

SERİ

B

CİLT

42

SAYI

3 - 4

1992

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
ORMAN FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



# HASILAT ARAŞTIRMALARINDA BAZI MEŞCERE KARAKTERİSTİKLERİ VE BU KARAKTERİSTİKLERİN KESTİRİLMESİ

Y. Doç. Dr. Ahmet YEŞİL<sup>1)</sup>  
Uzm. Celil ATİK<sup>2)</sup>

## Kısa Özet

Hasılat tabloları düzenlemek için gerekli olan veriler sabit veya geçici örnek alanlardan sağlanmaktadır. Örnek alanlarda yapılan ölçme ve gözlemlerin değerlendirilmesi hasılat tablosunun düzenlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu alanlardan elde edilen veriler yardımıyla meşcere parametrelerinin hassas olarak saptanması hasılat tablosunun daha sağlıklı hazırlanması anlamına gelmektedir. Bu çalışma ile Türkiye ormanlarında herhangi bir ağaç türünden oluşan aynı yaşlı bir meşcereden alınan örnek alanda ölçülen çap ve boy değerleri ve ilgili hacim denklemleri kullanılarak o örnek alana ait ihtiyaç duyulan meşcere karakteristiklerinin elde edilmesini sağlayan bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu programın tanıtımı ve kullanılmasına ilişkin açıklamalar buradaki sayfa sınırlaması nedeniyle ikinci bir makalede ele alınmıştır.

## 1. GİRİŞ

Ormancılıkta hasılat tabloları, ağaç türü, yetişme ortamı ve sıklık dereceleri için gruplandırılmış meşcerelerin yaşa göre gelişmelerini ortaya koyan tablolar olarak tanımlanmaktadır (KALIPSIZ 1988). Hasılat tabloları düzenlemek amacıyla çok çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin uygulanabilmesi için ilgili ağaç türüne ait meşcerelerden elde edilecek gerçek verilere gereksinim duyulmaktadır. Meşcereler bir toplum olarak sonsuz sayıdaki bireylerden oluşmaktadır. Bu yüzden orman toplumunun tamamının ölçülmesi emek, zaman ve para gerektirmektedir. Orman toplumunun sonsuz bireylerden oluşması ve tüm birimlerinin kavranamaması nedeniyle örnekleme yöntemlerine başvurulmaktadır. Bu yöntemlerin kullanılmasıyla daha az emek ve para harcanarak orman toplumunun tamamı hakkında yargılar elde edilebilmektedir. Günümüzde bilgisayarların yaygınlaşmasıyla, örnek alanlardan elde edilen bilgiler daha hızlı ve doğru olarak değerlendirilebilmektedir.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı.

2) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı.

Ormanlıkta yaygın kullanım alanı bulan örnekleme yöntemleri olarak basit rasgele örnekleme, sistemli örnekleme, katmanlı örnekleme, kümeli örnekleme, ardışık örnekleme, oranlı örnekleme ve bilinçli örnekleme saymak mümkündür (KALIPSIZ 1993; ZÖHRER 1980).

Gerek hasılat araştırmalarında, gerekse değişik amaçlarla yapılan orman envanteri sırasında örnekleme yönteminin seçilmesinden sonra, alınacak örnek alanların sayısı, şekli ve büyüklüğünün belirlenmesi de önemli iş aşamalarını oluşturmaktadır. Örnek alanların yerlerinin arazide bulunması, araziye aplike edilmesi ve gerekli verilerin toplanarak ölçme karnelerine kaydedilmesine yönelik işler tamamlandıktan sonra büro çalışması aşamasına ulaşılmaktadır.

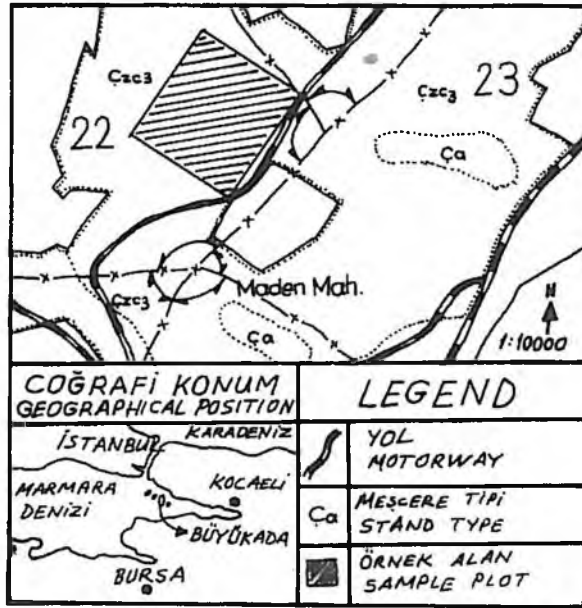
Bu çalışmada ele alınan ve ayrıntıları bir sonraki makede açıklanacak olan bilgisayar programının hazırlanma amacı, çeşitli maksatlarla ölçülen örnek alanların değerlendirilmesini süratli ve sağlıklı bir şekilde tamamlanmasını sağlamak ve bu arada ormancılıkta yaygınlaşan bilgisayar kullanımına özgün bir örnekle katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışma araştırma amacına uygun olarak iki ayrı bölümde ele alınmış ve fakülte dergisindeki sayfa sınırlaması dikkate alınarak, her bölümün ayrı bir makale biçiminde sunulması gerekli görülmüştür. Bu makale, örnek alanların ölçülmesi ve toplanan verilerin değerlendirilmesine ayrılmıştır. Meşcere hasılat öğelerinin ve diğer meşcere karakteristiklerinin kısa tanım ve ölçme biçimine ilişkin bilgiler bu bölümde verilmiş, parametrelerin kestirilmesi amacıyla geliştirilen program diğer makede tanıtılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Araştırma Materyalinin Toplanması

Bilgisayar programının hazırlanmasında kullanılan veriler İstanbul Büyükdada'da bulunan Kızılcam meşcerelerinden seçilmiştir. Bir hektar büyüklükte olan örnek alan aynı yaşlı, tek tabakalı bir kuruluşa sahiptir. Ölçülerin alındığı alanın genel ve özel konumu Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu alan içinde bulunan bütün ağaçların çapları ile yapılacak silvikültürel müdahalelerle çıkarılması



Şekil 1: Araştırma alanının yeri

gereken ağaçların çapları ölçülerek ilgili karnelere kaydedilmiştir. Ayrıca araştırma alanında çap-boy eğrisi çizmeye yetecek kadar, değişik çap ve boy basamaklarındaki ağaçlar da ölçülmüştür. Örnek alanda ölçülen çap ve boy değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Örnek Alanda Ölçülen Çap-Boy Değerleri

| Çap - Boy | Çap - Boy | Çap - Boy | Çap - Boy | Çap - Boy | Çap - Boy | Çap - Boy | Çap - Boy | Çap - Boy |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 24        | 33        | 08        | 36        | 22        | 27        | 15        | 31        | 30        |
| 24        | 35        | 11 07     | 25        | 23        | 23        | 29        | 22        | 32        |
| 18        | 33        | 25        | 22        | 27        | 40        | 27        | 39        | 35 14     |
| 22        | 34        | 35        | 10,5      | 32        | 33        | 20        | 39        | 35        |
| 23        | 39        | 33        | 40        | 39        | 36        | 21 10     | 32        | 24        |
| 37        | 10        | 33        | 32        | 43        | 41        | 36        | 21        | 21        |
| 09        | 15        | 16        | 30        | 30        | 10,5      | 26 13     | 26        | 33        |
| 17 08     | 21        | 08        | 29        | 33        | 39        | 28        | 42        | 25        |
| 16 10     | 15        | 34        | 27        | 50        | 40        | 06        | 22        | 23        |
| 36 17     | 12        | 33        | 32        | 32        | 35        | 07        | 28        | 20        |
| 25        | 21        | 18        | 16        | 24        | 38 13     | 21        | 34        | 24        |
| 10        | 09 05     | 20        | 21        | 36        | 22        | 10,5      | 22        | 20        |
| 16 10     | 26        | 27 14     | 14        | 41        | 40        | 21        | 34        | 31        |
| 11 05     | 38        | 29        | 12        | 40        | 36        | 24        | 30        | 34        |
| 15        | 38        | 32        | 15        | 47        | 43        | 32 13     | 26        | 32        |
| 22        | 23        | 29        | 15        | 15,5      | 41 14     | 20        | 23        | 19        |
| 23        | 32        | 30        | 11        | 43        | 25 12     | 15 10     | 26        | 29        |
| 10        | 32        | 39        | 23        | 49        | 35        | 08 06     | 30        | 42        |
| 42        | 39        | 21 12     | 21        | 27        | 39        | 42        | 34        | 44        |
| 20        | 45        | 18        | 27        | 34        | 35        | 39        | 29        | 33        |
| 12        | 31        | 23        | 13 09     | 26        | 31        | 32        | 35        | 29        |
| 13 08     | 35        | 34        | 23        | 23        | 46        | 34        | 08        | 30        |
| 22        | 32        | 38        | 28 13     | 50        | 36        | 37        | 09        | 24        |
| 15        | 35        | 33        | 26        | 13,3      | 34        | 31        | 29        | 45        |
| 15        | 35        | 29        | 24        | 30        | 10 07     | 23        | 37        | 31        |
| 23        | 35        | 27        | 26        | 36        | 07        | 36        | 25        | 14        |
| 15        | 34        | 27        | 18        | 32        | 30 14     | 42        | 34        | 30        |
| 14 7,5    | 35        | 27        | 22 08     | 29 16     | 33        | 42        | 33 15     | 30        |
| 22        | 37 14     | 27        | 14        | 35        | 37        | 37        | 32        | 12        |
| 40        | 37 16     | 26        | 22        | 37        | 40        | 36        | 35        | 09        |
| 12        | 30        | 32        | 17        | 29        | 14,5      | 43        | 32        | 28        |
| 21        | 31        | 23        | 15,5      | 48 17     | 05        | 44        | 14        | 40        |
| 18        | 14        | 28 14     | 12        | 43        | 14        | 10,5      | 08        | 37        |
| 11        | 15        | 41        | 13 06     | 42        | 31        | 26        | 09        | 10        |
| 44 15     | 39        | 19        | 14        | 44        | 32        | 35        | 40        | 28        |
| 44        | 18        | 22 13     | 37        | 31        | 37        | 43        | 34 13     | 36 20     |
| 35        | 28        | 25        | 19        | 30 12     | 31 13     | 40        | 29        | 27 15     |
| 30        | 12        | 25        | 08        | 34        | 30        | 32        | 30        | 35        |
| 35        | 20        | 14        | 11        | 49        | 45        | 34        | 43        | 33        |
| 38        | 16        | 09 04     | 33        | 40 12     | 28        | 32        | 38        | 28        |
| 31        | 16        | 38        | 24        | 33        | 22        | 36        | 12,5      | 32        |
| 30        | 22        | 12        | 28        | 39        | 38        | 35        | 35 13     | 16        |
| 25        | 13 07     | 39        | 18        | 40        | 23        | 34        | 30        | 10,5      |

### 2.1.1 Temel Ağaç Türlerimize Ait Çift Girişli Hacım Denklemleri

Örnek alanların hacımlandırılmasında Türkiye'nin temel ağaç türlerine ait, daha önce çeşitli araştırmalar sonucu saptanmış olan çift girişli hacım denklemlerinden yararlanılmaktadır. Değişik araştırmacıların temel ağaç türlerine ait önerdikleri çift girişli hacım denklemleri ve denklem katsayıları, Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1'in incelenmesi sırasında aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekmektedir:

1- Osman Sun ve Arkadaşlarının (1977) "Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması" isimli çalışmada verilen denklem katsayılarının hatalı sonuç vermesi nedeniyle; çizelgede verilen denklem katsayıları; aynı çalışmanın ekinde verilen tablo değerleri yardımıyla yapılan çoğul regresyon analizi ile elde edilmiştir.

2- Yine Osman Sun ve Arkadaşlarının (1977) Sarıçam, Kayın ve Göknar için geliştirdikleri hacım denklemlerinin katsayıları 10 tabanlı logaritma yardımıyla hesaplanmıştır.

3- İlhan Gülen (1959) tarafından Karaçam için, B. Sıtkı Evcimen (1963) tarafından Sedir için ve İsmail Eraslan (1955) tarafından Meşe için grafik yöntemle hazırlanan hacım tablosu değerleri veri olarak kullanılmış ve yapılan çoğul regresyon analizi ile çizelgede verilen katsayılar elde edilmiştir.

4- A. Sencer Birler (1994) tarafından hazırlanan "A Study of Yields From I-214 Poplar Plantations" isimli çalışmada verilen denklem katsayılarının hatalı sonuç vermesi nedeniyle; çizelgede verilen denklem katsayıları aynı çalışmanın ekinde verilen tablo değerleri yardımıyla yeniden yapılan çoğul regresyon analizi ile elde edilmiştir.

5- Bolu yöresi Sarıçamları için K. Erkin (1948), Kuzey ve Güney Anadolu Göknarları için M. Miraboğlu (1955), Kayın için A. Kalıpsız (1962), Tarsus yöresi Okalıptusları için F. Fırat-A. Kalıpsız (1963) ve Kara Kavak için A.S. Birler et al (1984) tarafından hazırlanan hacım tablolarına ait katsayıların elde edildikten sonra, bu programa dahil edilecektir.

### 2.2 Örnek Alan Verilerinin Değerlendirilmesi

Bir örnek alanda veri toplama amacına bağlı olarak çok çeşitli ölçümler yapılabilmektedir. Hasılat tablosu düzenlemek için de; düzenlenecek hasılat tablosunun çeşidine göre, gerekli olan bağlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve bu değişkenlere ilişkin ölçümlerin yapılması gerekmektedir. Genel olarak belirtmek gerekirse bu ölçümleri şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- 1- Bonitet tablosu düzenlemek için veya elde mevcut bonitet tablosu varsa bu tablonun kullanımına yönelik yapılacak olan ölçme ve gözlemler.
- 2- Meşcere sıklığının saptanmasına yönelik yapılacak olan ölçme ve gözlemler.
- 3- Meşcere gelişimini ortaya koymak için yapılacak olan ölçme ve gözlemler.
- 4- Ürün çeşitlerinin saptanmasına yönelik yapılacak olan ölçme ve gözlemler.

Bu çalışmada meşcere gelişiminin tahmin edilebilmesi için, örnek alanlarda ölçülen bazı değerler yardımıyla diğer meşcere parametrelerinin hesaplanması işlemleri açıklanmıştır.

Bu amaçla hesaplanması gereken meşcere parametreleri sırasıyla ağaç sayısı, meşcere çapı, meşcere göğüs yüzeyi, meşcere boyu, meşcere şekil katsayısı ve meşcere hacmidir. Sözü edilen parametrelerin tanımları ve hesaplama yöntemleri izleyen kesimlerde açıklanmıştır.

Çizelge 1: Temel Ağaç Türlerimize Ait Hacim Denklemleri ve Katsayıları

| Ağaç Türü                                   | Hazırlayan                         | Denklemler   | Katsayılar   |
|---|------------------------------------|--|--|
| 1   | 2                                  | 3  | 4  |
| Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)<br>1   | Şeref Alemdağ (1962)               | $V=a*d^b*h^c$  | $a=0.0428753,$<br>$df=1.01653$ $b=2.054628,$ $c=0.843735$  |
| Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)<br>2   | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d)$<br>$+ a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\ln a_1 = -7.7067,$<br>$a_3 = 0.155002,$<br>$a_5 = 0.059141$ $a_2 = 1.043733,$<br>$a_4 = 0.410233,$     |
| Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)<br>3   | Hüseyin Usta (1991)                | $\ln V = \ln a + b * \ln d + c * \ln h$  | $\ln a = -2.07746621,$<br>$c = 0.845096118$ $b = 1.67681754,$<br>$df = 1.007987$                         |
| Karaçam ( <i>Pinus nigra</i> Arn.)<br>1     | İlhan Gülen (1959)                 | $V=a*d^b*h^c$  | $a=0.07583,$ $b=1.93787,$ $c=0.858707$   |
| Karaçam ( <i>Pinus nigra</i> Arn.)<br>2     | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d)$<br>$+ a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\log a_1 = -4.12467,$<br>$a_3 = 0.023069,$<br>$a_5 = -0.011433$ $a_2 = 0.744767,$<br>$a_4 = 0.418603,$  |
| Karaçam ( <i>Pinus nigra</i> Arn.)<br>3     | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d)$<br>$+ a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\ln a_1 = -9.454633,$<br>$a_3 = -0.005689,$<br>$a_5 = 0.080957$ $a_2 = 2.034042,$<br>$a_4 = 0.507793,$  |
| Sarıçam ( <i>Pinus silvestris</i> L.)<br>1  | Şeref Alemdağ (1967)               | $V=a+b*d^2*h$  | $a=21.81446,$ $b=0.034392$   |
| Sarıçam ( <i>Pinus silvestris</i> L.)<br>2  | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d)$<br>$+ a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\log a_1 = -2.89561,$<br>$a_3 = -0.001639,$<br>$a_5 = 0.129395$ $a_2 = 0.823439,$<br>$a_4 = -0.412862,$ |
| Sedir ( <i>Cedrus libani</i> A. Rich.)<br>1 | B.S. Evcimen (1963)                | $V=a*d^b*h^c$  | $a=0.048916,$ $b=2.077267,$ $c=0.817267$   |

Çizelge 1: Devamı

| Ağaç Türü   | Hazırlayan                         | Denklemler  | Katsayılar  |
|---|------------------------------------|---|---|
| 1   | 2                                  | 3   | 4   |
| Sedir ( <i>Cedrus libani</i> A. Rich.)<br>2                                 | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d) + a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\ln a_1 = -5.425706,$<br>$a_2 = 1.459742,$<br>$a_3 = 0.024847,$<br>$a_4 = -1.615879,$<br>$a_5 = 0.523607$  |
| Doğu Ladin ( <i>Picea orientalis</i><br>Lk. Carr) 1                         | Tahsin Akalp (1978)                | $V = d^2 (a + bh)$  | $a = 0.00032505$ $b = 0.00002453$   |
| Doğu Ladin ( <i>Picea orientalis</i><br>Lk. Carr) 2                         | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d) + a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\ln a_1 = -7.882099,$<br>$a_2 = 3.071104,$<br>$a_3 = 0.187234,$<br>$a_4 = -0.98604,$<br>$a_5 = 0.26345$    |
| Kayın ( <i>Fagus orientalis</i><br>Lipsky)                                  | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d) + a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\log a_1 = -5.31879,$<br>$a_2 = -0.186038,$<br>$a_3 = 0.143931,$<br>$a_4 = 2.224434,$<br>$a_5 = -0.282693$ |
| Göknar  | Osman Sun ve Arkadaşları<br>(1977) | $\ln V = \ln a_1 + a_2 \ln(d) + a_3 \ln^2(d) + a_4 \ln(h) + a_5 \ln^2(h)$ | $\log a_1 = -3.32192,$<br>$a_2 = 1.430513,$<br>$a_3 = -0.105234,$<br>$a_4 = -0.843821,$<br>$a_5 = 0.235029$ |
| Kazdağı Göknarı ( <i>Abies</i><br><i>equitrojani</i> Aschers, et<br>Sinten) | Ünal Asan (1984)                   | $V = a * d^b * h^c$   | $a = 0.05456,$ $b = 1.86313$ $c = 1.06574,$<br>$df = 1.007$   |
| Meşe ( <i>Demirköy</i> )  | İsmail Eraslan (1955)              | $V = a * d^b * h^c$   | $a = 0.062151,$ $b = 2.067172$ $c = 0.765174$   |
| Boylu Ardıç ( <i>Juniperus</i><br><i>excelsa</i> Bieb.) 1                   | Ünal Eler (1986)                   | $V = a * d^b * h^c$   | $a = 0.035623846,$ $b = 2.27029466,$<br>$c = 0.595058217,$ $df = 1.0014785,$                                |
| Boylu Ardıç ( <i>Juniperus</i><br><i>excelsa</i> Bieb.) 2                   | Ragıp Aykın (1978)                 | $\ln V = a + b \ln D + c \ln^2 D + d \ln H + e \ln^2 H$                   | $a = -0.0952276,$ $b = 2.4590164,$ $c = -0.0597942$<br>$d = -0.3793180,$ $e = 0.4591359$                    |

Çizelge 1: Devamı

| Ağaç Türü  | Hazırlayan              | Denklem  | Katsayılar  |
|--|-------------------------|--|---|
| 1  | 2                       | 3  | 4   |
| Kızılağaç ( <i>Alnus glutinosa</i><br><i>Gaertn. subsp. barbata</i><br>( <i>C.A. Mey.</i> ) <i>Yalt.</i> ) | Nedim Saraçoğlu (1988)  | $V=a+d^b \cdot h^c$                                  | a=0.4047, b=1.92886, c=0.94382,<br>df=1.005689  |
| Melez Kavak ( <i>I-214</i> )   | A. Sencer Birler (1994) | $\ln V=a+bD^2+cD^2H$<br>$+dD^2H^2+e(\ln D)+f(\ln H)$ | a=-3.3504, b=-0.000357, c=0.00001436,<br>d=-0.000000201, e=2.079075, f=0.933634<br>df=1.001777805 |



### 2.2.1 Ağaç Sayısının Belirlenmesi

Örnek alanda ölçülen ağaçların çap kademelerine dağılışının bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla belirli sayıda çap kademesi oluşturulmakta ve bunların genişliklerinin nasıl hesaplanacağı çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir (KALIPSIZ 1981, 1993).

Bu çalışmada her örnek alanda ölçülen ağaçlar 2 cm'lik çap kademelerine dağıtılarak kademede ki ağaç sayıları, bunların toplanmasıyla da örnek alandaki ağaç sayısı belirlenmiştir. Örnek alan için belirlenen ağaç sayısı, o örnek alana ait hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak hektardaki ağaç sayısı değeri elde edilmiştir.

### 2.2.2 Meşcere Çapının Belirlenmesi

#### 2.2.2.1 En Küçük ve En Büyük Çap Değerinin Belirlenmesi

Örnek alan içerisinde ölçülen en küçük çap değeri ile en büyük çap değeri seçilmektedir. Bu değerler, örnek aldığımız meşceredeki ağaçların çap değerlerinin hangi aralıklarda değiştiğini kavramamıza yardım etmektedir.

#### 2.2.2.2 Aritmetik Orta Çapın Hesaplanması

Ölçülen çap değerlerinin aritmetik ortalaması aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$d_0 = (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) / n \quad (1)$$

Formülde yer alan  $d_0$ , ortalama çapı;  $n$  ise örnek alandaki ağaç sayısını ifade etmektedir.

#### 2.2.2.3 Göğüs Yüzeği Orta Ağacının Çapı

Göğüs yüzeyi ile hacim arasında bulunan doğrusal ilişki nedeniyle göğüs yüzeyi bakımından ortalama durumdaki ağaç hacim bakımından da ortalama nitelikte kabul edilmektedir. Hacim ile yakın ilişkisinden dolayı, orta çap olarak, göğüs yüzeyi orta ağacının çapı hasılat tablolarının hazırlanmasında yaygın bir kullanım yerine sahiptir. Orta çapın hesaplanmasında; örnek alanda ölçülen çapların göğüs yüzeyleri toplamı örnek alandaki ağaç sayıları toplamına bölünerek ortalama olarak bir ağacın göğüs yüzeyi belirlenmektedir.

$$\bar{g} = \sum_{i=1}^N g_i / N \quad (2)$$

Ortalama göğüs yüzeyinin belirlenmesinden sonra, göğüs yüzeyi orta ağacının çapı aşağıdaki denklem yardımıyla saptanmaktadır (FIRAT 1973; KALIPSIZ 1993; KRAMER/AKÇA 1987).

$$\bar{d}_g = \sqrt{4 \bar{g} / \pi} \quad (3)$$

#### 2.2.2.4 Weisse Orta Ağacının Çapı

Meşcerede ölçülen ağaçların kalın çaplardan itibaren % 40'ına veya ince çaplardan itibaren % 60'ına karşılık gelen çap değeri Weisse orta ağacının çapı olarak saptanmaktadır. Weisse orta ağacının çapı ve boyunun hesaplanmasına ilişkin bir örnek Tablo 2'de görülmektedir. Aynı yaşlı meşcerelerde yapılan çalışmalar Weisse orta ağacının hacim orta ağacı olarak güvenle kullanılabilirliğini göstermektedir (FIRAT 1973; KRAMER/AKÇA 1987).

Tablo 2: Weise Orta Ağacının Çapı ve Boyunun Hesaplanması

| Çap Kademesi (cm) | Kademe Ortası (cm) | $n_i$ (Adet) | $g_i$ (m <sup>2</sup> ) | $g_i \cdot n_i$ (m <sup>2</sup> ) | $h_i$ (Korsun) (m) |
|-------------------|--------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 5-6.9             | 6                  | 2            | 0.00283                 | 0.00566                           | 4.70               |
| 7-8.9             | 8                  | 8            | 0.00503                 | 0.04024                           | 5.77               |
| 9-10.9            | 10                 | 11           | 0.00785                 | 0.08635                           | 6.71               |
| 11-12.9           | 12                 | 13           | 0.01131                 | 0.14703                           | 7.54               |
| 13-14.9           | 14                 | 13           | 0.01539                 | 0.20007                           | 8.30               |
| 15-16.9           | 16                 | 18           | 0.02010                 | 0.36180                           | 8.99               |
| 17-18.9           | 18                 | 9            | 0.02540                 | 0.22860                           | 9.63               |
| 19-20.9           | 20                 | 10           | 0.03140                 | 0.31400                           | 10.22              |
| 21-22.9           | 22                 | 26           | 0.03800                 | 0.988                             | 10.77              |
| 23-24.9           | 24                 | 24           | 0.04520                 | 1.08480                           | 11.29              |
| 25-26.9           | 26                 | 19           | 0.05310                 | 1.00890                           | 11.77              |
| 27-28.9           | 28                 | 22           | 0.06160                 | 1.35520                           | 12.23              |
| 29-30.9           | 30                 | 30           | 0.07070                 | 2.12100                           | 12.66              |
| 31-32.9           | 32                 | 32           | 0.08040                 | 2.57280                           | 13.07              |
| 33-34.9           | 34                 | 31           | 0.09080                 | 2.81480                           | 13.46              |
| 35-36.9           | 36                 | 34           | 0.10180                 | 3.46120                           | 13.84              |
| 37-38.9           | 38                 | 19           | 0.11340                 | 2.15460                           | 14.19              |
| 39-40.9           | 40                 | 24           | 0.12560                 | 3.01440                           | 14.53              |
| 41-42.9           | 42                 | 11           | 0.13850                 | 1.52350                           | 14.85              |
| 43-44.9           | 44                 | 12           | 0.15190                 | 1.82280                           | 15.16              |
| 45-46.9           | 46                 | 4            | 0.16610                 | 0.66440                           | 15.46              |
| 47-48.9           | 48                 | 2            | 0.18080                 | 0.36160                           | 15.75              |
| 49-50.9           | 50                 | 4            | 0.19620                 | 0.78480                           | 16.03              |
| TOPLAM            |                    | 378          |                         | 27.11655                          |                    |

Weise orta ağacı kalın çaptan başlanarak ince çaplara doğru ağaç sayısının % 40'ına isabet eden çap değeridir. Örneğimizde, 378 adet olan toplam ağaç sayısının % 40'ı 151 ağaca karşılık gelmektedir. Diğer bir anlatımla Weise orta ağacının çapı, burada hesaplanan 151'inci ağacın isabet ettiği çap olmaktadır. Kalın çaptan başlanarak 151 ağacı dolduracak şekilde ince çaplara doğru basamak-taki ağaç sayıları toplanarak 32 çap basamağına kadar gelinir. 32 çap basamağında 32 ağaç bulun-maktadır. 151 ağacı tamamlamak için bu basamaktan 10 ağaca gereksinim duyulmaktadır. Bu 10 ağacın 2 cm'lik basamak genişliğinde kaç cm'lik yer tuttuğu;  $X=(10/32)^2=0.625$  cm olarak saptanır. Basamak üst sınırından bulduğumuz X değeri çıkarılmak suretiyle;  $dw=32.99-0.625=32.374$  cm şekilinde Weise orta ağacının çapı saptanmaktadır. Weise orta ağacının boyu ise; yukarıda açıklandığı şekilde bulunan dw değerinin çap-boy eğrisinde yerine konulmasıyla belirlenmektedir. Weise orta ağacının boy değeri Korsun için 13.15 m'dir.

### 2.2.3 Meşcere Göğüs Yüzeyinin Belirlenmesi

#### 2.2.3.1 Örnek Alan Göğüs Yüzeyinin Belirlenmesi

Örnek alandaki tek ağaçların göğüs yüzeyleri, 1.3 m. yüksekliğindeki çapları yardımcıyal Daire Yüzeyleri Tabloları kullanılarak hesaplanabildiği gibi (KALIPSIZ 1993), yine göğüs çapının bilinmesi halinde;

$$g_{1.3} = (\pi / 4) d_{1.3}^2 \quad (4)$$

formülü yardımıyla da hesaplanabilmektedir (KRAMER-AKÇA 1987, s. 74). Örnek alandaki çap basamaklarında bulunan göğüs yüzeylerinin toplamı alınarak örnek alan göğüs yüzeyi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (KALIPSIZ 1993).

$$G = \sum_{i=1}^k f_i g_i \quad (5)$$

#### 2.2.3.2 Hektara Çevirme Katsayısı

Örnek alanlar için saptanan ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim gibi değerlerin birim alandaki miktarlarının bilinmesi ihtiyacı çevirme katsayısının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ormancılıkta birim alan olarak hektar kullanılmaktadır. Örnek alanlarda ölçülen ve değerlendirilen meşcere parametrelerinin hektara dönüştürülmesi; 1 hektarın (10 000 m<sup>2</sup>) örnek alan büyüklüğüne (s) oranlanması ile yapılmaktadır.

$$HÇK = 10000 / s \quad (6)$$

#### 2.2.3.3 Hektardaki Göğüs Yüzeyinin Belirlenmesi

Örnek alandaki göğüs yüzeyi saptandıktan sonra, saptanan bu değer 6 numaralı formül yardımıyla elde edilen hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak o örnek alan için hektardaki göğüs yüzeyi belirlenmiş olur.

### 2.2.4 Meşcere Boyunun Belirlenmesi

#### 2.2.4.1 Meşcere Boy Eğrisi

Ağaç boyunun ölçümü zaman alıcı olması nedeniyle, örnek alandaki tüm ağaçların boylarının ölçülmesi yerine 30-100 ağacın çapı ve boyu ölçülmede göğüs çapı ile ağaç boyu arasındaki istatistiki ilişkiden yararlanılmaktadır (KALIPSIZ 1993).

Meşcerelerin gelişiminin tahmin edilmesinde ölçümü kolay olan değişkenler yardımıyla ölçümü daha zor olan değişkenlerinin belirlenmesine çalışılmaktadır. Burada ağacın kolay ölçülebilen çapları yardımıyla boyları, kurulan regresyon denklemleri yardımıyla saptanabilmekte ve örnek alanların çift girişli hacim tablolarıyla hacimlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Örnek alanlarda çap-boy eğrisi düzenlemeye yetecek kadar veri elde edildikten sonra bu eğrinin trendine uygun modeller kurulmaktadır. Ölçülen çaplar yardımıyla boy değerlerini veren bu modellerden bazıları aşağıda verilmiştir (NAGEL 1991).

$$1- \text{Parabol} \quad h = a + b \cdot d + c \cdot d^2 \quad (7)$$

$$2- \text{Prodan} \quad h = 1.3 + (d^2 / a + b \cdot d + c \cdot d^2) \quad (8)$$

$$3- \text{Pettersön} \quad h = 1.3 + \exp(\ln(1.0 / (a + b \cdot (1.0/d)))) \cdot 3.0 \quad (9)$$

$$4- \text{Korsun} \quad \ln h = a + b \cdot \ln d + c \cdot (\ln d)^2 \quad (10)$$

$$5- \text{Logaritmik} \quad h = a + b \cdot \ln d \quad (11)$$

$$6- \text{Freese} \quad \ln h = a + b \cdot \ln d + c \cdot d \quad (12)$$

$$7- \text{Michailow} \quad h = 1.3 + e^{a+c} \cdot d^b \quad (13)$$

Denklemlerde yer alan  $h$ , ağaçların boy değerlerini;  $d$ , ağaçların çap değerlerini;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , hesaplanacak katsayıları;  $\ln$ , doğal logaritmayı;  $e$  ise Euler sayısını (2.712818) göstermektedir. Çap-boy eğrisi ve ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılışını gösteren grafikler Şekil 3 ve 4'te görülmektedir. Yukarıda verilen her denklemin standart hatası ve belirtme katsayısı hesaplanmakta ve grafik üzerinde gösterilmektedir. Hangi denklemin ölçülen çap-boy verilerine daha uygun olduğunu belirlemek için, önce belirtme katsayısı 1'e en yakın olan denklem seçilmektedir daha sonra çap-boy eğrisinin trendine bakılmakta ve bu değer yardımıyla seçim işlemi tamamlanmaktadır. Bazı denklemlerin belirtme katsayıları yüksek olmasına rağmen çap ve boy arasındaki beklenen trendi göstermemektedir. Bu durumda beklenen trendi gösteren daha düşük belirtme katsayısına sahip olan denklem seçilmektedir.

#### 2.2.4.2 En Küçük ve En Büyük Boy Değerinin Belirlenmesi

Örnek alan içerisinde ölçülen en küçük boy değeri ile en büyük boy değeri seçilmektedir. Bu değerler, örnek aldığımız meşceredeki ağaçların boy değerlerinin hangi aralıklarda değiştiğini kavramamıza yardım etmektedir.

#### 2.2.4.3 Aritmetik Orta Boyun Hesaplanması

Örnek alanda ölçülen ağaçların ortalama boyları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$h_0 = (h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n) / n \quad (14)$$

Formülde yer alan  $h_0$ , ortalama boyu;  $n$  ise örnek alandaki ağaç sayısını ifade etmektedir.

#### 2.2.4.4 Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Boyu

2.2.2.3 kesiminde açıklandığı şekilde saptanan çapa karşılık gelen boy değeri, göğüs yüzeyi orta ağacının boyu olarak çap boy eğrisinden alınır (Tablo 3).

#### 2.2.4.5 Weise Orta Ağacının Boyu

2.2.2.4 kesiminde Weise orta ağacının çapı olarak saptanan bu çapa karşılık gelen boy değeri çap-boy eğrisinden alınmakta ve Weise orta ağacının boyu olarak ifade edilmektedir.

#### 2.2.4.6 Lorey'in Meşcere Orta Boyu ( $H_L$ )

Meşcerede ölçülen her çap kademesindeki ağaç sayısını kademelerin göğüs yüzeyi ve orta boyuyla çarparak toplamları alınmakta ve meşcere göğüs yüzeyine bölünerek Lorey orta boyu elde edilmektedir. Bu boy değeri Orta Avrupa'da hazırlanan hasılat tablolarında çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Lorey orta boyunu belirlemede kullanılan formül şu şekildedir (FIRAT 1973; KALIPSIZ 1993; KRAMER/AKÇA 1987; PRODAN 1951)

$$h_L = \frac{n_1 g_1 h_1 + n_2 g_2 h_2 + \dots + n_k g_k h_k}{n_1 g_1 + n_2 g_2 + \dots + n_k g_k} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i g_i h_i}{\sum_{i=1}^k n_i g_i} \quad (15)$$

Tablo 3: Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Çapı ve Boyunun Hesaplanması

| Çap Kademesi (cm) | Kademe Ortası (cm) | $n_i$ (Adet) | $g_i$ (m <sup>2</sup> ) | $g_i \cdot n_i$ (m <sup>2</sup> ) | $h_i$ (Korsun) (m) |
|-------------------|--------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 5-6.9             | 6                  | 2            | 0.00283                 | 0.00566                           | 4.70               |
| 7-8.9             | 8                  | 8            | 0.00503                 | 0.04024                           | 5.77               |
| 9-10.9            | 10                 | 11           | 0.00785                 | 0.08635                           | 6.71               |
| 11-12.9           | 12                 | 13           | 0.01131                 | 0.14703                           | 7.54               |
| 13-14.9           | 14                 | 13           | 0.01539                 | 0.20007                           | 8.30               |
| 15-16.9           | 16                 | 18           | 0.02010                 | 0.36180                           | 8.99               |
| 17-18.9           | 18                 | 9            | 0.02540                 | 0.22860                           | 9.63               |
| 19-20.9           | 20                 | 10           | 0.03140                 | 0.31400                           | 10.22              |
| 21-22.9           | 22                 | 26           | 0.03800                 | 0.988                             | 10.77              |
| 23-24.9           | 24                 | 24           | 0.04520                 | 1.08480                           | 11.29              |
| 25-26.9           | 26                 | 19           | 0.05310                 | 1.00890                           | 11.77              |
| 27-28.9           | 28                 | 22           | 0.06160                 | 1.35520                           | 12.23              |
| 29-30.9           | 30                 | 30           | 0.07070                 | 2.12100                           | 12.66              |
| 31-32.9           | 32                 | 32           | 0.08040                 | 2.57280                           | 13.07              |
| 33-34.9           | 34                 | 31           | 0.09080                 | 2.81480                           | 13.46              |
| 35-36.9           | 36                 | 34           | 0.10180                 | 3.46120                           | 13.84              |
| 37-38.9           | 38                 | 19           | 0.11340                 | 2.15460                           | 14.19              |
| 39-40.9           | 40                 | 24           | 0.12560                 | 3.01440                           | 14.53              |
| 41-42.9           | 42                 | 11           | 0.13850                 | 1.52350                           | 14.85              |
| 43-44.9           | 44                 | 12           | 0.15190                 | 1.82280                           | 15.16              |
| 45-46.9           | 46                 | 4            | 0.16610                 | 0.66440                           | 15.46              |
| 47-48.9           | 48                 | 2            | 0.18080                 | 0.36160                           | 15.75              |
| 49-50.9           | 50                 | 4            | 0.19620                 | 0.78480                           | 16.03              |
| TOPLAM            |                    | 378          |                         | 27.11655                          |                    |

Göğüs yüzeyi orta ağacının çapını hesaplamak için; toplam göğüs yüzeyi değeri olan 27.11655, toplam ağaç sayısı değeri olan 378'e bölünerek ortalama göğüs yüzeyi değeri olan 0.071736 m<sup>2</sup> bulunmuştur. Daha sonra bu değer  $dg = \sqrt{(4 \cdot 0.071736 / \pi)}$  formülünde yerine konularak göğüs yüzeyi orta ağacının çapı,  $dg=30.22$  cm olarak hesaplanmıştır. Göğüs yüzeyi orta ağacının boyu ise; yukarıda açıklandığı şekilde bulunan  $dg$  değerinin çap-boy eğrisinde yerine konulmasıyla belirlenmektedir. Göğüs yüzeyi orta ağacının boy değeri Korsun için 12.71 m'dir.

Denklemden yer alan  $n_{i=1}$ 'inci çap kademesindeki ağaç sayısını,  $g_{i=1}$ 'inci çap kademesindeki bir ağacın göğüs yüzeyini,  $h_i$ =çap kademesinin orta boyunu ve  $k$ =çap kademesi sayısını ifade etmektedir.

#### 2.2.4.7 Meşcere Üst Boyu ( $H_{100}$ )

Meşcere orta boyunun yapılan silvikültürel müdahalelerden etkilenmesi nedeniyle, bu müdahalelerden etkilenmeyen bir boy değeri olarak meşcere üst boyu ortaya çıkmıştır. Meşcere üst boyu olarak hektardaki en kalın 100 ağacın ortalama çapına karşılık gelen boy değeri çap-boy eğrisinden elde edilir. Meşcere üst boyunun belirlenmesine ilişkin bir örnek Tablo 4'te verilmiştir. Ayrıca hektardaki 200 ağacın ortalama çapını esas alan üst boy belirleme yöntemi de vardır (ALEM-DAG 1967; FIRAT 1973; KRAMER/AKÇA 1987).

#### 2.2.5 Meşcere Şekil Katsayısının Belirlenmesi

Örnek alanların meşcere şekil katsayıları aşağıdaki formüller yardımıyla belirlenebilmektedir (KRAMER 1988).

$$F = V / (\pi / 4 * d_g * d_g * h_g * N) \quad (16)$$

$$F = V / (G * h_g) \quad (17)$$

Formülde yer alan  $F$ , meşcere şekil katsayısını;  $V$ , örnek alandaki ağaçların denklem yardımıyla belirlenen hacimleri toplamını;  $d_g$ , göğüs yüzeyi orta ağacının çapını;  $h_g$ , göğüs yüzeyi orta ağacının boyunu;  $G$ , örnek alandaki ağaçların göğüs yüzeyini ve  $N$  ise örnek alandaki toplam ağaç sayısını ifade etmektedir.

#### 2.2.6 Meşcere Hacminin Hesaplanması

##### 2.2.6.1 Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Hacminin Belirlenmesi

Hacim orta ağacı yöntemlerinden biri olan göğüs yüzeyi orta ağacının hacmi, meşcere ağaç sayısı ile çarpılmak suretiyle meşcere hacminin kestirilmesinde kullanılmaktadır.

Göğüs yüzeyi orta ağacının hacminin belirlenmesi için ilgili ağaç türüne ait hacim denkleminde çap ve boy değerleri yerine göğüs yüzeyi orta ağacının çap ve boy değerinin kullanılması yeterli olmaktadır.

$$V_g = a + b d_g + c h_g \quad (18)$$

Formülde yer alan  $V_g$ , göğüs yüzeyi orta ağacının hacmini;  $d_g$ , göğüs yüzeyi orta ağacının çapını;  $h_g$ , göğüs yüzeyi orta ağacının boyunu; ve  $a$   $b$   $c$  ise katsayıları ifade etmektedir.

##### 2.2.6.2 Örnek Alan Hacminin Belirlenmesi

Ağaçların hacimlerinin belirlenebilmesi için doğrudan hacim belirleme yöntemleri ve dolaylı hacim belirleme yöntemleri geliştirilmiştir. Doğrudan hacim belirleme yöntemleri olarak ksilometre ve seksiyon yöntemi sayılabilir. Ağaç hacim tablolarının hazırlanmasında seksiyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin orman envanterinde ve hasılat tablosu düzenlemek amacıyla örnek alanların değerlendirilmesinde kullanılması, hem zaman alıcı ve pahalı hem de ormana zarar verici bir yoldur.

Doğrudan hacim belirleme yöntemlerinin yerine orman envanterinde dolaylı hacim belirleme yöntemleri daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemleri ağaç hacim tabloları ve optik dendrometreler olarak iki grupta toplamak mümkündür (SCHREUDER et al. 1993). Ağaç hacim

Tablo 4: Hektardaki 100 Kalın Ağacın Çap ve Boyunun Hesaplanması

| Çap<br>Kademesi<br>(cm) | Kademe<br>Ortası<br>(cm) | $n_i$<br>(Adet) | $g_i$<br>( $m^2$ ) | $g_i * n_i$<br>( $m^2$ ) | $h_i$ (Korsun)<br>(m) |
|-------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| 5-6.9                   | 6                        | 2               | 0.00283            | 0.00566                  | 4.70                  |
| 7-8.9                   | 8                        | 8               | 0.00503            | 0.04024                  | 5.77                  |
| 9-10.9                  | 10                       | 11              | 0.00785            | 0.08635                  | 6.71                  |
| 11-12.9                 | 12                       | 13              | 0.01131            | 0.14703                  | 7.54                  |
| 13-14.9                 | 14                       | 13              | 0.01539            | 0.20007                  | 8.30                  |
| 15-16.9                 | 16                       | 18              | 0.02010            | 0.36180                  | 8.99                  |
| 17-18.9                 | 18                       | 9               | 0.02540            | 0.22860                  | 9.63                  |
| 19-20.9                 | 20                       | 10              | 0.03140            | 0.31400                  | 10.22                 |
| 21-22.9                 | 22                       | 26              | 0.03800            | 0.988                    | 10.77                 |
| 23-24.9                 | 24                       | 24              | 0.04520            | 1.08480                  | 11.29                 |
| 25-26.9                 | 26                       | 19              | 0.05310            | 1.00890                  | 11.77                 |
| 27-28.9                 | 28                       | 22              | 0.06160            | 1.35520                  | 12.23                 |
| 29-30.9                 | 30                       | 30              | 0.07070            | 2.12100                  | 12.66                 |
| 31-32.9                 | 32                       | 32              | 0.08040            | 2.57280                  | 13.07                 |
| 33-34.9                 | 34                       | 31              | 0.09080            | 2.81480                  | 13.46                 |
| 35-36.9                 | 36                       | 34              | 0.10180            | 3.46120                  | 13.84                 |
| 37-38.9                 | 38                       | 19              | 0.11340            | 2.15460                  | 14.19                 |
| 39-40.9                 | 40                       | 24              | 0.12560            | 3.01440                  | 14.53                 |
| 41-42.9                 | 42                       | 11              | 0.13850            | 1.52350                  | 14.85                 |
| 43-44.9                 | 44                       | 12              | 0.15190            | 1.82280                  | 15.16                 |
| 45-46.9                 | 46                       | 4               | 0.16610            | 0.66440                  | 15.46                 |
| 47-48.9                 | 48                       | 2               | 0.18080            | 0.36160                  | 15.75                 |
| 49-50.9                 | 50                       | 4               | 0.19620            | 0.78480                  | 16.03                 |
| TOPLAM                  |                          | 378             |                    | 27.11655                 |                       |

Hektardaki 100 kalın ağacın çapı olan  $d_{100}$  ve  $h_{100}$  değerlerinin saptanabilmesi için; kalın çaptan ince çaplara doğru 100 ağaç seçilir. Bu ağaçların çap basamaklarındaki göğüs yüzeyleri toplamı hesaplanır. Bu 100 ağacın göğüs yüzeyleri toplam değeri=12.7693  $m^2$ 'dir. Bu 100 ağacın göğüs yüzeyleri ortalaması ise, 0.127693  $m^2$  olarak bulunmuştur. Daha sonra bu değer  $d_{100} = 200 \sqrt{(0.127693 / \pi)}$  formülünde yerine konularak hektardaki 100 kalın ağacın çapı,  $d_{100} = 40.33$  cm olarak hesaplanmıştır. Hektardaki 100 kalın ağacın boyu,  $h_{100}$  ise; yukarıda açıklandığı şekilde bulunan  $d_{100}$  değerinin çap-boy eğrisinde yerine konulmasıyla belirlenmektedir. Göğüs yüzeyi orta ağacının boy değeri Korsun için 14.58 m'dir.

tabloları örnek alan hacminin belirlenebilmesi için başvurulan en önemli yöntem olarak sayılabilir. Örnek alan hacminin belirlenebilmesi için ilgili ağaç türüne ait çift girişli ağaç hacim tablosuna veya ağaç hacim denkleminin ihtiyaç duyulmaktadır. Hacim denkleminin kullanılabilmesi için, hacmi bulunacak her ağacın çap ve boy değerinin bilinmesi gerekmektedir. Örnek alan içindeki çapı ölçülen bütün ağaçların boylarının ölçülmesi çok zaman alıcı bir işlem olması nedeniyle her örnek alan için çap-boy ilişkisi belirlenir. Böylece hacim denkleminin kullanılabilmesi için gerekli olan boy değerleri çap-boy ilişkisi yardımıyla elde edilir. Örnek alan içindeki çapı ölçülen bütün ağaçların boy değerleri çap-boy eğrisinden alınarak hacim denklemindeki yerlerine konulmak suretiyle her ağacın hacmi ve bunların toplanmasıyla da örnek alanın hacmi hesaplanmaktadır.

Tek ağaçların hacimlerinin saptanmasında çift girişli hacim denklemlerinden başka tek girişli ve çok girişli hacim denklemleri de kullanılmaktadır. Tek girişli, çift girişli ve çok girişli hacim denklemlerine ilişkin bazı örnekler aşağıda verilmiştir (CLUTTER et al. 1983; FIRAT 1973; KALIPSIZ 1993; KRAMER/AKÇA 1987; LOETSCH et al.; SCHREUDER et al. 1993; YAVUZ 1995; ZÖHRER 1980).

$$V = a + b d^2 \text{ (Kopezky-Gehrhardt)} \quad (19)$$

$$V = a + b d + c d^2 \text{ (Hohenadl-Krenn)} \quad (20)$$

$$\text{Log}V = \text{Log}a + b \text{Log}(d) \quad (21)$$

$$V = b d^2 h \quad (22)$$

$$V = a + b d^2 h \text{ (Spurr)} \quad (23)$$

$$V = a + b d^2 + c h + d d^2 h \quad (24)$$

$$V = a d^b h^c \text{ (Schumacher-Hall)} \quad (25)$$

$$V = a + b d_i dh \text{ (Spurr)} \quad (26)$$

Denklemlerde yer alan  $V$ , tek ağaç hacmini;  $d$ , ağacın 1.3 yüksekliğinde ölçülen çapını;  $h$ , ağacın boyunu;  $d_i$ , ağacın herhangi bir yüksekliğinden ölçülen çapını;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ve  $d$  ise hesaplanacak katsayıları göstermektedir.

### 2.2.6.3 Hektardaki Hacmin Belirlenmesi

Tek ağaç hacimleri saptandıktan sonra, örnek alan içindeki ağaçların hacimleri toplanarak bir önceki kesimde açıklandığı şekilde örnek alanın toplam hacmi belirlenmiş olur. Her örnek alan için belirlenen bu hacimler hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak hektardaki hacim değeri elde edilmiş olur.

### 2.2.6.4 Örnek Alanın Ortalama Hacminin Belirlenmesi

Örnek alandaki mevcut ağaçların hacimleri toplanarak elde edilen toplam hacim değeri, örnek alan içinde bulunan toplam ağaç sayısına bölünerek örnek alanın ortalama hacmi belirlenmektedir.

### 2.2.7 Ayrılan Meşcere Parametrelerin Hesaplanması

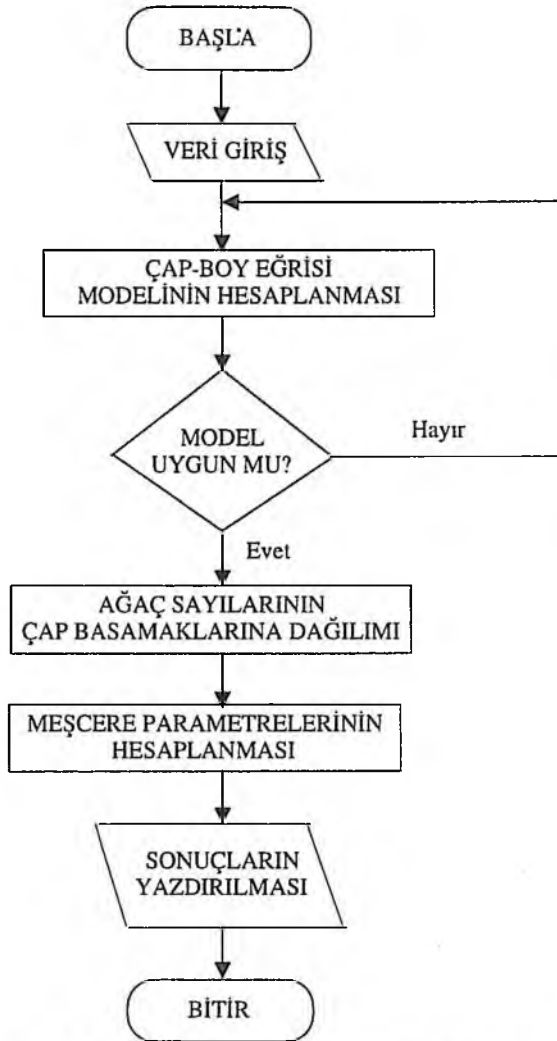
Mevcut meşcere için ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, hacim ve diğer meşcere parametrelerinin saptanmasından sonra yapılacak silvikültürel müdahaleler ile ayrılan meşcereye ait ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim değerleri belirlenmiştir. Hasılat araştırmalarında ayrılan meşcere orta çapı ve boyu, kalan meşcerenin orta çap ve boyu arasındaki mevcut alometrik ilişkiler yardımıyla saptanmaktadır (GÜNEL 1978, s. 30). Hazırlanan bu programda ise silvikültürel müdahalelerle çıkarılması gereken ağaçlar işaretlenmiş ve silvikültürel etanın belirlenmesine yardımcı olmak üzere ayrılan meşcere hacimleri saptanmıştır. Ayrılan meşcere hacminin hesaplanabilmesi için, önce ayrılan meşcereye ait göğüs yüzeyi orta ağacının çapı belirlenmiş ve bu çapa karşılık gelen boy de-



ğeri çap-boy eğrisinden alınarak ilgili hacim denkleminde yerine konulmuş ve ayrılan meşcere için tek ağaçların hacimleri, daha sonra bu hacimlerin toplamı alınmak suretiyle ayrılan meşcere hacimleri saptanmıştır. Diğer meşcere parametreleri de daha önceki kesimlerde açıklandığı şekilde belirlenmiştir.

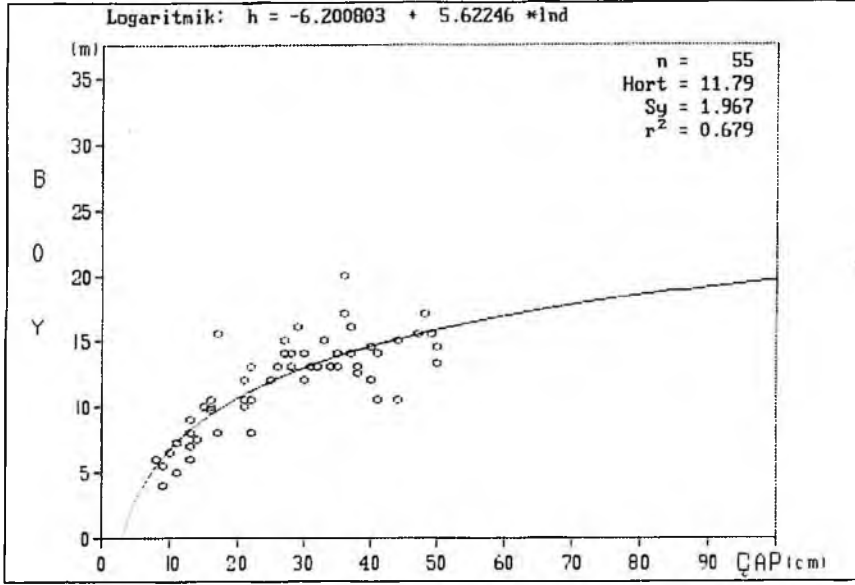
### 2.3 Bilgisayar Programının Oluşturulması

Örnek alanlardan elde edilen verilerin değerlendirilmesine ilişkin olarak hazırlanan bilgisayar programının ana akış şeması aşağıda Şekil 2'de verilmiştir. Programın tanıtımı ve kullanımına ilişkin bilgiler ayrı bir makalede ele alındığından burada ayrıntılı bir açıklamaya yer verilmemiştir.

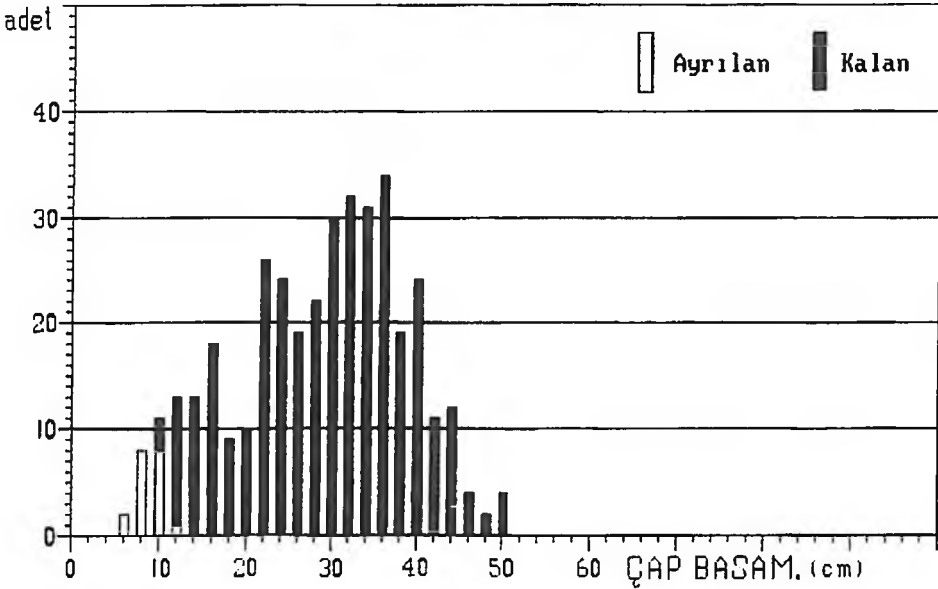


Şekil 2: Bilgisayar programının genel akış şeması

Programın çalıştırılmasıyla elde edilen grafikler Şekil 3 ve Şekil 4'te, değerlendirme sonuçları ise Çizelge 2'de görülmektedir.



Şekil 3: Çap-boy eğrisi



Şekil 4: Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı

Çizelge 2: Değerlendirme Sonuçları

| ÖRNEK ALANA AİT GENEL BİLGİLER  |                           |          |                 |         |          |          |
|---|---------------------------|----------|-----------------|---------|----------|----------|
| Örnek alan sıra No  | = 1                       |          |                 |         |          |          |
| Dosya ismi  | - DENEME 1                |          |                 |         |          |          |
| Bölge Müdürlüğü   | - İstanbul                |          |                 |         |          |          |
| İşletme Müdürlüğü   | - İstanbul                |          |                 |         |          |          |
| İşletme Şefliği   | - Adalar                  |          |                 |         |          |          |
| Seri Adı  | - Maden                   |          |                 |         |          |          |
| Bölme No  | : 22                      |          |                 |         |          |          |
| Örnek Alan No   | : 1                       |          |                 |         |          |          |
| Alan Büyüklüğü  | = 10000 (m <sup>2</sup> ) |          |                 |         |          |          |
| Ağaç Türü   | - Kızılcım                |          |                 |         |          |          |
| Meşcere Yaşı  | = 100                     |          |                 |         |          |          |
| Rakım   | = 35 (m)                  |          |                 |         |          |          |
| Bakı  | - KB                      |          |                 |         |          |          |
| Eğim  | = 20 (°)                  |          |                 |         |          |          |
| Kapalılık   | = 1                       |          |                 |         |          |          |
| Arazi Durumu  | - Üst Yamaç               |          |                 |         |          |          |
| ÖRNEK ALAN DEĞERLENDİRME SONUÇLARI  |                           |          |                 |         |          |          |
| Çap-Boy Eğrisine Ait Denklem ve Katsayıları   |                           |          |                 |         |          |          |
| Petterson $h = 1.3 + \exp(\log(1 / (.3646 + 2.298327*(1 / d)^3))$                                     |                           |          |                 |         |          |          |
| Hesaplamalarda Kullanılan Hacim Denklemi  |                           |          |                 |         |          |          |
| 1. Kızılcım 1 ( <i>Pinus brutia Ten.</i> ) Genel. Ş. Alemdağ 1962                                     |                           |          |                 |         |          |          |
|   | Ana Meşcere               |          | Ayrılan Meşcere |         | Toplam   |          |
|   | Çap (cm)                  | Boy (m)  | Çap (cm)        | Boy (m) | Çap (cm) | Boy (m)  |
| Aritmetik Ortalama  | 29.18                     | 12.43    | 8.32            | 5.40    | 28.13    | 11.79    |
| Minimum   | 10.00                     | 6.00     | 5.00            | 4.00    | 5.00     | 4.00     |
| Maksimum  | 50.00                     | 20.00    | 11.00           | 6.00    | 50.00    | 20.00    |
| Göğüs Yüzeyi Orta Ağacı   | 30.95                     | 13.13    | 8.97            | 5.48    | 30.23    | 12.99    |
| Weise Orta Ağacı  | 32.37                     | 13.40    |                 |         | 32.37    | 13.40    |
| 100 Kalın Ağacın  | 40.33                     | 14.65    |                 |         | 40.33    | 14.65    |
| Lorey Orta Boyu   |                           | 14.50    |                 |         |          | 14.50    |
| Şekil Katsayısı   |                           | 0.4458   |                 | 0.4133  |          | 0.4494   |
| Göğüs Yüzeyi Ort. Ağacı Hacmi   |                           | 0.4421   |                 | 0.0166  |          | 0.4173   |
| Ortalama Hacim  |                           | 0.4046   |                 | 0.0143  |          | 0.4189   |
| Örnek Alan Ağaç Sayısı  | 359                       |          | 19              |         | 378      |          |
| Örnek Alan Göğüs Yüzeyi   |                           | 27.0029  |                 | 0.1200  |          | 27.1229  |
| Örnek Alan Hacmi  |                           | 158.0539 |                 | 0.2717  |          | 158.3256 |
| Hektardaki Ağaç Sayısı  | 359                       |          | 19              |         | 378      |          |
| Hektardaki Göğüs Yüzeyi   |                           | 27.0029  |                 | 0.1200  |          | 27.1229  |
| Hektardaki Hacim  |                           | 158.0539 |                 | 0.2717  |          | 158.3256 |
| Yukarıda verilen hacimler (m <sup>3</sup> ), göğüs yüzeyleri (m <sup>2</sup> ) olarak hesaplanmıştır. |                           |          |                 |         |          |          |

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmayla Türkiye'de mevcut aynı yaşlı, saf, tek tabakalı ormanlarda yapılacak örnek alanlara dayalı hasılat araştırmaları için bir örnek alan değerlendirme programı oluşturulmuştur. Bu bilgisayar programı yardımıyla örnek alanlardan elde edilen veriler hassas olarak değerlendirilebilecek aynı zamanda araştırmacılara zaman tasarrufu sağlayacaktır. Böyle bir programın hazırlanmış olması örnek alan verilerinin bilgisayar yardımıyla değerlendirilmesi konusundaki bir eksikliği gidermiş bulunmaktadır.

Her çalışmada olduğu gibi bu çalışmanın da geliştirilmeye ve daha sonra ortaya çıkacak olan yeni ihtiyaçlara yanıt verebilecek şekilde düzenlenmesine gerek olacaktır. Özellikle yeni hacim tablolarının hazırlanmasıyla, bu programın güncelleştirilmesi gerekecektir. Ayrıca meşcere artımına ilişkin değerlendirmelerin de programa eklenmesi hazırlanan bu örnek alan değerlendirme programını daha da zenginleştirilecektir.

### KAYNAKLAR

- AKALP, T., 1978: *Türkiye'deki Doğu Ladini (Picea orientalis Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları*, İ.Ü. OF. Yayın No: 2483/261, Doktora Tezi, 145 s.
- ALEMDAĞ, Ş., 1962: *Türkiye'deki Kızılcım Ormanlarının Gelişimi Hasılatı ve Amenajman Esasları*. Doktora Tezi. Or. Araş. Enstitüsü Yayınları, Tek. Bül. Seri No: 11, 160 s.
- ALEMDAĞ, Ş., 1967: *Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar*. O.A.E. Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 20, Ankara, 160 s.
- ASAN, Ü., 1984: *Kazdağı Göknarı (Abies equi-trojani Aschers, et Sinten.) Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar*. İ.Ü.O.F. Yayın No: 3205/365, İstanbul, 207 s.
- AYKIN, R., 1978: *Ardıç Çift Girişli Hacim Tablosu-Pressler Yöntemi ve Relaskopla Gövde Hacmi, Blume-Leiss ve Relaskopla Ağaç Boyu Ölçmelerinin Sağlık Düzeyi*. O.A.E. Dergisi, Cilt 24, Sayı 1, s. 65-141.
- BİRLER, A.S., USTA, H.Z., YÜKSEL, Y., 1984: *Kara Kavaklar İçin Hacim Tablosu*. Basılmamıştır.
- BİRLER, A.S., 1994: *A Study of Yields From 1-214 Poplar Plantations*. Poplar and Fast Growing F.T.R. Enstitute, Miscel. Publ. Series No: 5, 115 s.
- CLUTTER, J.L., FORTSON, J.C., PIENAAR, L.V., BRISTER, G.H., BAILEY, R.L., 1983: *Timber Management- A Quantitative Approach*. John Wiley and Sons, Inc. New York, 333 s.
- ELER, Ü., 1988: *Türkiye'de Boylu Ardıç (Juniperus excelsa Bieb.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları*. O.A. Enstitüsü Teknik Bülten No: 192.
- ERASLAN, İ., 1955: *Demirköy İlçesi Meşe Ormanlarında Hacim ve Hasılat Araştırmaları*. İ.Ü.O.F. Dergisi, Seri A, Sayı 1-2, s. 45-72.
- ERKİN, K., 1948: *Seben Mıntıkası Sarıçamları Üzerinde Hacim, Şekil Emsali ve Genel Olarak Hasılat Araştırmaları*. Doktora Tezi. Basılmamıştır.
- EVCİMEN, B., 1963: *Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılat ve Amenajman Esasları*. T.C. Tarım Bakanlığı O.G.M. Yayın No: 355/116, 199 s.

- FIRAT, F., 1973: *Dendrometri. İ.Ü. O.F. Yayın No: 1800/193, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 359 s.*
- GÜLEN, İ., 1959: *Karaçam (Pinus nigra Arnold) Hacim Tablosu. İ.Ü.O.F. Dergisi, Seri A, Sayı 1, s. 97-113.*
- HAMILTON, G.J., 1975: *Forest Mensuration Handbook. Forestry Commission Booklet, No: 39, London.*
- KALIPSIZ, A., 1962: *Doğu Kayında Artım ve Büyüme Araştırmaları. Or. Gn. Md. Yayını.*
- KALIPSIZ, A., 1963: *Türkiye'de (Pinus nigra Arnold) Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar. O.G.M. Yayın No: 349/8, 141 s.*
- KALIPSIZ, A., 1988: *Orman Hasılat Bilgisi İ.Ü.O.F. Yayın No: 3516/397, 349 s.*
- KALIPSIZ, A., 1993: *Dendrometri. İ.Ü.O.F. Yayın No. 3793/426, 407 s.*
- KRAMER, H., AKÇA, A., 1987: *Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. J.D. Sauerlander's Verlag. Frankfurt am Main, 287 s.*
- KRAMER, H., 1988: *Waldwachstumslehre. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 374 s.*
- LOETSCH, F., ZÖHRER-HALLER, K.E., 1973: *Forest Inventory, Volume 2. BLV Verlagsgesellschaft, München.*
- MİRABOĞLU, M., 1955: *Göknarlarda şekil ve hacim araştırmaları. Or. Gn. Md. Yayını.*
- NAGEL, J., 1991: *Program VF-Versuchsfachenauswertung, version 1.1'in açıklayıcı Teksti. 4 Sayfa.*
- PRODAN, M., 1951: *Messung der Waldbestände. J.D. Sauerlander's Verlag, Frankfurt. 260 s.*
- SARAÇOĞLU, N., 1988: *Kızılağaç (Alnus glutinosa Gaertn. subsp. barbata (C.A. Mey.) Yalt.) Gövde Hacim ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Basılmamış Doktora Tezi. 105 s.*
- SCHREUDER, H.T., GREGOIRE, T.G., WOOD, G.B., 1993: *Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory. John Wiley and Sons, Inc. New York, 446 s.*
- SUN, O., EREN, E., ORPAK, M., 1977: *Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması. TÜBİTAK TOAG-288 nolu araştırma projesi, 119 s.*
- USTA, H.Z., 1991: *Kızılcım (Pinus brutia Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. O.A.E. Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 219, Doktora Tezi, Ankara, 138 s.*
- YAVUZ, H., 1995: *Taşköprü Orman İşletmesinde Sarıçam ve Karaçam İçin Uyumlu Gövde Çapı, Gövde Hacmi ve Hacim Oran Denklem Sistemlerinin Geliştirilmesi. 101 s. (Basılmamıştır).*
- ZÖHRER, F., 1980: *Forstinventur. Verlag Paul Parey, Hamburg, 207 s.*