaç yaşı (y) serbest değişken kabul edilerek, $h=f(y)$ modeli uyarınca bir dizi çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Beş değişik kavak klonu için, üç bonitet sınıfına ait en uygun regresyon eşitliği, istatistik parametrelere ve deneysel değerlere uygunluğuna göre seçilmiştir. 89.M.060 klonu için, ana bonitet sınıfı

3.1.4. Yongalık odun oranı ve miktarları

Bu çalışmada ürün çeşitleri hacim tablosu düzenlenmemiştir. Ürün çeşitlerinin miktar ve oranlarının belirlenmesinde, 2.2.1. Bölümde açıklandığı üzere, bazı kavak klonları için düzenlenmiş olan

eğrilerine ait regresyon eşitlikleri ve bazı istatistik parametreleri Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 4. Klonlar için göğüs çapına göre yongalık odun oranları

Table 4. The proportions of chip wood that can be obtained from poplar clone trees of various dbh.

Çap (cm)	Yongalık Odun Oranı (%)		
	I-214	I-45/51	SAMSUN
5	16,3	47,4	37,2
6	50,2	63,3	62,1
7	67,7	74,3	75,1
8	76,6	81,8	82,7
9	81,6	86,9	87,4
10	84,8	90,3	90,5
11	87,1	92,7	92,6
12	88,8	94,3	94,0
13	90,3	95,4	95,1
14	91,5	96,2	95,8
15	92,5	96,7	96,4
16	93,3	97,1	96,8
17	94,0	97,3	97,0
18	94,6	97,4	97,3
19	95,1	97,5	97,4
20	95,5	97,5	97,5
21	95,9	97,5	97,6
22	96,2	97,5	97,6
23	96,4	97,5	97,6
24	96,6	97,5	97,6
25	96,8	97,5	97,6

3.2.2. Bonitet tabloları

Normal sıklıktaki eşit yaşlı saf meşcerelerde bonitet sınıfları oluşturulurken, yaş faktörünü sabit tutmak için standart yaştaki üst boy esas alınmaktadır.

ve bu boya bonitet endeksi denilmektedir (Kalıpsız 1982). Bu çalışmada dar dikim aralıkları uygulandığı için, genel ortalama artımın 6 – 10 yaş arasında en yüksek düzeye ulaşacağı öngörülerek, standart yaş 8. yıl olarak alınmıştır.

Tablo 5. 89.M.060 klonu için ana bonitet sınıfı eğrilerine ait regresyon katsayıları ve bazı istatistikler
Table 5. Coefficients and some statistics of the regression equation for the three basic site quality curves for 89.M.060 clone

I. Bonitet				II. Bonitet			
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans
Regresyon	1	192,728	192,728	Regresyon	1	284,135	284,135
Hata	117	3,531	0,030179	Hata	168	3,877	0,023078
Toplam	118	196,259		Toplam	169	288,012	
Regresyon Katsayıları		t Değeri	Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları		t Değeri	Bağımsız Değişkenler
a_0	0,532004	17,882	Sabite	a_0	0,650673	36,966	Sabite
a_1	0,036761	79,914***	y^2	a_1	0,040428	110,958***	y^2
F = 6386,22***		R ² = 0,982	n = 119	F = 12311,73***		R ² = 0,987	n = 170
$h = y^2 / (a_0 + a_1 y^2)$				$h = y^2 / (a_0 + a_1 y^2)$			
III. Bonitet				*: p = 0,05 **: p = 0,01 ***: p = 0,001			
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	Düzeltilme Katsayıları:			
Regresyon	1	160,118	160,118				
Hata	77	2,673	0,034718	I. Bonitet	: 0,9916144		
Toplam	78	162,791		II. Bonitet	: 0,9865884		
Regresyon Katsayıları		t Değeri	Bağımsız Değişkenler	III. Bonitet	: 1,0077326		
a_0	0,835069	29,721	Sabite				
a_1	0,046230	67,912***	y^2				
F = 4612,00***		R ² = 0,984	n = 79				
$h = y^2 / (a_0 + a_1 y^2)$							

Her bir klon için, seçilen regresyon eşitliklerini kullanarak, bonitet sınıflarına ait standart yaştaki, yani ağaçlandırmanın 8. yılındaki boylar elde edilmiş ve bonitet sınıfları arasındaki boy farkları hesaplanmıştır. Klonlara göre ana bonitet eğrileri arasındaki boy farkları standart yaşta değişim olmaktadır. Bonitet sınıfları arasındaki boy farkları I-214, I-45/51, SAMSUN, İZMİT ve 89.M.060 klonları için, sırasıyla 2,33 m, 2,45 m, 2,65 m, 2,54 m ve 2,66 m olmak üzere, ortalama yaklaşık 2,5 m olarak hesaplanmıştır. Bonitet endekslerini eşit aralıklar ile (2,5 m) oluşturmak amacıyla, regresyon eşitliği ile belirlenen ana bonitet eğrileri, standart yaştaki boy değerlerine kaydırılmıştır. Daha sonra, ana bonitet sınıfı eğrilerini bonitet endeks değerlerinden geçmelerini sağlamak için, orantı yolu ile her bir kavak klonu için düzeltme katsayıları hesaplanmıştır (Birler, 1986, Birler ve ark. 1995). 89.M.060 klonuna ait düzeltme katsayıları yine Tablo 5'te verilmiştir.

Her bir kavak klonu için, bonitet sınıflarına göre hesaplanmış düzeltme katsayıları kullanılarak, ana bonitet eğrilerininin yaşa göre boy değerleri düzeltil-

miştir. Düzeltilmiş değerlere göre her kavak klonu için bonitet sınıflarına ait eğriler belirlenmiştir. 89.M.060 klonu için elde edilen bonitet eğrileri Şekil 3'te ve bonitet tablosu Tablo 6'da verilmiştir.

İnsan etkisi ile oluşan yetişme ortamı bonitetine aktüel bonitet denilmektedir (Eraslan 1982). Kavak ağaçlandırmalarında bakım ve kültürel işlemlerin uygulama düzeyi, yetişme ortamı verimliliğini etkilemektedir. Dolayısıyla düzenlenmiş olan bonitet tabloları, aktüel yetişme ortamı bonitetini göstermektedir.

3.3. Klon ve sıklıklara göre hasılat tablolarının düzenlenmesi

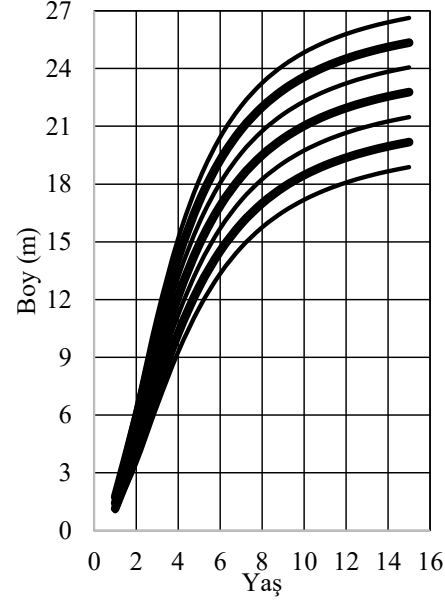
Hasılat tabloları, I-214, I-45/51, SAMSUN, İZMİT ve 89.M.060 klonları için, 3 bonitet sınıfı ve 5 değişik dikim aralığına göre 3 – 12 yaş kademesi için düzenlenmiştir. Hasılat tabloları 3m x 1,5m (4,5 m²/ağ), 3m x 2m (6,0 m²/ağ), 3m x 3m (9,0 m²/ağ), 3m x 4m (12,0 m²/ağ) ve 3m x 5m (15,00 m²/ağ) dikim aralıkları için elde edilmiştir. 5 farklı kavak klonu, 3 bonitet sınıfı ve 5 değişik dikim aralığına

göre toplam 75 adet hasılat tablosu düzenlenmiştir. Hasılat tablolarında, Tablo 4'teki klon ve göğüs çapına göre değişen yongalık odun oranlarıyla meşcere hacmi ile çarpılarak yongalık odun miktarları

Tablo 6. 89.M.060 klonu için bonitet tablosu
Table 6. Site index table for 89.M.060 clone

Yaş	Bonitet Endeksleri (m)						
	23,25	22,00	20,75	19,50	18,25	17,00	15,75
	Bonitet Sınıfları						
	I		II		III		
1	1,90	1,74	1,59	1,43	1,29	1,14	1,00
2	6,33	5,84	5,35	4,86	4,40	3,95	3,50
3	11,14	10,34	9,55	8,75	8,00	7,25	6,50
4	15,16	14,16	13,16	12,17	11,20	10,24	9,28
5	18,20	17,08	15,97	14,85	13,75	12,65	11,56
6	20,43	19,24	18,05	16,86	15,69	14,52	13,34
7	22,05	20,82	19,60	18,37	17,15	15,93	14,71
8	23,25	22,00	20,75	19,50	18,25	17,00	15,75
9	24,15	22,89	21,62	20,36	19,09	17,82	16,56
10	24,84	23,56	22,29	21,02	19,74	18,46	17,18
11	25,37	24,09	22,82	21,54	20,25	18,97	17,68
12	25,79	24,51	23,23	21,95	20,66	19,37	18,08
13	26,13	24,85	23,56	22,28	20,99	19,69	18,40
14	26,40	25,12	23,84	22,55	21,26	19,96	18,66
15	26,63	25,34	24,06	22,77	21,48	20,18	18,88

hesaplanmıştır. 89.M.060 klonu, 1. bonitet sınıfı ve 4,5 m²/ağaç (2222 ağaç/ha) için elde edilen hasılat tablosu Tablo 7'de verilmiştir.



Şekil 3. 89.M.060 klonu için bonitet sınıfları
Figure 3. The site quality curves for 89.M.060 clone

Tablo 7. 89.M.060 klonu için hasılat tablosu (Bonitet Sınıfı:1 - Dikim Sıklığı: 4,5 m²/ağaç)
Table 7. Yield table for 89.M.060 clone (Site Class: 1 - Spacings: 4,5 m²/tree)

Yaş	Orta Ağaç				Meşcere				Yaş
	Göğüs Çapı (cm)	Ağaç Boyu (m)	Ağaç Hacmi (dm ³)	Göğüs Yüzeği (m ² /ha)	Ağaç Hacmi (m ³ /ha)	Yon. Od. Hacmi (m ³ /ha)	Ortalama Artım (m ³ /ha/yıl)	Cari Artım	
3	9,5	10,3	39,3	15,91	87,276	77,872	29,092	61,996	3
4	12,1	14,2	80,0	25,60	177,809	167,450	44,452	90,533	4
5	14,0	17,1	124,0	34,30	275,473	264,007	55,095	97,664	5
6	15,4	19,2	165,1	41,60	366,791	354,163	61,132	91,318	6
7	16,5	20,8	201,1	47,64	446,919	433,171	63,846	80,128	7
8	17,4	22,0	232,0	52,65	515,532	500,756	64,441	68,613	8
9	18,0	22,9	258,3	56,85	573,974	558,275	63,775	58,442	9
10	18,6	23,6	280,8	60,44	623,946	607,425	62,395	49,972	10
11	19,1	24,1	300,2	63,54	667,020	649,767	60,638	43,074	11
12	19,5	24,5	317,1	66,26	704,509	686,600	58,709	37,488	12

3.4. Klonlara göre artım ve büyüme ilişkileri

3.4.1. Meşcere orta çap gelişimleri

Meşcere orta ağacı göğüs çapı ($d_{1,3}$) ağaç boyu (h), ağaç yaşı (y) ve bir ağaca düşen yaşam alanına (s) göre değişmektedir. Klonlara göre meşcere orta ağacı göğüs çapını belirlemek amacıyla, $d = f(h, y, s)$ modeli uyarınca regresyon analizleri yapılmıştır. 89.M.060 klonu için seçilen regresyon eşitliğine ait bazı istatistik parametreler Tablo 8'de verilmiştir. Seçilen regresyon eşitlikleri çözdürülerek, meşcere

re orta çapları belirlenmiş ve hasılat tablolarında gösterilmiştir. Hasılat tablolarından alınan meşcere orta çapı gelişimleri, 89.M.060 klonu için, bonitet sınıfı, dikim aralığı ve yaşa göre Şekil 4'te gösterilmiştir.

Meşcere orta çap gelişimi ile dikim aralığı arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmakta, ağaç başına düşen yaşam alanı genişledikçe, meşcere orta çap değerleri de büyümektedir. Bunun yanında, dikim aralıklarına göre meşcere orta çapları arasındaki farklar bonitet sınıfı iyileştikçe artmaktadır. Şe-

kil 4'te görüldüğü üzere, en dar ve en geniş dikim aralıkları arasındaki çap farkları I. bonitette daha fazla iken III. bonitette daha az olmaktadır.

Tablo 8. 89.M.060 klonu için meşcere orta ağacı göğüs çapı regresyon eşitlikleri ve istatistik parametreleri
Table 8. Coefficients and some statistics of the regression equation for estimating stand mean diameter for 89.M.060 clone

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans
Regresyon	4	12823,735	3205,934
Hata	363	863,318	2,378287
Toplam	367	13687,053	

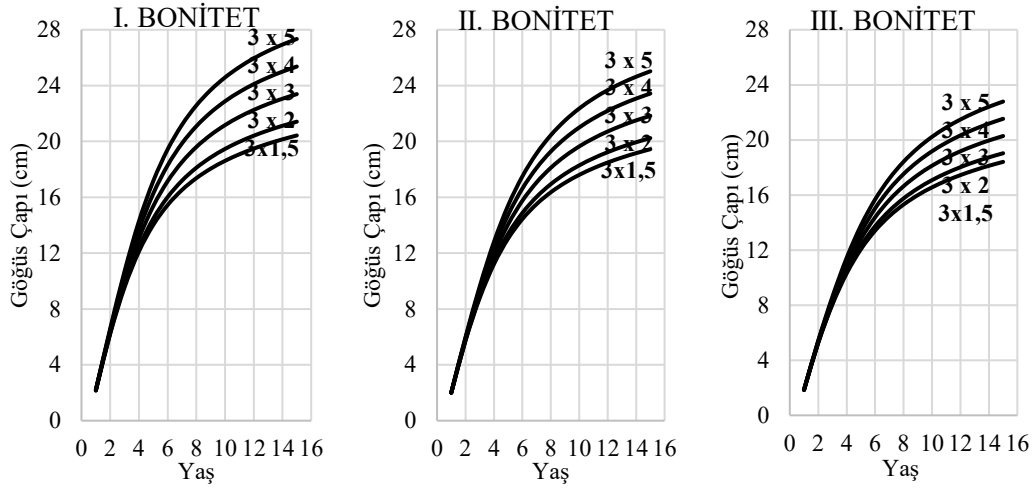
Regresyon Katsayıları	t Değeri	Bağımsız Değişkenler
a_0	+ 3,827	Sabite
a_1	+ 5,305***	h
a_2	- 3,163**	h^2
a_3	+ 5,643***	$\ln(y)$
a_4	+ 13,300***	h^2s
F = 1348,001***	$R^2 = 0,937$	n = 368
$\text{Çap (n)} = a_0 + a_1 h - a_2 h^2 + a_3 \ln(y) + a_4 h^2s$		

3.4.2. Meşcere boy gelişimi

Meşcere boyu dikim aralığından etkilenmediği için sadece bonitet sınıfı ve yaşa göre farklılık göstermekte ve meşcerede üst boy – orta boy farklılaşması olmamaktadır. Dolayısıyla elde edilen bonitet eğrileri, meşcereyi orta boy yönünden temsil etmektedir. Bu nedenle, ana bonitet eğrilerinin kestirilmesinde kullanılan regresyon eşitliklerini kullanarak; meşcere orta boyları, her bir klon için ayrı ayrı olmak üzere, yaş ve bonitet sınıflarına göre belirlenmiştir.

3.4.3. Meşcere hacim gelişimi

Ağaç veya meşcere hacimleri, gövde odunu ile dal odunu hacimlerinin toplamından oluşmaktadır. Bu çalışmada, görece dar dikim aralıklarında tesis edildiğinden, dal odunları ticari olarak değerlendirilebilecek kalınlıkta olmadığı için ıskarta odun niteliğindedir. Bu nedenle, meşcere hacminin hesaplanmasında sadece gövde hacimleri dikkate alınmıştır.



Şekil 4. 89.M.060 klonu için bonitet, yaş ve sıklığa göre meşcere orta çapı gelişimi
Figure 4. Stand mean diameter growth curves according to spacings, age and site classes for the 89.M.060 clone.

Meşcere hacimleri klon, bonitet sınıfı, dikim aralığı ve yaşa göre değişmektedir. Her bir yaştaki çap ve boy değerlerine göre, klonlara göre ayrı ayrı belirlenen regresyon eşitlikleri yardımıyla meşcere orta ağacı hacimleri belirlenmiştir. Meşcere orta ağacı hacmi ile birim alandaki ağaç sayıları çarpılarak, meşcere hacimleri hesaplanmış ve hasılat tablolarında verilmiştir.

89.M.060 klonu için, hasılat tablolarından alınan 8. yaşa ait meşcere hacmi değerleri, bonitet sınıfı ve dikim aralığına göre, Tablo 9 ve Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5'te görüldüğü üzere, dikim aralığı arttıkça, meşcere orta çapı azalmasına rağmen

meşcere hacmi giderek artmaktadır. Dikim aralıklarına göre meşcere hacimleri arasındaki farklar, bonitet sınıfı iyileştikçe de artmaktadır.

Dikim aralıkları aynı olmakla birlikte, bonitet sınıfı iyileştikçe, meşcere orta çapı kalınlaştığı ve ağaç boyu arttığı için, meşcere hacmi de artmaktadır. Aynı bonitet sınıfında, dikim aralığı daraldıkça, meşcere orta çapı azalmasına rağmen ağaç sayısı arttığı için, meşcere hacimleri giderek artmaktadır.

3.4.4. Meşcere hacim artımları gelişimi

5 kavak klonu, 3 bonitet sınıfı ve 5 değişik dikim

aralıkları için düzenlenmiş olan hasılat tablolarında, meşcere hacimlerine göre yıllık cari artım ve genel ortalama artım miktarları yer almaktadır. I-214, I-45/51, SAMSUN, İZMİT ve 89.M.060 klonlarına göre, yıllık cari artımın ve genel ortalama artımın en yüksek düzeye ulaştığı yıllar ve miktarları Tablo 10 – 14’te verilmiştir. 89.M.060 klonu için yıllık cari artım ve genel ortalama artım gelişimleri Şekil 6’da gösterilmiştir.

Yıllık cari hacim artımı (YCA), birbirini izleyen her yaş basamağına ait meşcere hacimleri arasındaki farka denilmektedir. YCA, “S” eğrisi şeklinde gelişim gösteren meşcere hacminin, alt bölümünde yer alan iç bükey noktada en yüksek değere ulaşmaktadır.

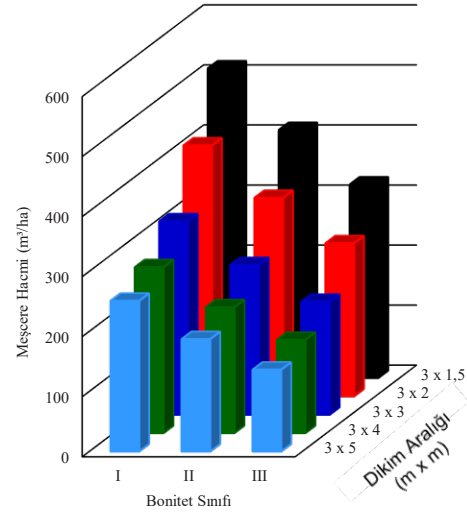
Genel ortalama hacim artımı (GOA), dikili ağaçların hacimleri ile o güne kadar meşcereden ayrılmış ağaçların hacimleri toplamının, ait olduğu meşcerenin yaşına bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Kavak ağaçlandırmalarında, işletme amacına göre meşcere sıklığı başlangıçta oluşturulduğu için, aralama veya herhangi bir nedenle ayrılan meşcere söz konusu değildir. Genel ortalama artım, “S” eğrisinin üst bölümünde yer alan dış bükey noktada en yüksek düzeye ulaşmakta ve yıllık cari artım eğrisiyle kesişmektedir.

Tablo 10 – 14’te ve Şekil 6’da görüldüğü üzere, YCA ve GOA; bonitet sınıfı iyileştikçe daha yüksek değerlere çıkmakta ve dikim aralığı daraldıkça daha erken yaşlarda en yükseğe ulaşmaktadır.

Tablo 9. 8. yaşta bonitet ve sıklığa göre meşcere hacimleri

Table 9. Stand volumes for poplar clones according to site classes and spacings at 8th age

Klon Adı	Bonitet Sınıfı	Meşcere Hacmi (m ³ /ha)				
		Ağaç Sayısı (ağaç/ha) ve Dikim Aralığı				
		2222	1667	1111	833	667
		3 x 1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5
I-214	I	355,1	301,4	251,7	231,0	222,1
	II	308,4	255,5	204,8	181,7	169,8
	III	257,2	208,6	161,1	138,5	126,0
I-45/51	I	292,9	248,7	205,3	183,8	170,8
	II	233,0	199,6	167,0	151,2	141,6
	III	184,0	159,0	135,0	123,5	116,6
SAMSUN	I	400,1	329,4	260,4	228,6	212,0
	II	320,4	259,1	199,1	170,5	154,8
	III	243,2	193,8	145,1	121,5	108,0
İZMİT	I	384,6	324,8	269,0	245,3	234,6
	II	353,2	290,6	230,2	202,3	187,7
	III	309,2	249,0	189,9	161,5	145,5
89.M.060	I	515,5	417,8	321,9	276,1	250,6
	II	412,9	330,4	249,0	209,4	186,8
	III	322,3	254,8	187,9	155,0	135,9



Şekil 5. 89.M.060 klonu için bonitet ve sıklığa göre 8. yaşta meşcere hacmi gelişimleri

Figure 5. Stand volumes for 89.M.060 clone at 8th age

4. Tartışma ve Sonuç

20. yüzyıldaki dünya savaşları sonrasında, ülkelerin hızlı büyüme istekleri ve nüfus artışı odun hammaddesi tüketimini giderek artırmıştır. Artan talebin doğal ormanlardan karşılanmasının sürdürülebilir olmadığı öngörülmüş ve başta kavak olmak üzere söğüt, okaliptüs, çam türleri gibi bazı hızlı gelişen orman ağacı türleriyle, kitlesel üretime yönelik endüstriyel ormancılığın ve ağaçlandırmaların geliştirilmesi önem kazanmıştır. Dünyadaki odun işleyen sanayiler, doğal ormanlardan istihsal edilen “kalın çaplı ve kaliteli” emvale dayalı teknolojilerini, “ince çaplı ve kitlesel” oduna dayalı teknolojiye dönüştürmüşlerdir.

Türkiye’de 1950’li yıllarda başlayan yabancı kavak klonu kültür çalışmaları, o zamanki teknolojiye ve kavak odununa olan talep yapısına göre şekillenmiştir. Kavak ağaçlandırmalarında kalın çaplı ve kaliteli kavak odunu üretimi amaçlandığı için, geniş dikim aralıklarının uygulandığı üretim sistemi yaygınlaşmıştır. Son yıllarda ülkemizde, özellikle levha sektörünün yaptığı yatırımlarla, ince çaplı odun hammaddesi talebi olağanüstü miktarlara ulaşmıştır. Bu talebi karşılamada ve kağıt sektörünün canlandırılmasında, ince çaplı kavak odunu üretimi önem kazanmıştır. Kitlesel kavak odunu üretim miktarını artırmak için, görece dar dikim aralıklarında tesis edilen ve daha kısa idare süreli kavak ağaçlandırmalarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, beş kavak klonu için; gövde hacim tabloları, bonitet endeksleri, üç bonitet sınıfı ve

Tablo 10. I-214 klonunda en yüksek genel ortalama artım ve yıllık cari artım miktarları ve yılları
Table 10. The maximum mean and current annual increments amounts and years in the I-214 clone

m ² /ağ	En Yüksek Genel Ortalama Artım						En Yüksek Yıllık Cari Artım					
	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet		I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl
4,5	44,871	7	38,765	9	33,879	10	70,104	4	60,747	5	53,033	6
6,0	37,746	7	32,396	9	28,090	11	59,210	5	50,679	6	43,593	7
9,0	31,468	8	26,569	10	22,656	12	49,297	5	41,361	6	35,033	7
12,0	28,917	9	24,155	11	20,314	13	45,035	5	37,182	6	31,107	8
15,0	28,006	9	23,142	11	19,240	13	43,081	5	35,837	7	29,687	8

Tablo 11. I-45/51 klonunda en yüksek genel ortalama artım ve yıllık cari artım miktarları ve yılları
Table 11. The maximum mean and current annual increments amounts and years in the I-45/51 clone

m ² /ağ	En Yüksek Genel Ortalama Artım						En Yüksek Yıllık Cari Artım					
	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet		I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl
4,5	36,616	8	29,215	9	23,107	9	53,714	4	44,650	5	35,674	5
6,0	31,087	8	25,076	9	20,018	9	44,877	4	38,031	5	30,794	6
9,0	25,660	8	21,076	9	17,073	9	37,015	5	31,575	5	26,353	6
12,0	22,990	9	19,153	9	15,685	9	33,254	5	28,736	6	24,335	6
15,0	21,449	9	18,012	9	14,874	9	31,004	5	27,295	6	23,223	6

Tablo 12. SAMSUN klonunda en yüksek genel ortalama artım ve yıllık cari artım miktarları ve yılları
Table 12. The maximum mean and current annual increments amounts and years in the SAMSUN clone

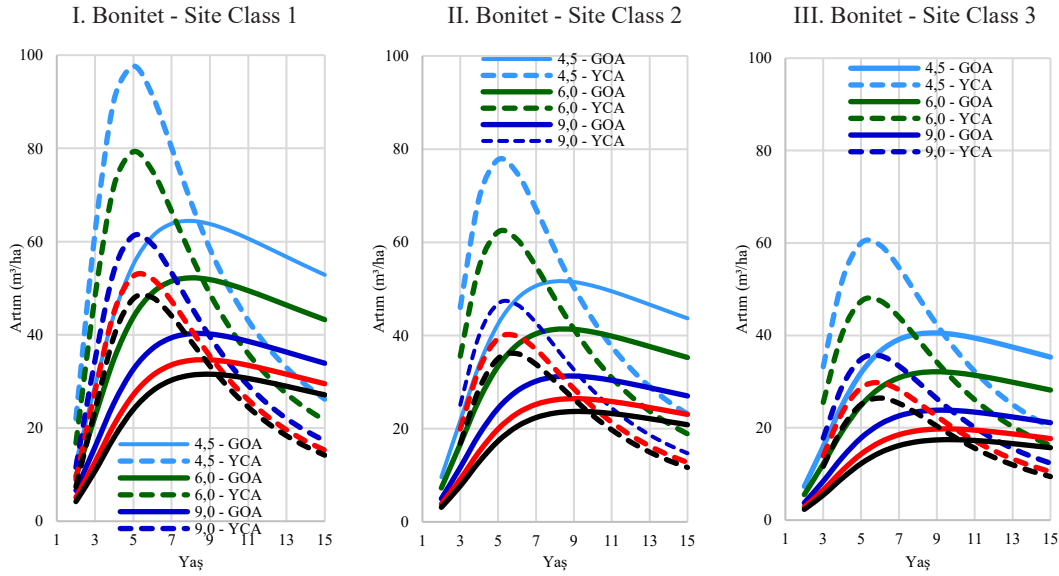
m ² /ağ	En Yüksek Genel Ortalama Artım						En Yüksek Yıllık Cari Artım					
	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet		I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl
4,5	50,361	7	40,044	8	30,560	9	81,211	5	64,067	5	48,063	6
6,0	41,179	8	32,383	8	24,482	9	66,257	5	51,488	5	38,581	6
9,0	32,553	8	24,885	8	18,496	9	51,667	5	39,092	5	29,231	6
12,0	28,648	9	21,457	9	15,684	10	44,788	6	33,593	6	24,709	6
15,0	26,795	9	19,621	9	14,127	10	42,268	6	30,933	6	22,146	6

Tablo 13. İZMİT klonunda en yüksek genel ortalama artım ve yıllık cari artım miktarları ve yılları
Table 13. The maximum mean and current annual increments amounts and years in the IZMIT clone

m ² /ağ	En Yüksek Genel Ortalama Artım						En Yüksek Yıllık Cari Artım					
	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet		I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl
4,5	50,509	6	44,580	7	38,647	8	81,975	4	69,508	5	60,476	5
6,0	41,754	6	36,383	7	31,220	9	66,969	4	57,004	5	48,284	5
9,0	33,952	7	28,778	8	24,059	9	52,317	4	44,824	5	36,775	6
12,0	30,658	8	25,337	9	20,739	10	47,475	5	39,090	5	31,771	6
15,0	29,330	8	23,685	9	18,965	10	45,474	5	35,975	5	29,006	6

Tablo 14. 89.M.060 klonunda en yüksek genel ortalama artım ve yıllık cari artım miktarları ve yılları
Table 14. The maximum mean and current annual increments amounts and years in the 89.M.060 clone

m ² /ağ	En Yüksek Genel Ortalama Artım						En Yüksek Yıllık Cari Artım					
	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet		I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl	m ³ /ha	yıl
4,5	64,441	8	51,614	8	40,509	9	97,664	5	77,757	5	59,993	5
6,0	52,221	8	41,311	9	32,119	9	79,282	5	62,225	5	47,504	6
9,0	40,239	8	31,290	9	23,796	9	61,236	5	46,858	5	35,587	6
12,0	34,617	9	26,442	9	19,720	9	52,588	5	39,883	6	29,766	6
15,0	31,548	9	23,689	9	17,408	10	47,982	6	36,102	6	26,415	6



Şekil 6. 89.M.060 klonu için bonitet sınıflarına göre genel ortalama artım ve yıllık cari artım gelişimi
Figure 6. Mean and current annual increments curves for 89.M.060 clone by and different site classes spacings

beş değişik dikim aralığına göre, değişken sıklık hasılat tabloları düzenlenmiştir. Ağaç ve meşcere unsurları, denemelerden elde edilen veriler kullanılarak, alometrik yöntemler yardımıyla istatistik fonksiyonlar halinde elde edilmiştir. Hasılat tablolarında, meşcere hacmi ve yıllık cari artım ile genel ortalama artımın en yüksek olduğu yıllar belirlenmiştir.

Çalışmada, tescil edilmiş I-214, I-45/51, SAMSUN (I-77/51) ve İZMİT (S.307-26) klonları ile henüz tescil edilmemiş 89.M.060 klonu olmak üzere, 5 farklı kavak klonu kullanılmıştır. İzmit Orman Fidanlığı ve Meriç Kavak Ağaçlandırma Sahası'nda tesis edilen denemelerde 3m x 1,5m (4,5 m²/ağaç), 3m x 2m (6,0 m²/ağ), 3m x 3m (9,0 m²/ağ), 3m x 4m (12,0 m²/ağ) ve 3m x 5m (15,0 m²/ağ) genişliğinde olmak üzere, 5 değişik dikim aralığı uygulanmıştır.

Her klon için tek kabuk kalınlığı (TKK = f (Kesit Çapı, Kesit Yüksekliği)) fonksiyonunu kullanarak, ara yaşlara ait kabuklu kesit çapları hesaplanmış, her bir ağaç için yaş sayısı kadar kabuklu çap verileri elde edilmiştir.

Denemelerde gözlemlenen ve örneklenen ağaçlarda, istisnai durumlar hariç, gövdeden 1m uzaklıkta, çapı 5 cm'den kalın olan ve ticari olarak değerlendirilebilecek ağaç dalları elde edilemediği için, ağaçlardaki dal hacimleri ihmal edilmiştir. Dolayısıyla gövde hacmi aynı zamanda ağaç hacmine karşılık gelmektedir.

Gövde hacim tablosu düzenlemek amacıyla, tüm klonlar için, Gövde Hacmi = f (Çap, Boy) fonksiyonu uyarınca çoğul regresyon analizleri yapılmış-

tır. Elde edilen model Sahil Çamı (Özcan, 2003) ve I-45/51 ile SAMSUN kavak klonları için (Koçer ve ark., 2007a; Koçer ve ark., 2007b) gövde hacim tablolarının düzenlenmesinde de kullanılmıştır.

Çalışmada, ince çaplı ve kitlesel kavak odunu üretimi amaçlandığı için, dar dikim aralığındaki kavak ağaçlandırmalarından sadece yongalık odun ürün çeşidi elde edilebileceği kabul edilmiştir. Bu nedenle, çalışma kapsamında yongalık ve iskar-ta odun miktarlarını belirlemek amacıyla, önceki yıllarda yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır (Birler, 1986; Koçer ve ark., 2007a; Koçer ve ark., 2007b).

Tüm kavak klonları için üç bonitet sınıfına göre, ağaç boyu (h) bağlı değişken, ağaç yaşı (y) serbest değişken kabul edilerek, $h = f(y)$ modeli uyarınca çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. En yüksek boy büyümesi 89.M.060, en az boy büyümesi I-45/51 klonunda olmuştur.

Standart yaş, I-214 melez kavak ağaçlandırmaları için 15 (Birler, 1986), *Eucalyptus. camaldulensis* ağaçlandırmalarında ise 12 yıl alınmıştır (Birler ve ark., 1995). Bu çalışmada genel ortalama artımın 6 – 10 yaş arasında en yüksek düzeye ulaşması öngörüldüğü için, bonitet tablosunun düzenlenmesinde standart yaş 8 olarak alınmıştır.

Göğüs çapı gelişimi, klon ve dikim sıklıkları için, $\text{Çap} = f(\text{Boy, Sıklık, Yaş})$ fonksiyonu uyarınca ayrı ayrı belirlenmiştir. En yüksek çap gelişimi 89.M.060, en az çap gelişimi I-45/51 klonunda olmuştur.

Tüm kavak klonlarına ait meşcere orta ağaç hacmi; bonitet sınıfı, dikim aralığı ve yaşa göre seçilmiş modeller yardımıyla belirlenmiştir. Ağaç hacmi ile birim alandaki ağaç sayısı çarpılarak, meşcere hacimleri ve yongalık odun miktarları hesaplanmıştır. Hasılat tablolarında meşcere hacimlerine göre genel ortalama artım (GOA) ve yıllık cari artımlar (YCA) ve bunların en yüksek düzeye ulaştığı yaşlar belirlenmiştir.

Klonlar, artım ve büyüme bakımından genel olarak değerlendirildiğinde; *P. deltoides* klonları (89.M.060, SAMSUN, İZMİT), *P.x euramericana* klonlarına (I-214, I-45/51) nazaran daha iyi gelişim göstermişlerdir.

En yüksek GOA ve YCA değerlerine I. bonitet sınıfında ve 4,5 m²/ağaç (2222 ağaç/ha) dikim aralığında ulaşılmıştır. Klonlar arasında GOA ve YCA miktarları en yüksek 89.M.060 klonunda, en düşük ise I-45/51 klonunda elde edilmiştir. En yüksek YCA, 89.M.060 klonunda, 5. yaşta, I. bonitet sınıfında ve 3m x 1,5m dikim aralığında 97,8 m³/ha/yıl olarak belirlenmiştir. I-45/51 klonunda en yüksek YCA, 53,7 m³/ha/yıl ile 4. yaşta elde edilmiştir. En yüksek GOA değerine, 89.M.060 klonunda 64,4 m³/ha/yıl, I-45/51 klonunda ise 36,6 m³/ha/yıl ile 8. yaşta ulaşılmaktadır.

Çalışmada en dar dikim sıklığı olarak 4,5m²/ağaç (3m x 1m – 2222ağaç/ha) uygulanmış, en yüksek artımlara ve meşcere servetlerine bu sıklıkta ulaşılmıştır. Benzer sonuçlar endüstriyel Kızılçam ağaçlandırmalarında da elde edilmiştir (Erkan ve Aydın, 2016). Daha dar dikim sıklığı uygulanmış olsaydı, büyüme kanuniyetlerine göre, meşcere hacmi daha yüksek elde edilebilirdi. Ancak 6 – 8 yıllık bir idare süresi sonunda artımları ve elde edilen emvalin niteliği ve kullanım alanı konusunun ayrıca irdelenmesi gerekmektedir.

İdare süreleri, genellikle biyolojik, teknik, fiziki ve ekonomik şeklinde gruplandırılmaktadır. İdare süreleri ağaç türü, yetiştirme ortamı koşulları ve işletme amaçlarına (ürün çeşidi, en yüksek odun hasılatı, en yüksek karlılık vb.) göre değişmektedir (Eraslan, 1982; Türker, 2008; Daşdemir, 2013).

Genel ortalama artımın (GOA) en yüksek olduğu yaşa “en yüksek odun hasılatını veren idare süresi” denilmektedir (Fırat, 1971; Birler, 1986). En yüksek odun hasılatının sağlanması amacıyla idare süreleri belirlenirken, çoğunlukla GOA miktarları ve bunların en yüksek olduğu yaşlar üzerinde durulmaktadır. Ancak yıllık cari artımın (YCA) en yüksek olduğu yaş da idare sürelerini etkilemektedir. Toplam meşcere hacmi, YCA’ların toplamından oluşmaktadır ve doğrusal değildir. YCA meş-

cere hacminin türevidir.

Ekonomi bilimindeki toplam üretim fonksiyonu, “S” eğrisi biçiminde gelişim göstermekte, ortalama üretim, toplam üretimin kullanılan üretim faktörüne bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Marjinal üretim ise, üretim faktörlerindeki artışa karşılık, toplam üretimde oluşan değişime denilmektedir (Geray, 1991). Bu tanımlamaya göre; toplam üretim, ortalama üretim ve marjinal üretim, sırasıyla ormancılıkta toplam meşcere hacmi, GOA ve YCA’ya karşılık gelmektedir.

Endüstriyel ağaçlandırmalar, kitlesel odun hammaddesi üretimine yönelik hızlı gelişen ağaç türleriyle kurulan ticari amaçlı yatırımlardır (Koçer, 2006). Endüstriyel ağaçlandırmalarda, çıktıları (gelirleri) artırmak için yoğun kültür teknikleri ve girdileri (maliyetleri) azaltmak için mekanizasyon kullanılmakta, bir başka deyişle sermaye yoğun teknolojiler uygulanmaktadır.

Kavak ağaçlandırmaları, sulanabilir tarım arazilerinde özel kişiler tarafından yapılan ve odun üretimini amaçlayan işletmelerdir. Bu nedenle, kavak ağaçlandırmalarında odun üretiminin yapılabilirliği ve sürdürülebilirliği, ticari açıdan sağlanacak başarıya, bir başka deyişle, karlılık düzeyine bağlıdır. Kavak ağaçlandırmalarında idare sürelerinin fiziki değişkenlerle, yani genel ortalama ve yıllık cari artımlara göre karar vermek yeterli değildir. Bu nedenle, kavak yetiştiricisinin (girişimcinin) değişik işletme amaçlarına göre farklılık gösteren üretim modellerinin seçimi için ekonomik analizlerin yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla kavak ağaçlandırma işletmelerinde idare sürelerine karar vermede ekonomik ölçütler kullanılmalıdır.

Kavak ağaçlandırmaları, karlılığı amaçlayan yatırımlar olduğu için, üretim modeline ve idare sürelerine karar vermede, ticari karlılık analiz ölçütleri kullanılmalıdır. Bu çalışma kapsamında yer alan 5 kavak klonu ve 5 değişik dikim aralığına ve 3 bonitet sınıfı için, İç Karlılık Oranı (İKO) ve Net Bugünkü Değer (NBD) ölçütlerine ticari karlılık analizleri yapılmıştır. İdare sürelerinin GOA’ya göre değil, İKO ölçütüne göre karar verilmesi önerilmiştir (Koçer ve Kara, 2021).

Endüstriyel kavak ağaçlandırmalarında, işletme amaçlarına göre değişik dikim aralığı uygulanabilirdiği için, farklı idare sürelerinin belirlenmesi söz konusu olmaktadır. Soymalık ve kerestelik tomruk üretimini amaçlayan ve geniş dikim aralığı (16 m²/ağaç – <) uygulanan modelde; idare süreleri değişik bonitet sınıfı ve dikim aralıklarına göre 8 – 15 yıl arasında değişmektedir (Birler, 1986; Koçer, 1999). Bu çalışmanın konusunu oluşturan ve levha

ile kağıt sektörünün talebine uygun odun üretimi modelinde, görece daha dar dikim aralığı (4,5 – 15,0 m²/ağaç) uygulandığı için, idare süreleri değişik bonitet sınıfı ve dikim aralıklarına göre 5 – 12 yıl arasında belirlenmiştir.

Teorik biyoetanol verimi, üretim miktarı ve idare süreleri dikkate alındığında, kavak ağacının performansının yüksek olduğu ve biyoetanol üretimi için uygun bir materyal olduğu ortaya konulmuştur (Gürboy ve ark., 2008). Odunun *tüketim mali* (ısınma ve pişirme) olarak değil, enerji üretiminde katma değer yaratan *ara mali* şeklinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Enerji sektörünün talebine uygun kavak odunu üretiminin amaçlanması durumunda; dikim aralıklarını daha da daraltarak (1,0 – 4,5 m²/ağaç) idare sürelerini 2 – 5 yıl aralığına indirmek mümkün olabilecektir.

Kavak ağaçlandırmalarında kullanılan klonlar, girişimcinin talep ve beklentilerine göre değişmekte, daha hızlı büyüyen ve daha çok gelir getiren veya karlılık sağlayan klonlara yönelmektedir (Bozkurt ve ark., 2018). Dolayısıyla yeni kavak klonlarının geliştirilmesi, tescilli ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. 89.M.060 klonu, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından, 1989 yılında yapılan *P. deltoides* melezlerinin çaprazlamaları sonucunda ülkemizde selekte edilmiştir (Tunçtaner, 2008; Tunçtaner ve ark., 1992). Bu çalışma kapsamında incelenen 89.M.060 klonu, diğer tescilli klonlara göre daha hızlı büyüme ve karlılık düzeyine sahiptir (Koçer ve Kara 2021). Ayrıca diğer klonlara göre zararlılara karşı daha dirençli (Uluer ve ark., 2008) ve teknolojik özellikler bakımından tatminkar (Akkılıç, 2019) olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, *89.M.060 klonunun* ulusal ve uluslararası tescilli yapılmalıdır.

Açıklama

Bu makale; OGM, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 2002 – 2019 yılları arasında yürütülen İZT – 357 (5306) numaralı “Dar Dikim Aralıklarında Kurulan Kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* Klonları) Ağaçlandırmalarının Hasılatı ve Ekonomisi” adlı araştırma projesi sonuç raporunun bir bölümünün özetinden oluşmaktadır. Tüm klonlara ait özgün hasılat tabloları, şekil ve diğer tablolar, araştırma projesi sonuç raporundan elde edilebilir.

Kaynakça

Acar, O., Özdal, M. H., 1973. Ağır Topraklarda Yetişen Üç Melez Kavak Klonu Üzerinde Verim Araştırmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, Yıllık Bülteni No: 8, İzmit.

Akalp, T., 1978. Türkiye’deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. İ.Ü. Yayın No: 2843, Orman. Fak. Yayın No: 261, İstanbul.

Akkılıç, H., 2019. Farklı bölgelerde, farklı dikim aralıkları ile tesis edilmiş bazı kavak klonlarının teknolojik özellikleri. TMKK IX. Genel Kurul Toplantısı, 17 – 18 Nisan 2019, Afyonkarahisar.

Birler, A. S., 1986. “I-214” Melez Kavağı Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.

Birler, A. S., 2010. Türkiye’de Kavak Yetiştirme. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, İzmit.

Birler, A. S., Koçar, S., Avcıoğlu, E., Diner, A., Gürses, K., Gülbaba, G., 1995. Okalıptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Ağaçlandırmalarında Hacim ve Kuru Madde Hasılatı. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 171, İzmit.

Birler, A.S., Yüksel, Y., 1983. Sahil Çamı Ağaçlandırma Meşcerelerinde Hasılat Araştırması. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, Yıllık Bülteni No: 19, İzmit.

Birler, A. S., Usta, H., Yüksel, Y., 1983. Karakavaklar (Asya servi kavağı) İçin Hacim Tablosu. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, Yıllık Bülteni No: 19, İzmit.

Bozkurt, A., Daşdemir, İ., Karakaya, S., Şahin, H. A., 2018. Sakarya İli Kavak Üreticilerinin İş Doyumunu Etkileyen Faktörler. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, İzmit.

Daşdemir, İ., 2013. Ormancılık İşletme Ekonomisi. ISBN: 978-605-60882-8-5, Bartın Ü. O.F. Yayın No: 10/6, Bartın.

Dedebaş, T., 2019. Ağaç bazlı panel sektörü, tespit ve çözüm yolları. TMKK IX. Genel Kurul Toplantısı, 17 – 18 Nisan 2019, Afyonkarahisar.

Eraslan, 1982., Orman Amenajmanı. İ. Ü. Yayın No: 3010, Orman Fak. Yayın No: 318, İstanbul.

Erkan, N.; Aydın, A. C., 2016. Effects of spacing on early growth rate and carbon sequestration in *Pinus brutia* Ten. plantations. Forest Systems, Volume 25 (2), e064. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2016252-09290>

FAO, 1968. Institut du Peuplier Turquie. Rapport Generale, Volume 1, Rome

FAO, 2018. Yearbook of Forest Products, 2012 – 2016. ISBN 978-92-5-130642-0, ISSN: 1020-458X, Rome.

Fırat, F., 1971. Orman İşletme İktisadı. İ. Ü. Yayın No: 1541, Orman Fak. Yayın No: 156, İstanbul.

Fırat, F., 1973. Dendrometri. İ. Ü. Yayın No: 1800, Or-

man Fak. Yayın No: 195, İstanbul.

Gascon, R. J., Krinard, R. M., 1976 (Aktaran: Birler, 1986). Biological Response of Plantation Cottonwood to Spacing, Pruning, Thinning. Proceedings: Symposium on Eastern Cottonwood and Related Species. Louisiana State University, Baton Rouge, 70803 Louisiana.

Geray, U., 1991. Ekonomi. İ. Ü. Yayın No: 3633, Orman Fak. Yayın No: 408, ISBN 975-404-209-8, İstanbul.

Gürboy, B., Bayramoğlu, M., Koçer, S., 2008. Türkiye’de lignoselülozik biyokütle kaynağı olarak kavağın biyoetanol potansiyelinin değerlendirilmesi. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’2008 17-19 Aralık 2008, İstanbul.

Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi, İ. Ü. Yayın No: 3052, Orman Fak. Yayın No: 328, İstanbul.

Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İ.Ü. Yayın No: 3194, Orman Fak. Yayın No: 354, İstanbul.

Kalıpsız, A., 1988. İstatistik Yöntemler. İ.Ü. Yayın No: 3522, Orman Fak. Yayın No: 394, İstanbul.

Koçer, S., 1999. Ülkemizde Kavakçılığın Geliştirilmesinde Yeni Finansman Olanakları. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 190, İzmit.

Koçer, S., 2006. Endüstriyel ağaçlandırma yatırımlarının önemi, gerekliliği ve mali analizi (Sahil Çamı Örneği). Ormancılıkta Sosyo – Ekonomik Sorunlar Kongresi, 26 – 28 Mayıs 2006, Çankırı.

Koçer, S., Diner, A., Şener, G., 2007a. Samsun Kavağı (*Populus deltoides* Bartr.) İçin Hacim Tablosu Düzenlenmesi ve Yoğunluk Değerlerinin Belirlenmesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 204, İzmit.

Koçer, S., Kara, M. S., 2021. Dar dikim aralıklarında kurulan kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonları) ağaçlandırmalarının ekonomisi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv., Türkiye Ormancılık Dergisi*, 2021 (22(3): 257-270.

Koçer, S., Şener, G., Diner, A., 2007b. I-45/51 (*P. x Euramericana* (Dode) Guinier Cv. “I-45/51”) Melez Kavağı İçin Hacim Tablosu Düzenlenmesi Ve Yoğunluk Değerlerinin Belirlenmesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten

No: 205, İzmit.

Özcan, B. G., 2003. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmalarında Artım ve Büyüme Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten No: 195, İzmit.

Tunçtaner, K., 2003. Amerikan Karakavağı (*Populus deltoides* Bartr.)’nın Türkiye Kavakçılığındaki Yeri. TMKK VII. Olağan Kurulu, İzmit.

Tunçtaner, K., 2008. Kavaklarda Genetik Islah ve Seleksiyon. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 19, İzmit.

Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F., 1992. Kavaklarda Yapay Melezleme Çalışmaları (1987 – 1990). Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 1992-2/156, İzmit.

Türker, M. F., 2008. Ormancılık İşletme Ekonomisi. ISBN: 978-605-602-95-0-9, Derya Kitabevi, Trabzon.

Uluer, U., Selek, F., Özay, F. Ş., Karakaya, A., 2008. Bazı Kavak Klonlarının Pas Mantarına (*Melampsora alii – populina* Kleb.) Karşı Dirençlerinin Araştırılması. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 207, İzmit.

Usta, H. Z., 1982. Melez kavak *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv “I-214” klonu ile kurulmuş bazı kavaklıklarda göğüs çapı dağılımı. Yayınlanmamış rapor. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.

Usta, H. Z., 1985. *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv “I-214” melez kavak klonunda dikim aralıkları denemeleri. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No: 21, s. 135 – 179, İzmit.

Usta, H. Z., 1990. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 219.

Yavuz, H., Şentürk, N., 1998. Dişbudak ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, s. 413 – 421, İstanbul.

Yeşil, A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetdeki Kızılçam Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.