

DENDROMERTİ

1. HATALAR

B.1.1. Dendrometrik Hata Çeşitleri ve Örnekleri

B.1.2. Hataların Giderilmesi

2. ODUN ÖLÇÜMÜ

2.1. Odunların Sınıflandırılması

2.2. Yuvarlak Odun Standartları

2.3. Yuvarlak Odunların Hazırlanması

2.4. Yuvarlak Odunların Hacimlendirilmesi

2.4.1. Dönel Cisimlerin Hacim Formülleri

2.4.2. Orta Yüzey (Huber) Formülü

2.4.3. Orta Yüzey Formülünde Orta Çap Hatasının Hacme Etkisi

2.4.4. Orta Yüzey Formülünde Uzunluk Hatasının Hacme Etkisi

2.4.4.1. Orta Yüzey Formülünde Orta çap ve Uzunluk Hatasının Hacme Etkisi

2.4.5. Uçlardaki Yüzeyler Ortalaması (Smalian) Formülü

2.4.6. Newton Formülü

2.4.7. Bölümleme (Seksiyon) Yöntemi ile Hacimlendirme

2.5. Yakacak Odunların Hazırlanması ve Ölçümü

3. TEK AĞAÇ ÖLÇÜMÜ

3.1. Yaş

3.2. Göğüs Çapı

3.2. Göğüs Yüzeyi

3.3. Boy

3.4. Kabuk Kalınlığı

3.5. Çap Artımı

3.6. Tepe Yüksekliği

3.7. Tepe Uzunluğu

3.8. Tepe apı

3.9. Tepe Alanı

3.10. Tepe Yanal Alanı

3.11. Tepe Hacmi

3.12. Gövde Hacmi

3.12.1. Bölümleme Yöntemi

3.12.2. Ağaç Hacım tabloları Yöntemi

3.12.3. Őekil Katsayısı Yöntemi

3.13. Göğüs Boyu Őekil Katsayısı

3.14. Doğal Őekil Katsayısı

3.15. Ağaç Hacım Tablolarının Düzenlenmesi

3.16 Ağaç Hacım Tablolarının Kontrolü

4. MEŞCERE ÖLÇÜMÜ

4.1. Meşcere Yaşı

4.2. Meşcere ap Dağılımı

4.3. Meşcere Orta apı

4.4. Meşcere Boy Eğrisi

4.5. Meşcere Orta Boyu

4.6. Meşcere st Boyu

4.7. Meşcere Ağaç Sayısı

4.8. Meşcere Göğüs Yüzeyi

4.9. Meşcere Hacmi

4.10. Meşcere Hacım Artımı

4.11. rnek Alan Yöntemi ile Meşcere Parametrelerinin Hesaplanması

4.12. Altı Ağaç Yöntemi ile Meşcere Parametrelerinin Hesaplanması

4.13. Aı Sayım Yöntemi ile Meşcere Parametrelerinin Hesaplanması

4.14. Meyer'in Enterpolasyon Yöntemi ile Meşcere Hacım Artımının Hesaplanması

5. ORMAN ENVANTERİ

5.1. Orman Envanterinin Amacı

5.2. Orman Envanterinin Kapsamı

5.3. Ülkemizde Uygulanan orman Envanterinin Tarihsel Gelişimi

5.4. Yürürlükteki Orman Amenajman Yönetmeliğine Göre Orman Envanterinin Bileşenleri

5.5. Öneriler

6. KAYNAKLAR

GİRİŞ

Dendrometri terimi Latince Dendro (odun) ve Metri (ölçüm) olmak üzere kısaca “Odun Ölçümü” anlamında kullanılmaktadır. Ancak Dendrometri bilimi odun ölçümüne ek olarak, ağaç ölçümü ve meşcere ölçüm de olmak üzere oldukça geniş bir alanı kapsamakta ve ormancılıkta temel bir meslek dersi olarak yer almaktadır. Dendrometri dersi kapsamında ağırlıklı olarak odun çeşitleri, odunların ölçülmesi, ağaçlardaki artım ve büyüme elemanlarının ölçülmesi, meşcerede artım ve büyüme elemanlarının ölçülmesi ve orman envanteri olmak üzere elde edilen tüm bilgiler; ormancılık biliminin silvikültür, işletme, politika, transport, koruma gibi her bir alt bilim dalı kapsamında yer alan çalışmalarda çok yoğun olarak kullanılmaktadır.

Dendrometri bilimi pek çok bilim dalı ile ilişkili olmakla birlikte ağırlıklı olarak matematik ve istatistik bilimi ile ilişkilidir. Çünkü Dendrometri bir ölçüm dersi ve ölçüm yapılan her bir konuda her zaman bir hata terimi karşımıza çıkabilmektedir. Bu nedenle dersimizin ilk bölümünde hata çeşitleri ve nasıl giderilebilecekleri konularında bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde odun ölçümü, üçüncü bölümde tek ağaç ölçümü, dördüncü bölümde meşcere ölçümü ve beşinci bölümde ise orman envanteri konularında bilgiler verilmiştir.

Fırat, F., 1972, Dendrometri

Kalıpsız, A., 1983, Denrometri

Batu, F., 1995, Dendrometri,

Eler, Ü., 2000, Dendrometri

Yavuz, H., ve Mısır, N., Dendrometri Ders Notları

kaynaklarından yararlanılabilir.

1. HATALAR

B.1.1. Dendrometrik Hata Çeşitleri ve Örnekleri

En basit olarak hata terimi; gerçek değer ile ölçülen veya tahmin edilen değer arasındaki fark olarak tanımlanabilir. Pek çok durumda gerçek değeri bilemeyiz. Örneğin bir ağacın boyunu

çeşitli aletler yardımıyla tepe ve dip noktaları arasındaki fark yardımıyla belirlemeye çalışırız. Ancak özellikle uzun boylu ağaçların tepe noktasını tam olarak göremeyebileceğimiz gibi, bol diri örtü bulunan ortamlarda da tip noktasını tam olarak belirleyemeyebiliriz. Diğer taraftan bir ağacın tepe ve dip noktasının tam olarak belirlesek bile ölçüm yapılan aletin duyarlılık düzeyi ve ölçüm yapan bireyin hassasiyeti de ölçüm değerlerimizi etkileyen diğer faktörlerdir. Bu nedenle ölçüm değerleri içinde alet hataları, kişisel hatalar ve çevre faktörlerinden kaynaklanan hatalar olmak üzere pek çok faktörün etkileri ile oluşan hatalar bulunabilmektedir. Bu hatalardan bazılarını giderebilme fırsatımız olmakla birlikte bazılarını ancak azaltabiliriz, tamamen gideremeyiz. Örneğin 10 dakika ileri giden bir saatin tamiri yapılarak gerçek zamanı belirleyebiliriz. Bir tomruğun uzunluğunu veya çapını ancak belirli bir duyarlılıkla ölçebiliriz. Örneğin cm veya mm duyarlılıkla bir tomruğun uzunluğunu ölçtüğümüzde elde ettiğimiz değer gerçek değere çok yakın olduğunu söyleyebiliriz. Eğer mikron hassasiyetle ölçüm yapma şansımız olursa gerçek değere daha çok yaklaşmış oluruz. Burada ölçüm yaparken ne düzeyde bir duyarlılık esas alınmalıdır sorusunu cevaplandırmamız gerekir. Ormancılıktan örnek verecek olursak, bir ağacın çapının, boyunun, yaşının, hacminin, çap artımının, tepe alanının ölçülmesinde farklı duyarlılık düzeylerinin kullanıldığını belirtmeliyiz. Çap artımı çok küçük bir değer olduğundan, ölçümünde ağaç boyuna göre çok daha duyarlı olmamız gerekir. Örneğin gerçek boyu 25.3 m. olan bir ağacın boyunu 25.1 m veya 25.5 m. olarak ölçmek durumunda yapılan artı eksi 0.2 m. ya da 20 cm'lik bir hata ormancılıkta hoş görülebilir bir hata değeridir. Çünkü 2530 cm'lik bir değerden en çok 20 cm'lik bir sapma söz konusu olduğundan, hata yüzdesi $(20/2530)100 =$ artı veya eksi %0.79 kadardır. Yani %1'den daha düşük bir hata oluşmuştur. Ağaçların yıllık çap artımları çok küçük olduğundan mm duyarlılıkla ölçülmektedir. Örneğin bir yılda gerçek çap artımı 0.5 cm=5 mm olan bir ağacın çap artımını 0.4 cm=4 mm olarak ölçtüğümüzde eksi %20 hata yapmış oluruz. Bu hata değeri matematiksel olarak boy ölçümündeki hatanın 200 de 1'i olmakla birlikte ihmal edilemeyecek kadar büyüktür.

Burada hata miktarının ölçüm yapılan objenin değeri veya büyüklüğüne bağlı olarak değiştiğini belirtmeliyiz. Örneğin portakal alırken 20 gr'lık artı veya eksi hatayı hiç önemsemeyizken altın alırken, bırakın 1 gramlık hatayı 0.1 gramlık bir hatayı bile hoş göremeyiz. Çünkü 20 gramlık portakalın değeri 0.1 gramlık altının değerine göre kıyaslanamayacak kadar daha küçüktür.

Dendrometri biliminde hatalar;

Yanlışlar

Rastgele hatalar

Sistemik hatalar

Örnekleme Hatası

olmak üzere dört bölüme ayırarak incelenebilir.

Yanlışlar: Ölçüm, gözlem, okuma, kayıt ya da işlem (hesaplama) hatalardır ve gerçek değere göre bazen artı bazen de eksi yönde ortaya çıkabilmektedir. Ölçümdeki yanlışlara örnek olarak gerçek değeri 40 cm olan bir ağacın çapını 20 cm ve gerçek değeri 50 cm olan bir başka ağacın çapını da 75 cm ölçmek gibi. Okuma hatasına için 70 cm'yi 7 cm olarak okumak, kayıt hatası için 62 cm değerini rakamların yerini değiştirerek 26 cm yazmak gibi örneklendirebiliriz.

Matematiksel işlemler ya da matematiksel formüllerin uygulanmasında da pek çok yanlışlar yapılmaktadır. $40/2=20$ yerine 2 veya $8+10/2=13$ yerine 9 bulunması gibi.

Rastgele Hatalar: Kontrol edemediğimiz veya denetim altına alamadığımız ve ihmal edebileceğimiz kadar küçük olan hatalardır. Yanlışlarda olduğu gibi rastgele hatalar da bazı örneklerde pozitif bazı örneklerde ise negatif yönlü olabilir. Örneğin bir ağacın çapını cm birimi yerine mm birimi ile ölçersek daha gerçeğe yakın sonuç elde edebiliriz. Ancak mm den daha duyarlı bir ölçüm olan mikron düzeyindeki ölçüm çok daha duyarlıdır. Her gün yüzlerce ağacın çapını ölçen bir bireyden, bırakalım mikron birimini mm birimi ile çap ölçmesi hem pratik hem de zaman ve ekonomik açıdan mümkün değildir. Diğer bir örnek olarak bir ağacın çapını aynı alet ve aynı kişi tarafından örneğin 1'er saat ara ile 10 kez ölçüldüğünü düşünelim. Elde edilen 10 değer birbirine çok yakın olacağını ancak tümünün aynı değer olmayacağı, gerek aletin tutuluşundan gerekse milimetrik değerlerin okunmasından dolayı bazı farklılıkların ortaya çıkmasını bekleriz. Bu tür hatalara biz rastgele hata diyoruz. Küçültülebilir ancak yok edilemezler. O halde ormancılıkta rastgele hataları olabildiğince küçültmeye özen göstermeliyiz.

Sistemik hatalar: Ölçüm veya gözleme yapan bireyin yanlı (önyargılı) olması, ölçüm yapılan aletlerin ayarsız oluşu veya ölçüm sonuçlarını bozucu etki yapan dış faktörler nedeniyle gerçeğe göre tümü pozitif ya da negatif yönlü hatalardır. Yukarıda da açıklandığı gibi gerek yanlışlar gerekse rastgele hatalar çift yönlü hatalar olmakla birlikte sistematik hatalar devamlı tek yönlüdür. Örneğin satıcı tartıda fazla olmasını, alıcı ise eksik olmasını istemez. Çünkü tartının fazlalığı satıcının, azlığı ise alıcının zararına. O halde ölçümü veya tartımı yapan bireyin sistematik hatalı (yanlı) olmaması gerekir.

Alet ayarsızlığından kaynaklanan hatalara ise 50 gr eksik tartan bir teraziyi veya 10 dakika ileri giden bir saati örnek olarak verebiliriz. Çünkü bu hataların tümünün işareti aynı yönlü olduğundan sistematik hata oluşmaktadır.

Çevre koşullarının ölçüm sonuçları üzerindeki etkisi için rüzgarlı havalarda ağaç boyu ölçümünü örnek olarak verebiliriz. Rüzgarlı havalarda ağaçlar dik konumdan eğik bir duruma geçiş yaptıkları için gerçeğe göre daha küçük boy değerleri ölçülmektedir. Bu durum sistematik hatalara neden olduğundan rüzgarlı havalarda ağaç boyunun ölçülmemesi önerilmektedir.

Örnekleme hatası: Ölçümle ilgili bir hata değildir. Seçilen örneğin popülasyonu temsil etmemesinden kaynaklanan bir hatadır. Örneğin Dendrometri dersini alan öğrencilerden bir örnek grup seçmek istediğimizde tüm öğrencilerin seçilme şansının eşit olması gerekir. Eğer örneklerimizi derse canlı olarak katılan öğrencilerden seçersek diğer öğrencilerin seçilme ihtimalini sıfırlamış oluruz. Örneklerimizi istatistik biliminin kurallarına uygun olarak tamamen rastgele (tesadüfi) kurallara uygun, örnek büyüklüğünü yeterli düzeyde ve örneklediğimiz popülasyonun yapısına uygun bir örnekleme yöntemi (Basit rastgele, Sistemik, Katmanlı veya Küme örnekleme gibi) seçerek örnekleme hatasını azaltabiliriz. Bilindiği gibi örnekleme hatasını sıfırlamak için tüm örnekleri ölçmek gerekir. Orman alanlarının çok büyük olması ve ormanların canlı birer varlık olmaları nedeniyle yapılarının sürekli değişmesi nedenleri ile bazı bilimsel çalışmalar dışında tam ölçme yapılmamakta, bilgiler veya veriler örnekleme yöntemleri ile sağlandığından kabul edilebilir bir örnekleme hatası ile ormancılıkta çalışmalar yapılmaktadır.

B.1.2. Hataların Giderilmesi

Yanlışlar; ölçüm, gözlem, okuma, kayıt ve işlemlerin tekrarlanması ile giderilmelidir.

Rastgele hatalar; ölçüm veya gözlemlerin tekrarlanıp, ortalaması alınarak azaltılabilir.

Sistemik hataların kaynağı belirlenerek, yok edilmelidir. Aletlerin kalibre edilmesi (ayarının yapılması), yanlış ölçüm veya gözlem yaptırılmaması ve çevre faktörlerinin olumsuz olduğu durumlarda ölçüm yapılmaması ile sistemik hatalar giderilmelidir.

Örneklem hatası; örneklenen popülasyonun yapısına uygun bir örneklem yöntemi kullanarak, popülasyonu benzer (homojen) alt katmalara ayırıp her bir alt katman için ayrı bir örneklem yaparak ya da örnek sayısını arttırarak azaltabiliriz.

2. ODUN ÖLÇÜMÜ

2.1. Odunların Sınıflandırılması

Odunlar ağaç türüne göre:

İbrelili odun ve

Yapraklı odun olmak üzere ikiye ayrılır.

Karaçam, Sarıçam, Kızılcık, Fıstıkçamı gibi ağaç türlerinden elde edilen odunlar ibrelili, Kayın, Meşe, Kestane ve Gürgen gibi ağaç türlerinden elde edilen odunlar ise yapraklı odun olarak isimlendirilir. İbrelili odun yerine Yumuşak odun, Yapraklı odun yerine de Sert odun terimleri bazen kullanılmaktadır. Ancak tüm ibrelili ağaç türlerinin odunları yumuşak olmamakla birlikte tüm yapraklı türlerin odunları da sert özellikte değildir. Örneğin tüm kavak türleri yapraklı olmasına karşın odunları yumuşaktır. Gökarnlar türleri de ibrelili olmalarına karşın odunları genellikle yumuşaktır.

Odunlar kalınlıklarına göre:

İnce odun

Kalın odun biçiminde iki sınıfa ayrılır.

Kabuklu çapı 7 cm' reye kadar olanlar İnce odun, daha kalın olanlar ise Kalın odun olarak adlandırılmaktadır.

Odunlar ağaç üzerinde bulundukları yere göre:

Kök odunu

Gövde odunu

Dal odunu

şeklinde üç gruba ayrılmaktadır.

Ağacın kök kısmından elde edilen odunlar Kök odunu, gövdesinden elde edilen odunlar gövde odunu ve dallarından elde edilen odunlar ise Dal odunu olarak isimlendirilir.

Odunlar kullanılış amacına göre:

Yapacak odunlar

Yakacak odunlar

olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

Isınma enerjisine dönüştürmek (yakmak) amacıyla kullanılan odunlar Yakacak odun, bunun dışındaki amaçlarla kullanılacak odunlar ise Yapacak odun olarak isimlendirilir.

Odunlar işlenme biçimine göre odunlar:

Yuvarlak odun

Yarma odun

Kalas

Tahta

Çıta

Travers

Yonga levha

ve Lif levha gibi sınıflandırılmaktadır.

Yarılmamış odunlar yuvarlak odun olarak adlandırılır. Çıta, tahta ve kalas ise yuvarlak odunların biçilmesi sonucunda elde edilen ürünlerdir. Travers, maden ocaklarında ocağın çökmesini önlemek amacıyla kullanılan direklerdir. Yonga levhalık olarak ayrılmış odunlar; fabrikalara örneğin Kontrplak ve Sunta yapımı için kullanılacak odunlardır. Böylece küçük boyutlara ayrılmış odun parçacıklarının tutkal yardımıyla birleştirilip, preslenmesiyle elde edilen Kontrplak ve Sunta ile ince çaplı, kısa boylu ve düzgün şekilli olmayan odunlar sanayi ürünleri üretilmesi ile ekonomiye daha yüksek düzeyli katkılar sağlanmaktadır. Lif levhalık odunlar ise kağıt üretimi amacıyla ayrılmış odunlardır.

2.2. Yuvarlak Odun Standartları

İşlenme biçimine göre yukarıda verilen odun sınıfları içinde uygulamada en çok işlem görenler yuvarlak odunlardır. Yuvarlak odunlar çap ve uzunlukları ile birlikte aşağıdaki tabloda verildiği biçimde beş sınıfa ayrılmaktadır.

Sınıflar	Orta ap(cm)	Boy, m
Tomruk	En az 19 cm kabuksuz	En az 1.5 m
Direk	8-22 cm kabuksuz	En az 1.5 m
Yuvarlak sanayi	En az 5 cm kabuksuz	0.5-1.4 m
Sırık	5-8 cm kabuklu	En az 2 m
ubuk	En çok 4 cm kabuklu	Ez az 1 m

Tomruklar; ormancılıkta ekonomik bakımından getirisi en yoksek olan ürünlerdir. Tomruklar ap, boy ve kalite bakımından sınıflandırılmaktadır.

Tomruklar çaplarına göre dört sınıfa ayrılmaktadır.

İbrelili ve Yapraklı	Kabuksuz orta çap, cm
İnce tomruk	19-29
Orta tomruk	30-39
Kalın tomruk	40-49
Çok kalın tomruk	50 ve daha kalın

İbrelili tomruklar uzunluklarına göre dört sınıfa ayrılmaktadır.

İbrelili türler	Uzunluk, m
Kısa boy tomruk	1.5-2.5
Normal boy tomruk	3.0-5.0
Uzun boy tomruk	5.5-8.0
Çok uzun boy tomruk	8.5 ve daha uzun

Yapraklı tomruklar uzunluklarına göre dört sınıfa ayrılmaktadır.

Yapraklı türler	Uzunluk, m
Kısa boy tomruk	1.5-2.9
Normal boy tomruk	3.0-5.4
Uzun boy tomruk	5.5-7.9
Çok uzun boy tomruk	8.0 ve daha uzun

Tomruklar kalitelerine göre üç sınıfa ayrılmaktadır. kalite sınıflarına ayırmada; çürük, kovuk, budak, eğrilik, çatlak, göbek oluşumu, burukluk ve ilik öz oluşumu gibi kusurluluk miktarları dikkate alınmaktadır. Erilik ve burukluk kusurlarının her ikisi de aynı tomruk üzerinde olmaması koşuluyla kusurlu sayısına göre sınıflama aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tomruk kalite sınıfları	Kusur sayısı
I. sınıf tomruk	0-4
II. sınıf tomruk	5-6
III. sınıf tomruk	7 ve daha çok

Direkler kendi içinde

Maden direği

Tel direği

olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır.

Maden ocaklarında çökmenin önlenmesi amacıyla kullanılanlar Maden direği, telefon ve elektrik hatlarının geçirilmesinde kullanılan direkler ise Tel direği olarak isimlendirilmektedir.

Maden direkleri çaplarına göre aşağıdaki gibi üç sınıfa ayrılmaktadır.

İbrelili ve Yapraklı	Kabuksuz orta çap, cm
İnce maden direği	8-12
Orta maden direği	13-16
Kalın maden direği	17-20

Maden direkleri boylarına göre aşağıdaki gibi üç sınıfa ayrılmaktadır.

İbrelili ve yapraklı türler	Uzunluk, m
Kısa boy maden direği	1.5-2.0
Normal boy maden direği	2.5-4.0
Uzun boy maden direği	4.5-6.0

Kesilen ağaçların odun çeşitlerine ayrılmasında piyasa koşulları dikkate alınmaktadır. Piyasada talepler genellikle kalın çaplı ve uzun boylu odun çeşitleri yönündedir. Çünkü alıcı kalın çaplı ve uzun boylu odunlardan müşteri talebine göre çok farklı ürünler üretebilmektedir.

2.3. Yuvarlak Odunların Hazırlanması

Tomrukların Hazırlanması:

- Gövde dal, budak ve şişkinliklerden temizlenir.
- Uçlar (kalın ve ince uçlar) gövde eksenine dik olarak kesilir.
- Kısa ve Normal boy tomruklarda 10 cm, Uzun boy tomruklarda 15 cm'ye kadar "Baş Kesme Payı" bırakılır ve bu paylar tomruk hacmine dahil edilmez.
- Sürütme halinde Baş Kesme Payı üzerinde çapın %10'unu geçmeyecek biçimde bir yanlı ya da iki yanlı "Çevreleme" yapılır.
- İbrelili tomrukların kabukları soyulmalıdır. Yapraklı türlerin kabuklarının genellikle ince ve soyulmasının zor olması nedeniyle soyulmaz ve 2 cm "Kabuk Payı" bırakılır.
- Yaş tomruklarda 1-2 cm, diğerlerinde ise 0.5-1.0 cm "Kuruma payı" bırakılır.
- Eğer varsa çürük ve kovuk hacmi hesaplanarak, tomruk hacminden düşülür.

- Tomruk uçlarına; Sıra numarası, çap sınıfı, boy sınıfı, kalite sınıfı değerleri yazılarak, TS (Türk Standartları) ve TM (Türk Malı) damgaları vurulur.

Maden ve Tel Direklerinin Hazırlanması:

Tomruklardan farklı olarak

- Çevreleme yapılmaz.
- Yalnız Tel direklerinde 10 cm Baş Kesme Payı bırakılır.
- Yaş direklerde 1 cm Kuruma Payı bırakılır.
- Yapraklı türlerde 1 cm kabuk Payı bırakılır.

Yuvarlak ve Kalın Sanayi Odunlarının Hazırlanması:

Tomruklara çok benzerlik gösterir. Farklı olarak,

- Baş Kesme Payı 5 cm'yi geçemez.
- Zorunlu olmadıkça çevreleme yapılmaz.

Sırıkların Hazırlanması:

- Kabuklar soyulmaz.
- 3 cm'den daha ince uçlar ölçülmez.
- Tomruklarda olduğu gibi TM ve TS damgaları yapılmaz.

2.4. Yuvarlak Odunların Hacimlendirilmesi

2.4.1. Dönel Cisimlerin Hacim Formülleri

Dönel cisimlerin hacimlendirilmesinde kullanılan teorik yöntemler ders notlarımızda "Dönel Cisimlerin Hacim Formülleri" Bölümünde ayrıntılı olarak işlenmiştir. Yeterli zaman kalması durumunda son haftalara doğru bu konu işlenecektir.

2.4.2. Orta Yüzey (Huber) Formülü

Ormancılık uygulamalarımızda kullanılan formüldür. Orta çap ve uzunluğun ölçülmesi yeterlidir. Orta çapa karşılık gelen daire alanı uzunlukla çarpılarak, silindirin hacim formülü ile tomruk hacmi hesaplanmaktadır.

$$V_H = (\pi/4)(g_{L/2}) L$$

Örnek 1: Orta çapı 40 cm ve boyu 4 m olan bir tomruğun Orta Yüzey Formülüne göre hacmi

$V_{Huber} = V_H = 3.14 \times (0.4/2)^2 \times 4 = 3.14/4 \times 0.4^2 \times 4 = 0.785 \times 0.4^2 \times 4 = 0.5024 = 0.502 \text{ m}^3$ olarak hesaplanır.

Örnek 2: Uzunluğu 5.5 m ve orta çapı 37 cm olan bir tomruğun hami ise

$V_H = 0.785 \times 0.37^2 \times 5.5 = 0.591066 = 0.591 \text{ m}^3$ olarak hesaplanır.

2.4.3. Huber Formülünde Orta Çap Hatasının Hacme Etkisi

Orta çapta yapılan hata hacim üzerinde yaklaşık olarak iki kat etkili olmaktadır. Bu nedenle orta çap ölçümünde yüksek duyarlılık gösterilmelidir.

Örnek 1: Uzunluğu 3 m ve orta çapı ise 50 cm olan bir tomruğun orta çapı 5 cm eksik ölçülmesi durumunda hacim hata yüzdesi kaçtır?

$V_H = 0.785 \times 0.50^2 \times 3 = 0.58875 = 0.589 \text{ m}^3$

$V_{H(hatalı)} = 0.785 \times 0.45^2 \times 3 = 0.4768875 = 0.477 \text{ m}^3$

Hacim Hata Yüzdesi = HHY = $100 \times (0.477 - 0.589) / 0.589 = - \% 19$ olmaktadır. HHY orta çapta yapılan hata yüzdesinin (OÇHY) yaklaşık iki katıdır. Orta Çap Hata Yüzdesi (OÇHY) = $100 \times (45 - 50) / 50 = -\%10$

Örnek 2: Uzunluğu 5 m ve orta çapı 60 cm olan bir tomruğun orta çapı %2 fazla ölçülürse (61.2 cm) Hacim hata Yüzdesi kaçtır?

$V_H = 0.785 \times 0.60^2 \times 5 = 1.413 \text{ m}^3$

$V_{H(hatalı)} = 0.785 \times 0.612^2 \times 5 = 1.470 \text{ m}^3$

HHY = $100 \times (1.470 - 1.413) / 1.413 = + \% 4$ (OÇHY'nin iki katı olduğuna dikkat ediniz).

Örnek 3: Orta çapı % 4 eksik ölçülen bir tomruğun Huber fomülü ile hesaplanan hatalı hacim değeri 2.238 m^3 olduğuna göre orta çap hatasız ölçülmüş olsaydı hacim değeri kaç m^3 olarak hesaplanmış olurdu?

Orta çap hata yüzdesi hacme iki kat yansıyacağından, orta çap hatasız ölçülmüş olsaydı hacim değeri 2.433 m^3 olarak hesaplanmış olurdu. Çünkü 2.433 'ün %8 eksiği 2.238 'e eşittir.

2.4.4. Orta Yüzey Formülünde Uzunluk Hatasının Hacme Etkisi

Uzunluk hatası olduğu gibi hacme yansır.

Örnek 1: Orta çapı 30 cm ve uzunluğu 4 m olan bir tomruğun uzunluğu 0.1 m = 10 cm fazla ölçülürse hacim değeri uzunlukta yapılan hata oranında değişir.

Uzunluk Hata Yüzdesi (UHY) : $100(4.1 - 4) / 4 = +\%2.5$

$V_H = 0.785 \times 0.30^2 \times 4 = 0.2826 = 0.283 \text{ m}^3$

$$VH(\text{hatalı}) = 0.785 \times 0.30^2 \times 4.1 = 0.289665 = 0.290 \text{ m}^3$$

Hacim Hata Yüzdesi = HHY = $100 \times (0.290 - 0.283) / 0.283 = +\% 2.5$ olmaktadır. HHY uzunlukta yapılan hata yüzdesi kadardır. Uzunluk Hata Yüzdesi = UHY = $100 \times (4.1 - 4.0) / 4.0 = +\%2.5$

2.4.4.1. Orta Yüzey Formülünde Orta çap ve Uzunluk Hatasının Hacme Etkisi

Örnek 1: Uzunluğu %6 eksik ve orta çapı ise %4 fazla ölçülen bir tomruğun hacim hata yüzdesi kaçtır?

HHY = $2 \times O\text{ÇHY} + UHY$ olduğundan uzunluk hatası olduğu gibi hacme yansırken, çap hatası iki kat yansıyacaktır.

$$HHY = + 2(\%4) - \%6 = +\%2 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek 2: Orta çapı yüzde 5 fazla ve boyu ise %3 eksik ölçülen bir tomruğun Orta Yüzey Formülüne göre hacimlendirildiğinde HHY kaç olur?

$$O\text{ÇHY} \text{ hacme iki kat yansır: } 2 \times \%5 = \%10$$

$$UHY \text{ hacmi olduğu gibi yansır: } -\%3$$

$$HHY = +\%10 - \%3 = +\%7 \text{ (hacim değeri yüzde 7 fazla hacim hesaplanır).}$$

2.4.5. Uçlardaki Yüzeyler Ortalaması (Smalian) Formülü

Smalian formülü olarak da bilinen bu formülde; kalın ve ince uç çaplarına karşılık gelen daire alanlarının ortalaması alınıp, uzunlukla çarpılarak hacim hesaplanmaktadır.

Örnek 1: Uzunluğu 6 m, kalın uç çapı 52 cm ve ince uç çapı ise 36 cm olan bir tomruğun Smalian formülüne göre hacmi kaç m^3 olarak hesaplanır?

$$\text{Kalın uçtaki yüzey alanı: } g_0 = 0.785 \times 0.52^2 = 0.212264 \text{ m}^2$$

$$\text{İnce uçtaki yüzey alanı: } g_n = 0.785 \times 0.36^2 = 0.101736 \text{ m}^2$$

$$\text{Ortalama yüzey alanı} = (g_0 + g_n) / 2 = 0.157 \text{ m}^2$$

$$V_s = L(\pi/4)(g_0 + g_n) / 2$$

$$V_s = 6(0.157) = 0.942 \text{ m}^3$$

Örnek 2: Uzunluğu 2 m, kalın uç çapı 86 cm ve ince uç çapı ise 70 cm olan bir tomruğun Smalian formülüne göre hacmi kaç m^3 olarak hesaplanır?

$$V_s = 2(0.785) ((0.86^2 + 0.70^2)/2) = 0.965236 = 0.965 \text{ m}^3$$

2.4.6. Newton Formülü

Huber formülü uzun boylu tomruklarda genellikle eksik, Smalian formülü ise genellikle fazla hacim değeri vermektedir. Uygulanacak hacim formülünün sistematik hata içermemesi gerektiğinden bu iki formülünün birleştirilmesi ile sistematik hatasız bir formül olan Newton formülü geliştirilmiştir. Newton formülünde Orta yüzeyin dört katı, kalın ve ince yüzeylerin ise birer katı alınıp, ortalama göğüs yüzeyi değerinin uzunlukla çarpılması sonucunda hacim hesaplanmaktadır.

$$V_s = L(\pi/4)(g_0 + 4 g_{1/2} + g_n) / 6$$

Örnek 1: Uzunluğu 4 m, kalın uç çapı 44 cm, orta çapı 39 cm ve ince uç çapı ise 35 cm olan bir tomruğun Newton formülüne göre hacmi kaç m³ olarak hesaplanır?

$$V_N = 4(0.785) ((0.44^2 + 4(0.39^2) + 0.35^2)/6) = 0.483822 = 0.484 \text{ m}^3$$

Örnek 2: Uzunluğu 4 m, kalın uç çapı 45 cm, orta çapı 35 cm ve ince uç çapı ise 30 cm olan bir tomruğun Huber, Smalian ve Newton formüllerine göre hacmi kaç m³ olarak hesaplanır?

$$V_H = 0.785 \times 0.35^2 \times 4 = 0.385 \text{ m}^3$$

$$V_s = 0.785 \times (0.45^2 + 0.30^2)/(4/2) = 0.459 \text{ m}^3$$

$$V_N = 0.785 \times (0.45^2 + 4 \times 0.35^2 + 0.30^2)/(4/6) = 0.410 \text{ m}^3$$

2.4.7. Bölümleme (Seksiyon) Yöntemi ile Hacimlendirme

Bilimsel çalışmalarda gerçeğe en yakın hacim değeri elde etmek amacıyla, uygulamada ise piyasa değeri çok yüksek olan bazı ağaç türlerinden elde edilen özellikle uzun boylu ve kalın çaplı tomrukların hacimlendirilmesinde tomruk üzerinde 0.5 m veya 1 m gibi oldukça kısa aralıklarla ölçülen çaplar yardımıyla hesaplanan her bir bölümün (seksiyonun) hacimleri toplanarak hesaplanan hacim değeri Bölümleme veya Seksiyon yöntemine göre tomruk hacmi olarak isimlendirilmektedir. Her bir bölümün hacimlendirilmesinde Huber, Smalian veya Newton formüllerinden biri kullanılabilir. Bölüm uzunluğunun 0.5 m veya 1 m gibi oldukça kısa olması nedeniyle, her üç formülle hesaplanan toplam tomruk hacim değerleri birbirlerine çok yakın çıkarken, gerçek hacim değeri ile aralarında ihmal edilebilir düzeyde farklılıklar olduğundan bir tomruğun, hangi formül kullanılırsa kullanılsın, bölümleme yöntemi ile hesaplanan hacmi gerçek hacim değeri olarak kabul edilmektedir.

Örnek 1: Kalın uç çapı 72 cm, kalın uçtan itibaren 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 9.5 m uzaklıktaki çapları sırasıyla 68, 65, 62, 60, 58, 55, 50, 44, 38 ve 34 cm olan bir tomruğun hacmini Bölümlemede Huber, Smalian ve Newton formüllerini kullanarak hesaplayınız.

Smalian formülünde kalın ve ince uç çaplar kullanılarak hacim değerleri hesaplandığından; seksiyon uzunluğunu çap ölçüm aralığına eşit alarak 1 m uzunluğunda 9 adet ve 0.5 m uzunluğunda ise 1 adet bölümün hacimleri toplamı şeklinde 9.5 m uzunluğundaki tomruğun hacmini kolaylıkla hesaplayabiliriz.

$$V_{S(0-1m)} = 1(0.785) ((0.72^2 + 0.68^2)/2) = 0.384964 \text{ m}^3$$

$$V_{S(1-2m)} = 1(0.785) ((0.68^2 + 0.65^2)/2) = 0.347323 \text{ m}^3$$

$$V_{S(2-3m)} = 1(0.785) ((0.65^2 + 0.62^2)/2) = 0.316708 \text{ m}^3$$

$$V_{S(3-4m)} = 1(0.785) ((0.62^2 + 0.60^2)/2) = 0.292177 \text{ m}^3$$

$$V_{S(4-5m)} = 1(0.785) ((0.60^2 + 0.58^2)/2) = 0.273337 \text{ m}^3$$

$$V_{S(5-6m)} = 1(0.785) ((0.58^2 + 0.55^2)/2) = 0.250768 \text{ m}^3$$

$$V_{S(6-7m)} = 1(0.785) ((0.55^2 + 0.50^2)/2) = 0.216856 \text{ m}^3$$

$$V_{S(7-8m)} = 1(0.785) ((0.50^2 + 0.44^2)/2) = 0.174113 \text{ m}^3$$

$$V_{S(8-9m)} = 1(0.785) ((0.44^2 + 0.38^2)/2) = 0.132665 \text{ m}^3$$

$$V_{S(9-9.5m)} = 0.5(0.785) ((0.38^2 + 0.34^2)/2) = 0.051025 \text{ m}^3$$

$$\text{Toplam hacim } (V_{S(0-9.5m)}): 2.439936 = 2.440 \text{ m}^3$$

Aynı işlemleri sürekli tekrarlamak yerine aşağıdaki gibi oldukça pratik bir şekilde bu işlemler yapılabilir.

$$V_{S(0-9.5m)} = 0.785(0.72^2 + 0.38^2 + 2(0.68^2 + 0.65^2 + \dots + 0.44^2))1/2 + 0.051015 = 2.440 \text{ m}^3$$

Huber ve Newton formüllerinde orta çap kullanıldığından bölüm uzunluğunun çap ölçüm aralığının iki katına çıkarılarak hacim hesaplamaları yapılmalıdır.

$$V_{H(0-8m)} = 0.785(0.68^2 + 0.62^2 + 58^2 + 0.50^2)2 + = 2.250120 \text{ m}^3$$

$$V_{S(8-9m)} = 0.132665 \text{ m}^3$$

$$V_{S(9-9.5m)} = 0.051015 \text{ m}^3$$

$$\text{Toplam hacim } (V_{H(0-9.5m)}): 2.4338 = 2.434 \text{ m}^3$$

$$V_{N(0-8m)} = 0.785(0.72^2 + 0.44^2 + 4(0.68^2 + 0.58^2 + 0.50^2) + 2(0.65^2 + 0.60^2 + 0.55^2))2/6 = 2.254210 \text{ m}^3$$

$$V_{S(8-9m)} = 0.132665 \text{ m}^3$$

$$V_{S(9-9.5m)} = 0.051015 \text{ m}^3$$

$$\text{Toplam hacim } (V_{H(0-9.5m)}): 2.43791 = 2.438 \text{ m}^3$$

