

PİNUS TAEDA'NIN HACIM YOĞUNLUK KIYMETİ TAYİNİNDE KULLANILAN BİR MODEL⁽¹⁾

Yazanlar :

Harold E. WAHLGREN

David O. YANDLE

Çeviren :

Dr. H. Alptekin GÜNEL

ÖZET: Odunun hacim yoğunluk kıymetini tayin amacı ile yapılan çalışmalarda, ağacın kullanılacak odun kısmının hacim yoğunluk kıymetini tayin için, standart büyüklükteki artım kaleminden elde edilen değer üzerinde bir dönüşüm yapılması gerekmektedir. Halen böyle bir dönüşümde kullanılan metodlar ağacın hacim yoğunluk kıymeti ile bazı değişkenler arasındaki ilişkiyi esas almaktadırlar. Her ne kadar, böyle bir amprik usulle elde edilen sonuçlar tatmin edici ise de, bu çalışmada hacim yoğunluk kıymetinin ağaç içindeki değişim seyrine dayanan daha uygun bir modelin geliştirilmesi imkânı üzerinde durulmuştur. Deneme ağacı olarak seçilen Pinus taeda'da söz konusu değişim seyri, aynı sahada büyüyen 45 ağacın kullanılacak odun kısmından ve değişik yükseklikten alınan tekerlekler ile göğüs yüksekliğinden alınan artım kalemlerinin çeşitli kısımlarında incelenmiştir. Geliştirilen model, 12 sahada, çeşitli türler ve 445 ağaç üzerinde kontrol edilmiş, amprik metodlara nazaran daha iyi sonuçlara varılmıştır. 12 sahada da elde edilen iyi sonuçlar, bu modelin başka sahalar için de iyi neticeler sağlayacağı hususunda güven vermiştir.

Hacim yoğunluk kıymeti odun kalitesini tayinde önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Dikili ağacın hacim yoğunluk kıymeti hakkında bilgi elde etmek amacı ile düzenlenmiş çalışmalarda kullanılan ana örnekleme ünitesi standart büyüklükteki artım kalemleridir (9, 10, 12). Bu yüzden, ağacın kullanılacak odun kısmının hacim yoğunluk kıymetini, bir dönüşümle, artım kaleminden ortalama bir değer olarak tayin edebilmek için bir metoda ihtiyaç vardır.

Halen, böyle bir dönüşüm için kullanılan metodlar göğüs çapı, kullanılacak odun boyu, ağaç yaşı ve artım kaleminin hacim yoğunluk kıymeti arasında gözlenen ilişkiden faydalanmaktadırlar. Bu amprik usullerle elde edilen sonuçlar oldukça tatmin edici olmakla beraber, öyle görünüyorki, daha uygun modeller teşkili amacı ile, hacim yoğunluk kıymetinin ağaç içinde gösterdiği değişim seyri husu-

1) Wood Science, 1970

sunda mevcut bilgilerden faydalanılabilir. Bu yazıda, hacim yoğunluk kıymetinin gövde içinde, yatay ve düşey yönlerde gösterdiği değişim seyri dikkate alınarak, artım kalemi - hacim yoğunluk kıymeti ilişkisini tayinde kullanmak üzere geliştirilmiş bir model takdim edilmiştir.

— Örneklerin Alınış Şekli ve Ölçmeler

Örnekler, 6 eyaletteki 12 sahadan alınmış 445 P. taeda ağacından ibarettir. Örneğe giren ağaçlar ve bunların alındıkları sahalara Tablo - I'nin 1. ve 2. sütunlarında gösterilmiştir. Ağaçların, tensille gelmiş meşçerelerden (ekim sahalaları dahil edilmemiştir) ve çeşitli çaplardan olması seçimde esas alınan tek husus olmuştur.

Amaç belirli bir sahadaki ağaçların ortalama özelliklerini tayin etmekten ziyade, artım kalemi - ağaç ilişkisini daha geniş sınırlar içinde tayin etmektir. Bu nedenle, her sahadaki ağaçlar, değişik çaplardan ve değişik artım kalemi hacim yoğunluk kıymeti sınıflarından seçilmişlerdir (tesadüfi seçimin aksi). Buradaki temel varsayım artım kalemi - hacim yoğunluk kıymeti ilişkisinin aynı sahadaki bütün ağaçlarda aynı olduğudur. Bu varsayım karşısında, temel ilişkiye ait parametrelerin tayininde, örnekleme metodu, herhangi bir eğilim hatasına yol açmayacak ve parametrelerin daha sıhhatli bulunmasını sağlayacaktır.

Deneme ağaçlarının, artım kalemi hacim yoğunluk kıymeti ve çap esasına göre seçiminden sonra, ağaçlar kesilerek göğüs yüksekliğinden ve kabuksuz uç çapı 10 cm (4 inç) olan kullanılacak odun kısmına kadar müteakip her 1,5 m. lik (5 - foot) seksiyonların uç kısımlarından tekerlekler alınmıştır. Ayrıca, her ağaçta aşağıdaki ölçmeler yapılmıştır:

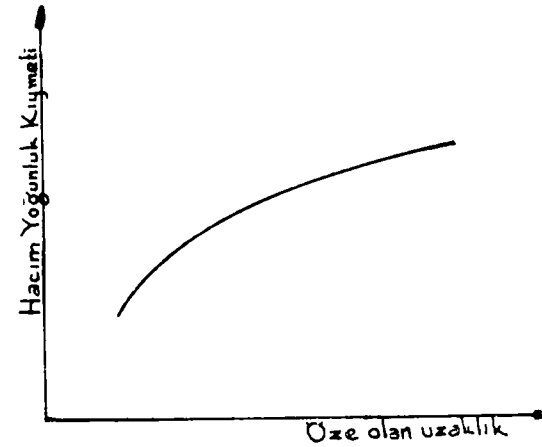
- 1 — Kabuksuz kütük çapı
- 2 — Göğüs yüksekliğinden alınan tekerlek yardımı ile tayin edilen ağaç yaşı,
- 3 — Gövde ve kullanılacak odun boyu,
- 4 — Her seksiyonun boyu.

Her ağaçta, göğüs yüksekliği ile kullanılacak odun boyu arasında kalan kısmın hacim yoğunluk kıymeti Wahlgren ve Fassacht'in teklif ettikleri metoda göre bulunmuştur (11).

Hacim Yoğunluk Kıymetinin Özden Kambiyuma Doğru Değişim Şekli

Pek az istisnası ile, güney çamlarında hacim yoğunluk kıymetinin özden kambiyuma doğru arttığı görülmüştür. Bu değişimin yaşı mı, artım oranının mı, yoksa her ikisinin ortak etkisinin mi bir sonucu olduğu el'an tartışma konusudur (1, 2, 5, 7, 8, 13).

Burada, bir örnekleme sahasındaki (Hardin Tex., muntıkası) 45 ağaçtan alınan artım kalemleri, özden başlamak üzere, 10'ar yıllık artım periyotlarına bölünmüş, her periyot için hacim yoğunluk kıymeti değerleri tayin edilmiştir. Her ağaçta, periyotların hacim yoğunluk kıymetleri, periyot ortasının öze olan uzaklığına göre koordinat eksenlerine taşınmıştır. Elde edilen noktalar ilişkinin hiperbolik, parabolik, veya üssel bir fonksiyon olduğunu ileri süren diğer araştırmacıların buluşları ile temelde uyum halindedir (3, 4, 6, 13). Genel değişim seyri Şekil - 1'de gösterilmiştir. Bu her ağacın böyle düzgün bir değişim gösterdiği anlamına gelmemektedir. Bazı ağaçlar doğrusal bir değişim arz etmekte, bazıları ise bir maksimuma ulaştıktan sonra azalan bir değişim vermektedir. Bununla beraber, ortalama değişim Şekil - 1'de olduğu gibidir. Bu nedenle, aşağıdaki model benimsenmiştir 1).



Şekil - 1. Artım kalemi üzerinde alınan kısımların hacim yoğunluk kıymetinin özden kambiyuma doğru değişimi

$$Y = b_0 + b_1 \sqrt{X_1} \quad (1)$$

Burada,

Y = Hacim yoğunluk kıymeti

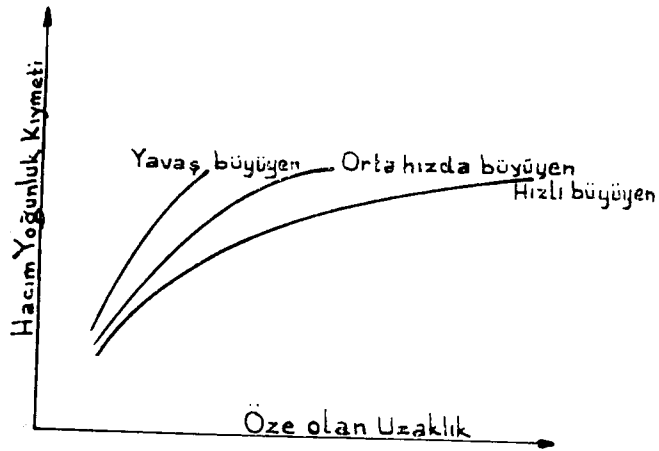
X₁ = Periyot ortasının öze olan uzaklığıdır.

1) Gerçekte, dört model denenmiş, sonuçlarda ihmal edilebilir farklar bulunmuştur. Bu modelin tercihi, diğer modellerde mevcut matematiki zorlukların bu modelde bulunmamasındandır.

Periyotların hacim yoğunluk kıymetlerinin, periyot ortalarının öze olan uzaklıklarına göre koordinat eksenlerine taşındığında, artım oranının hacim yoğunluk kıymeti değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Yavaş büyüyen ağaçlarda, hacim yoğunluk kıymetinde özden çevreye doğru hızlı bir artış olmadığı gibi, hızlı büyüyen ağaçlarla ortalama değişime nazaran eğrilik durumunun azalması daha yavaştır. Bu Şekil - 2'de gösterilmiştir.

Artım oranının etkisini tayin amacı ile (1) nolu regresyon denklemi bütün ağaçlara uygulanmış, elde edilen b_0 ve b_1 katsayıları

$$X_2 = \frac{\text{İlk on yıllık periyot uzunluğu}}{\text{İkinci on yıllık periyot uzunluğu}}$$



Şekil - 2. Artım oranı sınıflarına göre, artım kalemi üzerinde alınan kısımların hacim yoğunluk kıymetlerinin özden çevreye doğru değişimi.

lerdir:

$$\begin{aligned} b_0 &= C_{00} + C_{01} X_2 \\ b_1 &= C_{10} + C_{11} X_2 \end{aligned} \quad (3)$$

Ana modelde bu denklemleri yerine koyarak

$$\begin{aligned} Y &= C_{00} + C_{01} X_2 + (C_{10} + C_{11} X_2) \sqrt{X_1} \\ &= C_{00} + C_{01} X_2 + C_{10} \sqrt{X_1} + C_{11} X_2 \sqrt{X_1} \end{aligned} \quad (4)$$

elde edilmiştir.

Hacim Yoğunluk Kıymetinin Ağaç Dibinden Tepesine Doğru Değişimi

Hardin Tex. mıntıkasında, örneklenen her ağaçta, muhtelif yüksekliklerden tekerlekler alınmış ve tekerlekler üzerinde, özden itibaren çevreye doğru muntazam aralıklarla kısımlar işaretlenmiştir. Hacim yoğunluk kıymeti her kısım için ayrı olarak tayin edilmiştir. Herbir artım oranı sınıfı ve yükseklik için, öze olan uzaklığa göre, kısımların hacim yoğunluk kıymetlerinin eksen sistemine taşınması ile oldukça istikrarlı ve sistematik bir değişim seyri elde edilmiştir. Bütün artım oranı sınıflarında, öze olan belirli bir uzaklık miktarı için, ağaçta yukarı doğru çıkıldıkça, hacim yoğunluk kıymetinde bir azalma görülmüştür. Bununla beraber, azalma oranı, ağacın yukarı kısımlarına nazaran, alt kısımlarda daha yüksektir. Ayrıca, aynı artım oranı sınıflarında, bütün yükseklikler için, radyal yöndeki değişim Şekil - 1'de gösterilen, göğüs yüksekliğindeki genel değişim seyri ile aynıdır.

Modelde, yükseklik değişimine bağlı olarak, hacim yoğunluk kıymetinin değişimini ifade etmek amacı ile, denklem (4)'deki C_{00} katsayısı

$$C_{00} = d_0 + d_1 X_3 \quad (5)$$

şeklinde ifade edilmiştir. Burada X_3 yüksekliktir

C_{00} 'ın bu ifadesi denklem 4'te yerine konarak

$$Y = d_0 + d_1 X_3 + C_{01} X_2 + C_{10} X_2 + C_{11} X_2 \sqrt{X_1}$$

denklem basitleştirilerek

$$Y = a_0 + a_1 \sqrt{X_1} + a_2 X_2 + a_3 X_2 \sqrt{X_1} + a_4 X_3 \quad (6)$$

elde edilir. Bu denklem, gövdenin her hangi bir noktasındaki hacim yoğunluk kıymetini tayinde kullandığımız modeldir. Bu denklem yardımı ile ağaç hacim yoğunluk kıymetine ait bir model ortaya koyabilmek, ağaç şekli hakkında bazı varsayımlarda bulunmayı gerektirmektedir.

2) Değişim oranının gövdede yukarı doğru sabit kalmadığını söyledikten sonra C_{00} için doğrusal bir ifade kullanılışı okuyucuya garip gelebilir. Gerçekten, bu amaçla başka iki şekil daha kullanılmıştır. Sonuç gayet karışık olmuş, ancak mevcut verilere daha iyi bir uygunluk göstermemiştir. Bu durum, muhtemelen, ağaçlar arasındaki büyük farklardan ileri gelmiştir.

Tablo - 1. Ağaç gövdesi hacim yoğunluk kıymetini tayinde kullanılan çoğul regresyon analizlerine ait istatistikler

Saha	Ağaç Sayısı	Determinasyon Katsayısı R ²	Regresyonun Standart Sapması
1. Ashley Co., Ark.	33	,524	,021
2. Dallas Co., Ark.	22	,368	,020
3. Nevada Co., Ark	30	,699	,017
4. Madison Co., Ga.	29	,549	,016
5. Madison Co., Miss.	44	,556	,016
6. Scott Co., Miss.	50	,611	,020
7. Berkeley Co., S. C.	41	,550	,018
8. Angelina Co., Tex.	33	,546	,018
9. Hardin Co., Tex.	45	,594	,020
10. Liberty Co., Tex.	40	,610	,021
11. St. Augustine Co., Tex.	39	,626	,018
12. S. Hampton Co., Va.	39	,499	,019
Sahaların Kombinasyonu	445	,613	,022

Ağaç Şekli ve Hacim ile İlgili Varsayımlar

Şekil - 3'de verilen diyagramı göz önüne alalım. Burada,

H_t = Kullanılacak odun kısmının ucuna kadar olan boy (Kullanılacak odun boyu eksi 135 cm. «4,5» feet)

X_3 = Gövdede herhangi bir noktanın yüksekliği (göğüs yüksekliğinden itibaren)

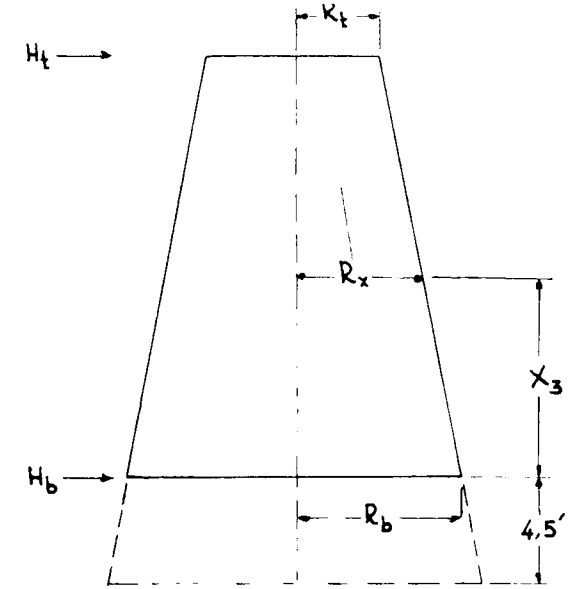
R_b = Göğüs boyu yarıçapı,

R_t = Kullanılacak odun kısmının uç yarıçapı,

R_x = X_3 yüksekliğindeki yarıçap'ı

ifade etmektedirler. Dikkat edilecek olursa, yükseklik için başlangıç yeri göğüs yüksekliği olarak alınmıştır. Biz göğüs yüksekliği ile kullanılacak odun boyu arasında kalan gövde kısmı ile ilgilendirmizden, başlangıç yerinin bu şekilde kaydırılması konunun izahını kolaylaştıracaktır. Bu durum, ağacın kesik koni olarak kabul edilmesi demektir.

Benzer üçkenler yardımı ile



Şekil - 3. Hacim tayini amacı ile kabul edilen gövde şekli.

$$\frac{R_b - R_t}{H_t} = \frac{R_b - R_x}{X_3}$$

veya

$$R_x = R_b - \left(\frac{R_b - R_t}{H_t} \right) X_3$$

(7)

elde edilir. Böylece, X_3 gibi herhangi bir yükseklikteki yarıçap R_x , X_3 ün bir fonksiyonu olarak ifade edilmiştir.

Kesik konu olarak kabul edilen gövde hacmi

$$V = \frac{\pi K}{3} (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t) H_t$$

(8)

olup, burada K hacmin istenilen birim cinsinden bulunması için gerekli bir katsayıdır. Bu formülü ilerde kullanacağız.

Kabul Edilen Modelden Artım Kalemi Hacım Yoğunluk Kıymetinin Bulunuşu

Artım kaleminin ΔX_1 genişliğinde k-tane kısma ayrıldığını kabul edelim bütün kalemin hacım yoğunluk kıymeti, her kısmın hacmi ile vezinlendirilmiş münferit kısımların hacım yoğunluk kıymetlerinin ortalamasıdır. Bütün kısımlar için kesit yüzey alanları sabit kaldığından, kısımların uzunluğu ile vezinlendirme kısımların hacimleriyle vezinlendirme demektir. Böylece, bütün artım kaleminin hacım yoğunluk kıymeti

$$Y_A = \frac{\sum_{s=1}^k Y_s (\Delta X_1)}{\sum_{s=1}^k (\Delta X_1)} \quad (9)$$

olur. Burada

Y_A = (Herhangi bir yükseklikten alınan) bütün kalemin hacım yoğunluk kıymeti

Y_s = S'inci kısmın hacım yoğunluk kıymeti,

ΔX_1 = Herhangi bir kısmın uzunluğudur. ΔX_1 istenildiği kadar küçük alınabileceğinden, bu durumda (9).

$$Y_A = \frac{\int_0^{R_x} Y dX_1}{\int_0^{R_x} dX_1} = \frac{1}{R_x} \int_0^{R_x} Y dX_1 \quad (10)$$

olur. Y'nin yerine denklem (6) yazılırsa

$$Y_A = \frac{1}{R_x} \int_0^{R_x} (a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_2 X_1 + a_4 X_3) dX_1 \quad (11)$$

elde edilir. Denklem 11'de, özellikle, $R_x = R_b$ ve $X_3 = 0$ yazılacak olursa, göğüs yüksekliğinden alınan artım kaleminin hacım yoğunluk kıymeti

$$Y_C = \frac{1}{R_b} \int_0^{R_b} (a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_2 X_1) dX_1 \quad (12)$$

bulunur; entegral hesaplanırsa

$$Y_C = a_0 + a_2 X_2 + \frac{2}{3} (a_1 + a_3 X_2) R_b^{1/2} \quad (12)$$

eşitliği bulunur.

Kabul Edilen Modelden Gövde Hacım Yoğunluk Kıymetinin Bulunuşu

Modeli, önce bir gövde parçasının ağırlığını tayin için kullanacağız. X_3 yüksekliğinden alınan ΔX_3 kalınlığında bir tekerleği göz önüne alalım. Ayrıca, tekerleği eşmerkezli ve ΔX_1 genişliğinde bir seri yıllık halkalardan meydana gelmiş gibi mütalaa edebiliriz. Şekil - 4'de gösterildiği gibi, X_{1rs} belirli bir yıllık halkanın orta noktasının öze olan uzaklığı olsun. Bu yıllık halkanın hacmi

$$\begin{aligned} V_a &= \pi K (\Delta X_3) \left[(X_{1rs} + \frac{\Delta X_1}{2})^2 - (X_{1rs} - \frac{\Delta X_1}{2})^2 \right] \\ &= 2 \pi K X_{1rs} (\Delta X_1) (\Delta X_3) \end{aligned} \quad (13)$$

olacaktır. Bu noktadaki hacım yoğunluk kıymeti Y_{rs} ise, yıllık halkanın ağırlığı

$$W_{rs} = 2 \pi K Y_{rs} X_{1rs} (\Delta X_1) (\Delta X_3)$$

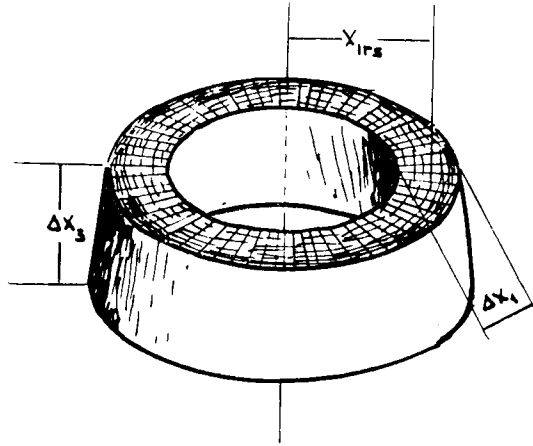
dır. r inci tekerlekte k_r tane böyle yıllık halka ve gövdede k tane böyle tekerlek varsa, gövdenin ağırlığı

$$W_s = 2 \pi K \sum_{s=1}^k \sum_{r=1}^{k_r} Y_{rs} X_{1rs} (\Delta X_1) (\Delta X_3) \quad (14)$$

olacaktır. $X_1 \rightarrow 0$ ve $X_3 \rightarrow 0$ alınrsa, bu taktirde gövde ağırlığı

$$W_s = 2 \pi K \int_0^{H_t} \int_0^{R_x} Y X_1 dX_1 dX_3 \quad (15)$$

eşitliğinden hesaplanabilir. Denklem 6'daki Y değeri yerine konur ve ilk entegral hesaplanırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir:



Şekil - 4. Tekerlekteki tek bir yıllık halkanın şematik gösterilişi.

$$W_s = 2 \pi K \int_0^{H_t} \left[\frac{1}{2} (a_0 + a_2 X_2 + a_4 X_3) R_x^2 + \frac{2}{5} (a_1 + a_3 X_2) R_x^{5/2} \right] dX_3 \quad (16)$$

R_s in Denklem 7'deki değeri yerine konursa, entegral aşağıdaki eşitliği verir:

$$W_s = 2 \pi K \left[\frac{1}{3} (a_0 + a_2 X_2) (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t) H_t + \frac{1}{12} a_4 (R_b^2 + 3 R_t^2 + 2 R_b R_t) H_t^2 + \frac{8 (a_1 + a_3 X_2) (R_b^{7/2} - R_t^{7/2}) H_t}{35 (R_b - R_t)} \right] \quad (17)$$

Böylece, göğüs yüksekliği ile kullanılacak odun boyu arasında kalan gövde parçasının hacmi (Denklem 8) ve ağırlık (Denklem 17) denklemleri elde edilmiş olmaktadır. Bu gövde parçasının ortalama hacim yoğunluk kıymeti, ağırlık hacma bölünerek bulunur:

$$Y_T = W_s/V$$

Gereken kısaltmalardan sonra

$$Y_T = a + a X + \frac{1}{4} a_4 \frac{R_b^2 + 3 R_t^2 + 2 R_b R_t}{R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t} H_t + \frac{24}{36} (a_1 + a_3 X_2) \frac{R_b^{7/2} - R_t^{7/2}}{(R_b - R_t) (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)} \quad (18)$$

eşitliği elde edilir.

Artım Kalemi Hacim Yoğunluk Kıymetinin Bir Fonksiyonu Olarak Ağaç Hacim Yoğunluk Kıymeti

Yukardaki sonuçlardan sonra yapılacak iş, gövde hacim yoğunluk kıymeti ile göğüs yüksekliğinden alınan artım kalemi hacim yoğunluk kıymeti arasında ilişki kurmaktadır. Bu, Denklem 12 de göğüs yüksekliği artım kalemi hacim yoğunluk kıymeti için verilen ifadeyi

$$a = Y_C - a_2 X_2 - \frac{2}{3} (a_1 + a_3 X_2) R_b^{1/2}$$

şeklinde yeniden düzenlemek ve bunu Denklem 18'de yerine koymak suretiyle gerçekleştirilebilir. Gereken kısaltmalar yapıldıktan sonra

$$Y_T = Y_C + (a_1 + a_3 X_2) \left[-\frac{2}{3} R_b^{1/2} + \frac{24}{35} \frac{R_b^{7/2} - R_t^{7/2}}{(R_b - R_t)(R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)} \right] + \frac{a_4}{4} \frac{R_b^2 + 3R_t^2 + 2R_b R_t}{R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t} H_t \quad (19)$$

bulunur. Böylece, gövde elemanları R_b , R_t ve H_t ile artım oranı X_2 ve göğüs yüksekliği artım kalemi hacim yoğunluk kıymetinin bir fonksiyonu olarak gövde hacim yoğunluk kıymeti Y_T için bir eşitlik elde edilmiştir.

Elde edilen bu modelin, Denklem 19'dan da görüldüğü gibi, mevcut gerçek tespitlere uygulanmasında iki yetersiz tarafı vardır. Birincisi, denklemde sabit bir terim yoktur. Teorik olarak, fonksiyonun orijinden geçmesi gerektiği söylenebilir de, bir çok gerçek tespitlerin orijinden geçmeyen fonksiyonlarla daha iyi ifade edildikleri bilinmektedir. İkincisi, Y_c katsayısı gerçek tespitlerden elde edilebilir ve mahiyeti belirtilmeyen bir katsayı olması gerekirken, birimi olan bir terim olmaya zorlanmıştır. Burada ifade edilmesi gereken bir husus bu iki yetersizliğin gövde üzerinde radyal ve düşey yönlerdeki hacim yoğunluk kıymeti değişimi için kabul edilen ilişkinin bir sonucu olmayıp daha ziyade takip edilen işlemlerin bir neticesi olduğudur. 12 münferit sahada yapılan tespitler modele uygulanmış, ancak sonuçlar tatmin edici olmaktan uzak bulunmuştur.

Bu nedenle, model, denklem 19 daki münferit terimlere ayrılmıştır (yani, eskisiyle aynı terimleri ihtiva eden, fakat gerçek tespitlerden herhangi bir terimin katsayısını hesaplamayı mümkün kılan yeni model hazırlanmıştır). Böylece, aşağıdaki denklem elde edilmiştir:

$$Y_T = b_0 + b_1 Z_1 + b_2 Z_2 + b_3 Z_3 + b_4 Z_4 + b_5 Z_5 + b_6 Z_6 + b_7 Z_7 + b_8 Z_8 + b_9 Z_9 + b_{10} Z_{10}$$

Burada,

$$Z_1 = Y_c$$

$$Z_2 = R_b^{1/2}$$

$$Z_3 = R_b^{7/2} / (R_b - R_t) (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)$$

$$Z_4 = R_t^{7/2} / (R_b - R_t) (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)$$

$$Z_5 = X_2 R_b^{1/2}$$

$$Z_6 = X_2 R_b^{7/2} / (R_b - R_t) (R_b - R_t) (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)$$

$$Z_7 = X_2 R_t^{7/2} / (R_b - R_t) (R_b^2 + R_t^2 + R_t^2 + R_b R_t)$$

$$Z_8 = R_b^2 H_t / (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)$$

$$Z_9 = 2 R_b R_t H_t / (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)$$

$$Z_{10} = 3 R_t^2 H_t / (R_b^2 + R_t^2 + R_b R_t)$$

Geliştirilen Modelle Yapılan Kontroller

Geliştirilen modelin sonuçlarını karşılaştırmak amacı ile, ağaç hacim yoğunluk kıymeti bağımlı değişken; artım kalemleri hacim yoğunluk kıymeti, göğüs çapı, gövde boyu, kullanılacak odun boyu, yaş, göğüs çapının karesi, Göğüs çapının yaşa oranı, 1/yaş ve kullanılacak odun hacmi bağımsız değişkenler alınmak suretiyle, münferit sahalarda yapılan gerçek tespitler çoğul regresyon analizine tabi tutulmuştur. Kullanılan kompüter programında, bir veya daha fazla bağımsız değişkenin mümkün bütün doğrusal kombinasyonları eldeki tespitlere uygulanmıştır. Tablo — 1 de regresyonun standart sapması ve 12 sahanın her biri ile sahaların kombinasyonu için determinasyon katsayısı R^2 değerleri verilmiştir. Bütün regresyonlarda istikrarlı bir durum gösteren değişkenler yalnız artım kalemi hacim yoğunluk kıymeti ile göğüs çapı olmuştur. Diğer değişkenlerin ilâvesi ile elde edilen düzelme ihmal edilebilir seviyededir.

Bu sonuçlardan sonra, ağaç hacim yoğunluk kıymetini tayinde pek sık kullanılan çoğul regresyon yolu ile geliştirilen modeli karşılaştırabiliriz.

Denklem 20 de verilen model, ayrı ayrı on iki sahaya ve sahaların kombinasyonuna uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo — 2 de verilmiş olup modelin eldeki bilgilere uyma niteliği cesaret vericidir. Determinasyon katsayısı % 56 dan (saha 12) % 85 e kadar (saha 3) değişmektedir. Standart sapmayla ifade edilen sıhhat derecesi 0,014 ile (saha 8), 0,020 (saha 6, 10 ve 12) arasında kalmaktadır.

Tablo 1 ve 2 nin sonuçları karşılaştırılacak olursa, geliştirilen modelin çoğul regresyon analizine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği görülecektir.

Tablo - 2. Münferit Sahalarda Model için bulunan Determinasyon Katsayıları ve Standart Sapmalar

Saha	Determinasyon Katsayısı R ²	Modelin Standart Sapması
1	0,699	0,019
2	,793	,015
3	,850	,015
4	,696	,015
5	,644	,016
6	,647	,020
7	,655	,017
8	,756	,014
9	,731	,018
10	,709	,020
11	,693	,019
12	,564	,020
Sahaların Kombinasyonu	,683	,020

Tartışma

Standart sapma ve determinasyon katsayıları dikkate alınır, yukarıdaki karşılaştırmalar, geliştirilen modelin alışlagelen çoğul regresyon usulüne göre daha iyi sonuçlar verdiğini açıkça göstermektedir. Önemli olan husus, bu makalenin yazarlarının çoğul regresyonu kullandıkları haller için böyle iyi sonuçlar elde edememiş olmalarıdır. Diğer önemli bir hususu bu noktada okuyucuya hatırlatmak isteriz. Model bir mantık silsilesi sonunda elde edilmiştir. (Kullanılan tek arazi tespiti artım oranı değeri X_2 yi tayin amacı ile Saha 9 dan elde edilen bilgileridir). Diğer onbir saha için aynı model kullanılmış ve tespitlerden modeldeki katsayıları tayin amacı ile yararlanılmıştır. Çoğul regresyon tekniğinde ise ölçme ve tespitler sadece katsayıların tayini için kullanılmamakta, fakat son modelin tespiti için de gene aynı tespitlerden istifade edilmektedir. Böylece, gerçek anlamda, çoğul regresyonun belirli ölçme ve tespitlere (örnek) uygulanması ile elde edilen model, örneğin alındığı toplum için bile her zaman genel bir model niteliğinde olmamaktadır. Bu yüzden, geliştirilen modelin, 12 saha için, çoğul regresyondan daha iyi sonuç vermeye kalmadığını, aynı za-

manda bu sonucun bütün sahalarda aynı modelle elde edildiğini tekrar belirtmek isteriz. Geliştirilen modelle 12 sahada elde edilen iyi sonuçlar bu modelin başka yerlerde de iyi neticeler sağlayacağı hususunda güven vermiştir.

L İ T E R A T Ü R

- HILDEBRANDT, GERD. 1960. The effect of growth conditions on the structure and properties of wood, Proc. of the Fifth World Forest. Congr. 3: 1348 - 53.
- MITCHELL, H. L. 1954. Greater pulp yields per acre per year. U. S. Forest Prod. Lab. Rep. 1963.
- » 1964. Patterns of specific gravity variation in North American conifers. Proc. Soc. of Amer. Forest., Denver Colo.
- PAUL, B. H. 1963. The application of silviculture in controlling the specific gravity of wood. U. S. Dep. of Agr. Tech. Bull. 1288.
- PILLOW, M. Y. 1954. Specific gravity relative to characteristics of annual rings in loblolly pine. U. S. Forest Prod. Lab. Rep. 1989.
- RICHARDSON, S. D. 1961. A biological basis for sampling in studies of wood properties, Tappi 44 (3): 170 - 3.
- SCHNIEWIND, A. P. 1961. The effect of site and other factors on specific gravity and bending strength of California red fir. Forest Sci. 7 (2): 106 - 15.
- SPURR, S. H., and WEN HSUNG. 1954. Growth rate and specific gravity in conifers. J. of Forest. 52: 191 - 200.
- C. S. FOREST SERVICE. 1965. Southern wood density survey. 1965 status report. U. S. Forest Service Res. Pap. FPL - 26, Forest Prod. Lab.
- » 1965. Western wood density survey, U. S. Forest Service Res. Pap. FPL - 27, Forest Prod. Lab.
- WAHLGREN, H. E., and D. L. FASSNACHT. 1959. Estimating tree specific gravity from a single increment core. U. S. Forest Prod. Lab. Rep. 2146.
- » A. C. HART, and R. R. MAEGLIN. 1966. Estimating tree specific gravity of Maine conifers. U. S. Forest Service Res. Pap. EPL - 61, Forest Prod. Lab.
- YANDLE, D. O. 1966. Statistical evaluation of the effect of age on specific gravity in loblolly pine. U. S. Forest Prod. Lab. Rep. 2049.