

Ox. 562.41

# DEĞİŞİK YÖNLERE AİT ARTIM KALEMLERİYLE YAPILAN ARTIM HESAPLARINDAKİ SIHHAT DERECEŚİ

THE PRECISION OF INCREMENT CALCULATIONS BY  
USING INCREMENT CORES FROM VARIOUS DIRECTIONS

Yazan

**Doç. Dr. Şeref ALEMDAĞ**

Ormanlık Araştırma Enstitüsü  
Orman Amenajmanı Şubesi Müdürü

---

ORMANCILIK ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ YAYINLARI

Teknik Bülten Serisi No . 25

---

Güzel İstanbul Matbaası

A n k a r a — 1 9 6 7

## ÖNSÖZ

Uluslararası Ormancılık Araştırma Müesseseleri Birliği (IUFRO) nin 1956 yılında Oxford'da yapılan 12. kongresinde görüşülen önemli konulardan birini de artım tayini usulleri teşkil etmiştir. Toplantıda, artım tayininde kullanılan çeşitli metodlar ve vasıtalar üzerinde araştırmalar ve incelemeler yapılması hususunda bütün araştırma müesseseleri vazifeli kılınmış ve araştırmacı ormancılardan bu konuyla ilgilenerek denemeler vazetmeleri temenni edilmiştir. Hattâ bu çalışmalarını organize etmek ve sonuçlarını biraraya toplayıp yararlı hale getirebilmek üzere de IUFRO nun, Büyüme, Hasılat ve Orman Amenajmanı Çalışmaları Seksiyonu (Section 25) içerisinde bir Çalışma Grubu kurulmuştur.

Halen takdim etmekte bulunduğumuz bu çalışma bu çerçevede dahilinde ve memleketimiz ormancılığına faydalı olmak gayesi yanında, dünya ormancılığının bir probleminin çözülmesinde ona bir yönü ile katkıda bulunmak maksadıyla ele alınmıştır. Denemenin arazi ölçmeleri çok kısa zamanda bitirilmiş olmakla beraber sonucun alınması, maalesef, tahminimizden çok daha fazla sürmüştür. Enstitümüzde, bu süre içerisinde, istatistiki analizleri yapabilecek yetkide bir elemana sahip olmayışımız ve dolayısıyla analizleri, dış ülkelerdeki istatistikçilerin fikirlerine yazışma yoluyla başvurmak ve böylece yapmaya çalışmak cihetine gitmek zorunda kalışımız bu arzulanmayan geçikmeye sebebiyet vermiştir.

Denemenin arazi ve büro çalışmalarına katılan mesai arkadaşlarım OYM Burhan Soykan'a, OYM Özdemir Erdemir'e, Amerikalı ormancı James L. Bertenshaw'a ve bilhassa, matematik-istatistik analizlerin yapılmasında kıymetli tavsiyelerde bulunan İsveçli Matematikçi Bertil Matern ile Amerikalı Biometrist C.E. Jensen'a ve analizlerin biraraya getirilip çalışmaya son şeklinin verilmesinde yardımlarını unutamayacağım İngiliz Biometrist Howard L. Wright'a teşekkürlerim sonsuzdur.

Sonuçların meslekdaşlarım için faydalı olmasını dilerim.

ANKARA  
Mayıs 1967

Doç. Dr. Şeref ALEMDAĞ

## İ Ç İ N D E K İ L E R

ÖNSÖZ	iii
I. ARAŞTIRMADA GÜDÜLEN GAYE VE BU GAYEYE GÖTÜRECEK MATERYALİN TOPLANMASI	1
A. Gaye	1
B. Gerekli ölçme ve tesbitlerin yapılması	1
1. Çalışma yapılan yer	1
2. Materyalin toplanması	2
II. TOPLANAN MATERYALLE YAPILAN KIYMETLENDİRMELER VE İSTATİSTİK ANALİZLER	3
A. Materyalin kıymetlendirilmesindeki yol	3
B. Değerlerin matematik - istatistik analizleri	5
1. Analiz metodu	5
2. Analiz sonuçları	6
3. Gerekli deneme ağacı ve artım kalemi sayısı	12
Literatür	14
ENGLISH PART	15

# I. ARAŞTIRMADA GÜDÜLEN GAYE VE BU GAYEYE GÖTÜRECEK MATERYALİN TOPLANMASI

## A. Gaye

Memleketimizde herhangi bir meşcerenin cari hacim artımının tayini, periyodik ölçmeler arasındaki hacim farklarına veya hasılat tablolarına göre ya da sair tahmin usullerine dayanılarak değil de meşceredeki bazı ağaçlardan alınan artım kalemlerinden faydalanılarak yapılmaktadır. Zira halen memleketimizde, önemli ağaç türlerimizin çeşitli kuruluştaki, değişik yetiştirme muhitlerindeki ve değişik teknik müdahaleler altındaki meşcerelerinde tesis edilmiş ve muntazam aralıklarla ölçmelere tabi tutulmuş daimi deneme sahaları mevcut değildir. Bu noksanlığın bir sonucu olarak da meşcerenin hayat süresince toplanmış materyale dayandırılarak tertiplenmiş hasılat tablolarımız bulunmamaktadır. Geçici deneme sahalarından faydalanılarak yapılan hasılat tablolarının verdiği hacim artımları ise tayini oldukça zor olan ayrılan meşcere hacmi ile bağıntılı bulunduğu cihetle fazlaca güvenilir bir durum arz etmemektedir. Bu itibarıyla ki artım kalemlerine başvurmak zorunluğu ortaya çıkmaktadır. Tek ağaçlarda pressler veya artım burgusu ile alınan kalemler üzerinde yapılan son 10 yıllık artım halkaları kalınlığı veya son 1 cm deki yıllık halkalar sayısı ölçmelerine göre, bazı metodlar kullanılarak ya ilkin çap artımına, oradan da tek ağaçların hacim artımına ve daha sonra meşcerenin cari hacim artımına intikal edilmekte veya doğrudan - doğruya tek ağaçların hacim artım yüzdelerinden meşcerenin cari hacim artımına geçilmektedir. Demek oluyor ki hacim tayini hesapları artım kalemleri ölçmelerine dayandırılmaktadır. O halde bu kalemlerin gövde üzerindeki yerinin ve yönünün, hesaplamanın sıhhat derecesi üzerinde etkisi olması gerekir. İşte bu çalışmada bu husus tetkik edilmek istenmiştir. Yani araştırmanın gayesi, çap artımı ve dolayısıyla hacim artımı hesaplarında, ağacın göğüs yüksekliğinde muhtelif yönlerden alınan artım kalemlerinden hangisinin veya hangilerinin veya hangi kombinasyonlarının daha sıhhatli ve gerçeğe daha yakın değer verdiğinin tayini olmuştur. Bu husus yalnız iki ağaç türü üzerinde, köknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) da ve sarıçam (*Pinus silvestris* L.) da tetkik edilmek istenmiştir.

## B. Gerekli ölçme ve tesbitlerin yapılması

### 1. Çalışma yapılan yer

Çalışma Büyükdüz Araştırma Ormanında tatbik mevkiine konmuştur. Büyükdüz Araştırma Ormanı Batı Karadeniz mıntakasının yüksek

dağlarının güneye bakan yamaçlarına isabet etmektedir. Karabüke 13 km mesafededir. Denizden yüksekliği 650-1645 m dir. İyi yetiştirme muhiti şartları içerisinde ve bir seçme ormanı karakteri arzeden yapıda bulunmaktadır. Ormanın çalışma yapılan yukarı kısmı köknar, sarıçam ve kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ın tek haldeki ve küçük gruplar halindeki karışıklığından kurulu meşcerelerden teşekkül etmiştir. Bu kısımda meşcerelerin hektardaki cari hacim artımı 5.5 m<sup>3</sup> veya % 1.5 kadardır.

## 2. Materyalin toplanması

Çalışmayla ilgili materyal köknarın ve sarıçamın saf veya karışık olduğu meşcerelerden toplanmıştır. Bunun için herhangi bir yerde durularak 625 m<sup>2</sup> vüs'atinde bir saha hudutlandırılmış ve bunun içerisine düşen bütün ağaçlar deneme ağacı olarak alınmıştır. Böylece ağaçların seçimi tesadüfe bırakılmış ve fakat muhtelif çap kademelerinin aşağı-yukarı aynı ağırlıkta temsil edilebilmelerini sağlamak için ölçme sahalarının değişik çaplı ve mümkünmertebe tam yuvarlak ağaçlardan kurulu olmaları hususuna dikkat sarfedilmiştir. Meyilleri 0° -30° arasında değişen bu ölçme sahalarının bakılarının da muhtelif olmasına çalışılmıştır.

Ölçmeler, dikili vaziyette, 328 adet köknar ve 108 adet sarıçam üzerinde yapılmıştır. Köknarların 186 adedi meyilli ve 142 adedi düz arazide bulunmaktadır. Sarıçamların hepsi meyilli arazidedir.

Herbir deneme ağacının yerden itibaren 1.30 m yüksekliği yağlı tebeşirle dairevi şekilde belirtildikten sonra bunlar çap, yıllık halka ve kabuk kalınlığı ölçmelerine tabi tutulmuştur. Şöyle ki : 1) Herbir ağacın 1.30 m deki kabuklu çapı, ağaç türü zikredilmek ve yuvarlak veya yuvarlaktan başka şekilde olduğu tesbit edilmek suretiyle, meyilli arazide mailenin yukarı kısmında ve düz arazide ağacın kuzeye bakan tarafında durularak bir defa kompaslanmış ve 0.5 cm ye kadar tesbit edilmiştir. Her artım kalemi yönü için ayrı bir çap ölçmesi yapılmamıştır., 2) Herbir ağacın 1.30 m yüksekliğinden artım burgusu ile 8 artım kalemi çıkarılmıştır. Ağacın gövde eksenine dik olarak yöneltilmeye çalışılan bu artım kalemleri gövde üzerinde, meyilli arazide mailenin yukarı tarafında, mailenin aşağı tarafında, meyil çizgisine dik yönde yani iki yanlarda, kuzeye, güneye, doğuya, batıya bakan yönlerde ve düz arazide, kuzeye, güneye, doğuya, batıya, kuzeydoğuya, kuzeybatıya, güneydoğuya ve güneybatıya bakan yönlerde alınmıştır., 3) Artım kalemleri üzerinde son 10 yıllık artım halkalarının kalınlığı 0.5 mm ye kadar ve floem dahil, kabuk kalınlığı 1 mm ye kadar ölçülmüştür.

## II. TOPLANAN MATERYALLE YAPILAN KIYMETLENDİRMELER VE İSTATİSTİK ANALİZLER

### A. Materyalin kıymetlendirilmesindeki yol

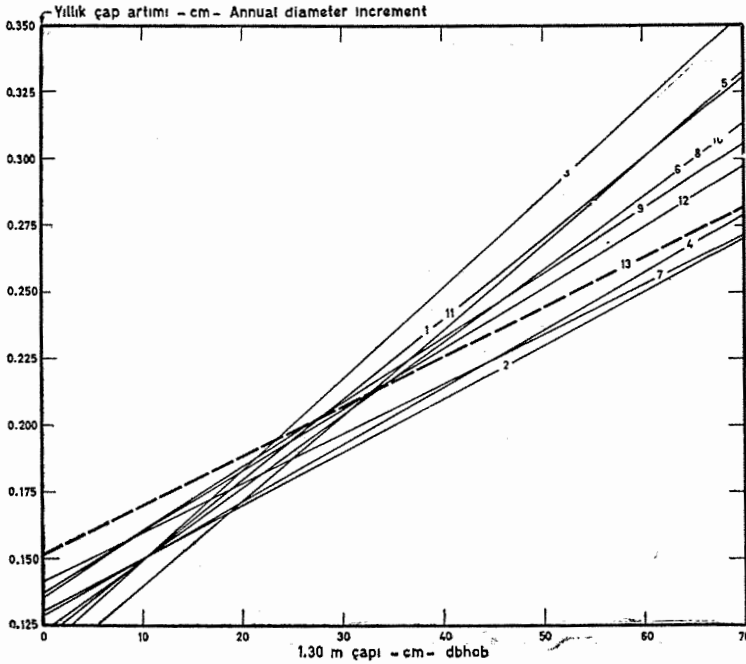
Son yıllarda memleketimizde hasılat ve amenajman çalışmalarında cari çap artımının ve cari hacim artımının hesaplanmasında Meyer metodunun kullanılmasına başlanmış vaziyettedir. Uzun yıllardanberi kullanılmakta olan Schneider metodu, formüldeki K faktörünün tayinindeki zorluk dolayısıyla terkedilmiştir. O itibarla bu çalışmada artım kalemleriyle toplanan ham materyal yani orijinal ölçmeler değerlendirilirken Meyer metodundan faydalanılmıştır. Hacim farkları metodu adı da verilen bu metod (Meyer, 1942 ve 1953) un uygulama şekli şöyledir : a) Yeteri sayıdaki artım kalemleri üzerinde ölçülen son 10 yıllık halkalar kalınlığı kullanılarak ilkin, bir doğru şeklinde olan, 1.30 m kabuklu çapı yıllık çap artımı ilişkisi kurulmaktadır., b) Herbir çap kademesi D ye tekabül eden düzeltilmiş veya ortalama çap artımı I hesaplanmaktadır., e) Birbirini takip eden çap kademelerinin hacimleri arasındaki farklar kullanılarak herbir çap kademesinin 1 cm çap artımıyla husule gelen hacim artımı bulunmaktadır., d) Herbir çap kademesinin yıllık çap artımına karşıt olan yıllık hacim artımı elde edilmektedir. İstenirse bu, ağaç hacminin % si olarak da gösterilmektedir. Meşcerenin yıllık cari hacim artımı ise meşcerenin çap kademelerindeki hacimleri ve bu artım miktarları kullanılmak suretiyle bulunmaktadır.

Burada ilkin, toplanan materyal, ağaç türlerine ve arazinin düz veya meyilli oluşuna göre gruplandırılmıştır. Bu gruplar 1) meyilli arazide köknar, 2) düz arazide köknar, 3) meyilli arazide sarıçam ve 4) meyilli arazide köknar ve sarıçam şeklindedir. Sonra herbir gruba dahil ağaçlardan alınmış bulunan artım kalemlerinden herbir yöne ait olanı kendi içerisinde yani ayrı olarak kıymetlendirilmiştir. Diğer bir deyişle her grupta 8 ayrı yön için ayrı değerlendirme yapılmıştır. Bir de bunlara ilâveten bu 8 yönün karşılıklı olanlarının ortalamasına göre hesaplamada bulunulmuştur. Ki meyilli arazide bunlar yukarı ile aşağının, sağ ile solun, kuzey ile güneyin ve doğu ile batının ortalamalarıdır. Düz arazide ise kuzey ile güneyin, doğu ile batının, kuzeydoğu ile güneybatının, kuzeybatı ile güneydoğunun ortalama değerlerine göre kıymetlendirmeler yapılmıştır. Böylece her grubun işlem sayısı 12 ye çıkmıştır. Bunlara ilâve olarak bir de 8 yönün ortalama değerine göre artım hesabı yapılmıştır ki bundan elde edilen sonuç gerçek sonuç veya doğru

sonuç olarak kabul edilmiştir. Ayrıca bazı gruplar için 4 topografik yönün ve 4 coğrafi yönün ortalamalarına göre de hesaplar yapılmıştır. Artım kalemlerine müsteniden yapıldığı söylenen bu hesaplar önce 1.30 m kabuklu çapa göre yıllık cari kabuklu çap artımı ve bunu takiben de yıllık cari hacim artımı hesaplarıdır. 1.30 m kabuklu çapı D ile yıllık cari kabuklu çap artımı I arasındaki linear ilişkiye bir örnek olarak meyilli arazideki köknarlarda sağ yönden alınan artım kalemlerinin değerlendirilmesiyle elde edilen

$$I = a + bD = 0.116267 + 0.003322 D \quad (1)$$

denklemini verilebilir. Buradaki a ve b regresyon sabiteleridir. D ve I değerleri cm olarak alınmıştır. Herbir yönün denklemi bu şekilde elde edildikten sonra herbir çap kademesi için bu yöne ait düzeltilmiş yıllık çap artımı değerleri hesaplanmıştır. Şayet Şekil 1 tetkik edilecek olursa herhangi bir grupta herbir yöne ait çap artımı regresyon doğrularının birbiri içerisine girmiş vaziyette oldukları yani bunların birbirlerine çok benzedikleri görülecektir. Bu örnek, meyilli arazideki köknarlara ait bulunmaktadır.



Şekil 1. Meyilli arazideki köknarlara ait 13 işlem için regresyon doğruları. İşlem No. 13, gerçek olarak kabul edilendir.

Regression lines for 13 procedures of fir, sloping. Procedure 13 being the assumed true one.

Bilahare yıllık çap artımı değerleri kullanılmak suretiyle yıllık hacim artışlarına ulaşılmıştır. Ancak, istatistiki analizlerde görüleceği üzere, bu hacim artışları mukayeselerde kaale alınmamıştır. Zira bu artışlar çap artışlarına dayandırılarak elde edildiği cihetle çap artışlarındaki herhangi bir farklılığın hacim artışlarına aynen yani aynı oranda ve aynı yönde intikal edeceği düşünülmüş ve kabul edilmiştir. Ve yine, çap artışının analizinde de, yukarıdaki 4 gruptan bazıları ile yetinilmesi uygun görülmüştür.

Hesaplamaların bir kısmı elektrikli masa hesap makinasıyla ve bir kısmı IBM elektronik hesap makinasıyla yapılmıştır.

## B. Değerlerin matematik - istatistik analizleri

### 1. Analiz metodu

Yukarıda, tesviye edilmiş değerler olarak nasıl hesaplandığı anlatılan I değerleri kullanılmak suretiyle iki soru cevaplandırılmaya çalışılmıştır. Bunlardan birincisi, herhangi bir ağaçtaki bütün ölçmelerin ortalaması doğru değer olarak kabul edildiğine göre herbir yönün sıhhat derecesi ne kadardır sorusudur. İkincisi ise bu yönlere ait işlemlerin hatadan ari olup olmadığı hususudur. Sıhhat ölçüsü olarak, İsveçli matematikçi Matern (1) in tavsiye ettiği

$$S_1 = \sqrt{\frac{8}{7} \cdot \frac{\sum (x_1 - x_m)^2}{n}} \quad (2)$$

formülünden faydalanmak suretiyle Standart Ayrılış S hesaplanmıştır. Bu formüldeki n, herhangi bir grubun toplam ağaç sayısı,  $x_1$ , bu gruptaki herhangi bir yöne ait çap artımı değerleri ve  $x_m$ , bu gruptaki bütün işlemlerin yani 8 yönün ortalamalarıyla bulunan çap artımı değerleridir. Bu formül tek artım kalemlerini kullanan işlemler içindir. İki yönün artım kalemlerinin ortalamasını kullanan işlemlerde buradaki 8/7 faktörünün yerini 4/3 faktörü alacaktır. Bu Standart Ayrılış, hesaplanan artım ile gerçek artım arasındaki varyasyonu tayin etmektedir ve o itibarladır ki en küçük S değerini taşıyan işlem en sıhhatli yön olacak demektir. Burada aynı zamanda, her işleme ait bulunan Varyasyon Katsayısı CV de

$$CV_1 = 100 \cdot \frac{S_1}{\bar{x}_m} \quad (3)$$

formülü kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır.

(1) Matern, Bertil. 1963. Özel yazışmalar.



Her bir işlemin muhtemel sistematik hatalar taşıyıp - taşımadığı hususu ise *t - testi* vasıtasıyla araştırılmıştır. Teste tabi tutulan hipotez, herhangi bir işleme ait sonuçların gerçek olarak kabul edilen değerlerden farklı olmadığı veya diğer bir deyişle ortalama ayrılışın sıfıra nazaran önemli bir fark göstermediği idi.

## 2. Analiz sonuçları

Üç gruptaki herbir yöne ait işlem için 1.30 m çapı ile 10 yıllık radyal artım (yarıçap artımı) arasındaki linear regrasyon tayin edilmiştir. Bu iş bir IBM elektronik hesap makinası vasıtasıyla Amerika Birleşik Devletlerinde yapılmıştır. Tablo 1, meyilli arazideki köknar, düz arazideki köknar ve meyilli arazideki sarıçam grupları için regrasyon sabiteleri a ve b ye, korelasyon katsayısı r ye, varyans orantısı F'ye, ortalama artıma ve ortalama yüzdesi olarak ifade edilen regrasyonun Standart Ayrılışına ait değerleri ihtiva etmektedir.

Tablo 1 de görüleceği üzere, bütün işlemlerde, artım ile çap arasında pek zayıf ilişki bulunmaktadır ki bunu meşcerelerin aynı yaşlı olmamasına atfetmek mümkündür. En yüksek korelasyon katsayıları köknarda görülmekte, buna mukabil sarıçam çok düşük değerler arz etmektedir. Bu durum yani noktaların çok dağınık oluşu hali aynı zamanda Şekil 2 de de görülmektedir ki burada bir örnek olarak, meyilli arazideki köknarlarda yukarı taraftan ölçülmüş artım kalemlerine ait ilişki alınmıştır. Köknara ait 18 ve 22 numaralı işlemlerde ve 36 numaralı işlem hariç, bütün sarıçam işlemlerinde F değerine göre teste tabi tutulmak suretiyle, regrasyon katsayıları olan b değerlerinin sıfırdan önemli bir fark göstermedikleri görülmektedir ki bunun anlamı bu işlemlerde önemli (= *significant*) bir linear ilişkinin bulunmadığı şeklindedir. Geri kalan işlemlere bakıldığında, bütün işlemler için hesaplanan korelasyon katsayısı kareleri (=  $r^2$ ) nin haiz olduğu en büyük değer herhangi bir işlemde 0.11 (= % 11) kadar küçük olmasına rağmen artım ve çap arasında önemli bir linear ilişkinin varlığı görülecektir. Regrasyondan olan Standart Ayrılış yüzdesi 42 ile 69 gibi yüksek rakkamlar arasında değişmekte ve bu ise bu regrasyon eşitliklerinin çok sıhhatli değerler veremeyeceğini ifade etmektedir. Burada 108 sarıçama mukabil köknarın 186 ağaç ihtiva etmesinin F değerleri arasındaki farka etkide bulunabileceği düşünülebilir.

Tesviye edilmiş artım değerlerini elde edebilmek için lüzumlu olan regrasyonların hesapları el hesap makinasıyla yapılmış ve bunu takiben herbir grubun herbir işlemindeki herbir ağaç için bu ortalama artım değerleri hesaplanmıştır. Bu değerleri kullanmak suretiyle 3 grup için

Tablo 1. Herbir işleme ait olmak üzere, 1.30 m deki kabuklu çapa göre 10 yıllık yarıçap artımı için kurulmuş bulunan regresyonların detayı.

Details of the regression of 10-year radial increment on diameter at breast height outside bark for each of the procedures.

Kökna, meyilli -  
Fır, sloping

No.	İşlem Procedure Yön Direction	Sabit katsayı Intercept a	Regras-	Korelas-	Varyans oranı Variance ratio F	Ortalama artım Mean incrm. cm	S %
			yon kat- sayısı Reg. coeff. b	yon kat- sayısı Corr. coeff. r			
1	U	0.6057	0.0129	0.2742	14.96**	1.0013	50.1
2	D	0.6289	0.0092	0.2193	9.30**	0.9113	49.9
3	R	0.5334	0.0158	0.3172	20.59**	1.0196	51.6
4	L	0.5737	0.0108	0.2489	12.15**	0.9065	51.7
5	N	0.4930	0.0154	0.3057	18.96**	0.9672	55.3
6	S	0.6026	0.0124	0.2597	13.31**	0.9852	52.2
7	E	0.6245	0.0098	0.2122	8.68**	0.9255	54.2
8	W	0.5624	0.0130	0.2923	17.19**	0.9621	49.2
13	4 top. yön ort. Top. ave. of 4	0.5854	0.0122	0.2986	18.01**	0.9597	45.1
14	4 coğ. yön ort. Crd. ave. of 4	0.5706	0.0127	0.3017	18.42**	0.9600	46.4
15	8 yönün ort. Ave. of all 8	0.5780	0.0124	0.3026	18.55**	0.9598	45.3
$F_{0.05} = 3.90$					$F_{0.01} = 6.78$		

Kökna, düz -  
Fır, level

No.	İşlem Procedure Yön Direction	Sabit katsayı Intercept a	Regras-	Korelas-	Varyans oranı Variance ratio F	Ortalama artım Mean incrm. cm	S %
			yon kat- sayısı Reg. coeff. b	yon kat- sayısı Corr. coeff. r			
16	N	0.8409	0.0096	0.2112	6.54*	1.2313	53.1
17	S	0.9409	0.0086	0.2078	6.32*	1.2908	46.1
18	E	0.9206	0.0076	0.1636	3.85	1.2275	54.5
19	W	0.7290	0.0127	0.3238	16.40**	1.2437	43.7
20	NE	0.6181	0.0154	0.3333	17.49**	1.2451	51.5
21	NW	0.8587	0.0107	0.2310	7.89**	1.2926	51.1
22	SE	1.1507	0.0019	0.0459	0.30	1.2285	49.8
23	SW	0.8596	0.0088	0.2248	7.45**	1.2169	46.0
28	8 yönün ort. Ave. of all 8	0.8648	0.0094	0.2558	9.80**	1.2471	41.9
$F_{0.05} = 3.91$					$F_{0.01} = 6.81$		

Tablo 1 den devam

Sarıçam, meyilli -  
Pine, sloping

No.	İşlem Procedure Yön Direction	Sabit	Regras-	Korelas-	Varyans orani Variance ratio F'	Ortalama artım Mean incrm. cm	S %
		katsayı Intercept a	yon kat- sayısı Reg. coeff. b	yon kat- sayısı Corr. coeff. r			
29	U	0.3386	0.0000	0.0466	0.23	0.3519	65.0
30	D	0.4662	0.0000	0.0261	0.07	0.4583	53.1
31	R	0.3975	0.0000	0.1709	3.18	0.4569	60.5
32	L	0.3525	0.0000	0.0769	0.63	0.3741	60.3
33	N	0.3404	0.0000	0.1344	1.95	0.3852	69.1
34	S	0.3767	0.0000	0.1411	2.15	0.4185	56.5
35	E	0.3271	0.0000	0.1165	1.46	0.3630	67.9
36	W	0.4149	0.0000	0.1940	4.15*	0.4778	53.7
37	4 top. yön ort. Top. ave. of 4	0.3887	0.0000	0.0805	0.69	0.4103	52.5
38	4 çoğ. yön ort. Crd. ave. of 4	0.3648	0.0000	0.1673	3.05	0.4111	53.5
39	8 yönün ort. Ave. of all 8	0.3768	0.0000	0.1259	1.71	0.4107	52.5
$F_{0.05} = 3.94$					$F_{0.01} = 6.90$		

yapılan sıhhatlilik ve herhangi bir temayülden azade olma (= *freedom from bias*) testlerinin sonuçları Tablo 2 de verilmiş vaziyettedir.

Herhangi bir ölçme grubu içerisindeki en iyi işlem, en yüksek sıhhat derecesini arzeden ve aynı zamanda temayül (= *bias*) den arı bulunan işlemdir. t değerinin 2 den küçük olduğu işlemler % 95 ihtimalat derecesine göre temayülden önemli miktarda aridirler; yani bunların, gerçek değerden olan ortalama ayrılmaları sıfırdan önemli miktarda farklı değildir. Tablo 2 de verilen 36 işlemde sadece 5 tanesi 2 den küçük t değerlerini haiz bulunmaktadır ki ancak bunlar sistematik hatadan azade olarak mütalâa edilebilirler. Tetkik edilen materyal içerisinde en uygun işlemler olarak şunlar görülmektedir :

- Kökner, meyilli : yukarı ve aşağı yönlerin ortalaması.  
Kökner, düz : kuzeydoğu yönü.  
Kökner + sarıçam, meyilli : yukarı yönü.

Hiç şüphesiz karşılıklı iki artım kaleminin ortalamasına istinat ettirilen hesaplamaların tek artım kalemlerinininkine nazaran daha sıhhatli sonuçlar vereceği beklenmektedir. Filhakika bu durum sadece kökner ile sarıçamın müşterek hesaplarında görülmektedir. Halbuki, ölçme materyaline ait bütün gruplar nazarı itibare alındığında görülecektir ki



**Tablo 2. Sıhhatlilik ve temayülden azade olma testlerinin sonuçları.**  
Results of tests for precision and lack of bias.

Kökнар, meyilli -  
Fir, sloping

İşlem Procedure		S cm	CV %	t	Ortalama artım Mean incrm. cm
No.	Yön Direction				
1	U	0.015745	7.61	9.87	0.215
2	D	0.013813	6.67	116.36	0.194
3	R	0.021432	10.35	9.68	0.218
4	L	0.016088	7.77	43.42	0.193
5	N	0.015291	7.39	1.16	0.206
6	S	0.011196	5.41	5.58	0.211
7	E	0.010021	4.84	92.60	0.198
8	W	0.010436	5.04	1.57	0.209
9	U+D	0.007626	3.68	0.33	0.207
10	R+L	0.011606	5.61	3.77	0.208
11	N+S	0.017369	8.39	6.40	0.213
12	E+W	0.007304	3.53	3.91	0.205

8 yönün ortalamasına göre hesaplanmış yıllık çap artımlarının ortalaması = 0.207 cm  
Mean of the corrected annual diameter increment of all 8 = 0.207 cm

Kökнар, düz -  
Fir, level

İşlem Procedure		S cm	CV %	t	Ortalama artım Mean incrm. cm
No.	Yön Direction				
16	N	0.005675	2.12	135.64	0.263
17	S	0.008107	3.03	12.59	0.274
18	E	0.009606	3.58	7.06	0.264
19	W	0.008373	3.12	5.42	0.265
20	NE	0.017333	6.47	1.17	0.267
21	NW	0.006463	2.41	302.00	0.274
22	SE	0.022959	8.57	3.89	0.262
23	SW	0.006727	2.51	102.45	0.262
24	N+S	0.008042	3.00	117.46	0.275
25	E+W	0.001109	0.41	40.00	0.267
26	NE+SW	0.012227	4.56	6.87	0.273
27	SE+NW	0.012372	4.62	5.00	0.264

8 yönün ortalamasına göre hesaplanmış yıllık çap artımlarının ortalaması = 0.268 cm  
Mean of the corrected annual diameter increment of all 8 = 0.268 cm

Tablo 2 den devam

Kök nar + sarıçam, meyilli -  
Fir + Pine, sloping

İşlem Procedure		S cm	CV %	t	Ortalama artım Mean increm. cm
No.	Yön Direction				
40	U	0.004014	2.45	0.14	0.164
41	D	0.017382	10.60	6.63	0.158
42	R	0.013905	8.48	21.00	0.175
43	L	0.013104	7.99	35.20	0.152
44	N	0.005343	3.26	10.83	0.154
45	S	0.003640	2.22	35.70	0.167
46	E	0.012522	7.47	28.30	0.154
47	W	0.007634	4.65	13.80	0.170
48	U+D	0.003867	2.36	2.28	0.164
49	R+L	0.003566	2.17	10.50	0.166
50	N+S	0.005495	3.35	14.80	0.168
51	E+W	0.000489	0.30	8.50	0.164

8 yönün ortalamasına göre hesaplanmış yıllık çap artımlarının ortalaması = 0.164 cm  
Mean of the corrected annual diameter increment of all 8 = 0.164 cm

sonuçlardan çıkarılabilecek bir kalıp, bir sıra mevcut olmadığı gibi daima en iyi sonucu veren tek bir yön de bulunmamaktadır. Bu itibarla artım kalemlerinin hangi yönden alınması gerektiği ve dolayısıyla hangi yönün en sıhhatli sonucu verdiği hususunda herhangi genel bir hükme varmak yani bu yönü tayin edip bütün durumlara teşmil etmek mümkün değildir. Burada tetkik edilen materyale göre en sıhhatli sonuçlar veren yönlerin tayini kabil olmakla beraber bu, yeni bir çalışmada aynı yönlerle yine en sıhhatli sonuçların elde edileceği anlamını taşımamaktadır. Muhtemelen her bir çalışma kontrol edilemeyen faktörlerin etkisi altında bulunacak ve bu ise en iyi yönün değişmesine sebebiyet verecektir. O itibarla hangi yönün en sıhhatli sonuçlar verdiği hakkında genel bir kural koymaya imkân yoktur. Bu sebeple artım kalemlerinin *random* olarak seçilmesinin daha uygun olacağı anlaşılmaktadır.

Her bir deneme ağacı üzerinde herhangi bir tesadüfi yönün kullanılması bir kere kararlaştırıldıktan sonra ortaya çıkacak mesele ne kadar artım kalemi alınması gerektiği ve bunların nasıl dağıtılacağı olmaktadır. Diğer bir deyişle, her bir ağaçta yalnız bir artım kalemi almak suretiyle mi yoksa her bir ağaçta birden fazla artım kalemi almak suretiyle mi bir örnekleme yapılmalıdır. Bu hususa ait aşağıdaki analizler Amerikalı biometrist Jensen (2) tarafından yapılmış ve bununla ilgili bazı tavsiyelerde bulunulmuştur.

(2) Jensen, C. E. 1966. Özel yazışmalar.

### 3. Gerekli deneme ağacı ve artım kalemi sayısı

Örneklemenin vüs'atini tayin edebilmek için artım miktarlarının dağılışı yani dağılma sahası hakkında yeterli bilgiye sahip olmamız lâzımdır. Yukarıdaki çalışmadan ağaçlar arasındaki ve ağaçların kendi içindeki artım dağılışı hususunda bilgi edinmemiz mümkündür. Tablo 3 de bu bilgiler özetlenmiş vaziyettedir. Bunlar sistematik olarak tevzi edilmiş artım kalemleri ölçmelerine istinaden hesaplanmışlardır. Sistematik tevzi, dağılımın, olduğundan fazla tahminine yol açmakla beraber yine de örneklemenin büyüklüğünü tayinde kullanılabilir.

**Tablo 3.** Ağaçlar arasındaki ve ağaçların kendi içindeki 10 yıllık radyal artım dağılışının 3 grup ölçme için olan değerleri.

Between and within-tree variance of 10-year radial increment for 3 sets of the data.

Ölçme grubu Sets of data	Ağaçlar içi dağılış Within-tree variance $S^2_w$	Ağaçlar arası dağılış Between-tree variance $S^2_b$
Kökknar, düz - Fir, level	0.128	0.274
Kökknar, meyilli - Fir, sloping	0.068	0.199
Sarıçam, meyilli - Pine, sloping	0.020	0.044

Tablo 3 e dikkat edilecek olursa ağaçlar arasındaki değişimin ağaçlar içerisindekinden daha fazla olduğu görülecektir. Bundan çıkarılacak sonuç ağaçlar arasında daha çok ve fakat ağaçlar içerisinde daha az sayıda örnekleme yapmak gerektiğidir.

İstenen herhangi bir doğruluk derecesi için deneme ağacı sayısı  $n$  ve herbir ağaca ait artım kalemi sayısı  $m$  aşağıda yazılı

$$n = \frac{t^2}{E^2} \left( \frac{S^2_w}{m} + S^2_b \right) \quad (4)$$

formülü ile hesaplanabilir ki burada  $t$ , kararlaştırılan ihtimalat derecesindeki  $t$  değeri,  $E$ , mutlak değer olarak düşünülen hata miktarı,  $S^2_w$ , ağaç içerisindeki 10 yıllık yarıçap artımı dağılımı ve  $S^2_b$ , ağaçlar arasındaki 10 yıllık yarıçap artımı dağılımıdır. Bu formülü kullanarak ve artıma ait ortalama bir değer kabul ederek % 95 ihtimale göre ve % 5 ile % 10 hata miktarları için 3 gruba ait olmak üzere  $n$  ve  $m$  değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 4 e konmuş vaziyettedir.

Şayet herbir örneğin alınması için sarfı gerekli para miktarı biliniyorsa bu takdirde  $n$  ve  $m$  değerlerine ait hangi kombinasyonun en düşük maliyeti vereceğini hesaplamak mümkündür. Meselâ bir deneme ağacı

**Tablo 4. İki doğruluk derecesine göre 3 grup ölçme için hesaplanmış m ve n değerleri.**

Values of m and n for 3 sets of data for two levels of accuracy.

Kökner, düz - Fir, level

10 yıllık radyal artım ortalaması = 2.00 cm

Mean 10-year radial increment = 2.00 cm

m	n	
	Hata - Error 5 %	Hata - Error 10 %
1	161	40
2	135	34
3	127	32
4	122	31
5	120	30
10	115	29

Kökner, meyilli - Fir, sloping

10 yıllık radyal artım ortalaması = 1.00 cm

Mean 10-year radial increment = 1.00 cm

m	n	
	Hata - Error 5 %	Hata - Error 10 %
1	427	107
2	373	93
3	355	89
4	346	86
5	340	85
10	329	82

Sarıçam, meyilli - Pine, sloping

10 yıllık radyal artım ortalaması = 0.40 cm

Mean 10-year radial increment = 0.40 cm

m	n	
	Hata - Error 5 %	Hata - Error 10 %
1	640	160
2	540	135
3	507	127
4	490	123
5	480	120
10	460	115

bulmanın veya diğer bir deyişle bir ağaçtan diğerine gitmenin arazideki maliyeti  $c_n = 3.20$  TL ve herhangi bir ağaçtan bir artım kalemi alınmanın arazideki maliyeti  $c_m = 0.80$  TL ise herhangi bir örnekleme için toplam maliyet



$$c = c_m mn + c_n n = 0.80 mn + 3.20 n \quad (5)$$

olacaktır. Pek tabii, n ve m kombinasyonlarından hangisi olursa olsun aynı sıhhat derecesini verdiğine göre yapılacak çalışmada bunlardan herhangi biri seçilebilir. Ancak, bu iş için sarfedilecek para da nazarı itibare alındığı takdirde en az masrafı gerektiren kombinasyonun seçilmesi tabiidir. Bu maksadı teminen herbir n ve m kombinasyonu için maliyet tabloları düzenlemek her zaman kabildir. Yalnız burada şu hususu gözden uzak tutmamak lâzımdır : yalnız maliyet bu kombinasyonların seçilmesinde rol oynamamalıdır. Bazan, maliyeti düşük olmasına rağmen, fazlaca artım burgusu salmayı gerektirmek suretiyle ağaçlara zarar yapan kombinasyonlar terkedilebilir. Maliyetin aşağı - yukarı eşit olduğu hallerde, hiç şüphesiz kombinasyonlardan akla en uygun gelenin alınması faydalı olur.

#### Literatür

- MEYER, H. ARTHUR. 1942. *Methods of forest growth determination*. The Pennsylvania State College, State College, Pa. 93 pp.
- MEYER, H. ARTHUR. 1953. *Forest mensuration*. Penns Valey Publishers, Inc., State College, Pa. 357 pp.

## ENGLISH PART

### Aim of study

The aim of the study was to determine the precision of diameter and volume increment calculations for fir (*Abies bornmülleriana* Mattf.) and Scots pine (*Pinus silvestris* L.) by using increment cores taken at different directions at breast height. In other words, the purpose was to find out, which direction or directions or combinations of directions gave the closest result to the actual one. For a given tree, the actual or true increment value is assumed to be the average of all the increments measured.

### Collection of data

The data were collected from one particular forest (Buyukduz Research Forest) in the Western Black Sea Region. The study was made in the upper part of the forest where fir, Scots pine and eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) constitute the uneven aged stands, and annual volume increment per hectare is 5.5 m<sup>3</sup> or 1.5 %. The cores were taken by an increment borer on a random selection of standing sample trees. Of these trees, 186 fir and 108 pine were on sloping ground and 142 fir on level ground, a total of 436. The sample areas were chosen with slopes of various degrees and different aspects, with different diameter classes and with trees as cylindrical as possible. The increment cores were obtained at breast height from 8 different directions, care being taken each core was directed at right angles to the stem axis. In sloping areas these directions are upper, lower, right and left sides of the tree when looking downward and the four cardinal directions, i.e. N, S, E and W. On the trees on level ground, the four cardinal directions plus NE, SW, SE and NW were used. The width of the last 10 years increment was measured on each increment core to the nearest 0.5 mm and the bark thickness to the nearest 1 mm. Separate diameter measurements for each direction were not made but only one diameter (diameter breast height outside bark) for each tree was measured using a caliper to the nearest 0.5 cm, from the upper side of the tree on sloping areas and from the northern side of the tree on level ground.

### The use of cores to calculate increment

In this study to determine the diameter and volume increment, Meyer's method (Meyer, 1942 and 1953) was followed. This method

was adopted for calculating the increment for yield and timber management purposes in Turkey, a few years ago. The method may be summarised as a) to establish the regression between diameter over bark and annual diameter increment, which is assumed to be a straight line, by using the last 10-year diameter increment and dbhob of a sufficient number of trees, b) to calculate smoothed or averaged annual diameter increment values  $I$ , for each of the diameter classes  $D$  from this regression, c) to find the volume increment of each diameter class corresponding to a 1 cm diameter increment by using the volume differences of stems in neighbouring diameter classes and finally d) to determine the annual volume increment of each diameter class corresponding to its annual diameter increment  $I$ .

In this study, all the trees measured in the field are grouped into 4 sets, namely: 1) fir on sloping areas, 2) fir on level areas, 3) pine on sloping areas and, 4) fir and pine together on sloping areas. The annual diameter increment calculation, explained above, is made for each set of data for each core direction separately. Also in each set, separate calculations are made by using the average values of each of the opposite directions in addition to the average value of all 8 directions which is assumed to be the true value. The topographic average of 4 cores and the cardinal average of 4 cores are also added to the procedures of some sets. In the data from sloping areas there are thus 12 procedures: upward, downward, right, left, north, south, east, west, upward + downward, right + left, north + south, east + west. On level areas there are again 12 procedures but these are north, south, east, west, northeast, northwest, southeast, southwest, north + south, east + west, northeast + southwest, southeast + northwest. Not all of the data and procedures were analysed; also emphasis was given to only the diameter increment, assuming that as volume increment is based on diameter increment, it will reflect the same amount of precision. The ones considered and statistically analysed in this study will be seen below. Some of the calculations are made using a desk calculating machine and some by an IBM computer.

### Method of analysis

Since Meyer's method depends on obtaining an estimate of annual diameter increment for each diameter, the first step was to calculate the linear regression of annual diameter increment  $I$  on diameter at breast height  $D$ . This takes the form as equation 1 where  $a$  and  $b$  are the regression constants. From these regressions smoothed values of increment may be calculated for each diameter and each procedure.

If Figure 1 is studied it will be seen that all of these regression lines are intermingled, i.e., they are very similar. This example is for fir on sloping ground.

Using the smoothed values of  $I$  for each procedure two questions were investigated. Firstly, assuming that the mean of all cores taken on a single tree represented the true increment, how precise was each procedure; and, secondly, were the procedures free from bias. As a measure of precision a standard deviation  $S$  was calculated according to the formula 2 recommended by Matern <sup>(1)</sup>, where  $n$  is the total number of trees of one set,  $x_1$  is the increment from procedure 1 and  $x_m$  is the mean increment of all the procedures. The above formula is for procedures based on individual cores. For procedures based on the average of two cores the factor  $8/7$  is replaced by  $4/3$ . This standard deviation measures the variation of the estimated increments from the true increment and hence the procedure with the lowest value of  $S$  will be the most precise. The coefficient of variation  $CV$  corresponding to each procedure was also calculated using equation 3.

The extent to which each procedure involves possible systematic errors was tested by means of a t-test. The hypothesis tested was that the results for a procedure do not differ significantly from the assumed true values; in other words that the average deviation is not significantly different from zero.

### Results of analysis

The linear regression of 10-year radial increment on diameter at breast height was computed for each procedure in three sets of data. This work was done in the United States using an IBM computer. Table 1 lists the values of the regression constants  $a$  and  $b$ , the correlation coefficient  $r$ , the value of the variance-ratio  $F$ , the mean increment and the standard deviation from regression expressed as a percentage of the mean increment for fir-sloping, fir-level and pine-sloping.

From Table 1 it is apparent that there is a very weak relationship between increment and diameter probably due to the uneven aged character of the stands. The highest correlation coefficients occur for the fir data while the pine data have very low values. This is seen in Figure 2 which shows the scatter of points for procedure upward core of fir on sloping ground. For the procedures 18 and 22 and for the pine data the regression coefficients  $b$  are not significantly different from zero (tested by the value of  $F$ ) except for procedure 36. For the remaining

(1) Matern, Bertil. 1963. Personal communication.

sets of data there is a significant linear relationship between increment and diameter, although the maximum amount of variation accounted for by any single regression is only 11 % ( $= r^2$ ). The percentage standard deviation from regression ranges from 42 to 69 indicating that predicted values from the regression equations would not be very precise. The pine data includes 108 trees compared to the 186 trees which make up the fir inclined data. This may have contributed to the differences in F values.

For calculating the smoothed increment values the regressions of annual diameter increment on diameter were computed by hand. The smoothed increments were then estimated for each procedure for each tree. The results of the tests for precision and lack of bias (using the smoothed values) are given in Table 2 for three of the sets of data.

The best procedure for a set of data is that with the highest precision which at the same time is free from bias (i.e., their average deviation from the true value is not significantly different from zero) at the 95 percent probability level. Only 5 of the 36 procedures in Table 2 have t values less than 2 and can thus be considered to be free from systematic error. For the data examined the most suitable procedures are :

- Fir, sloping : the average of the upward and downward direction.
- Fir, level : the NE direction.
- Fir and pine, sloping : the upward direction.

It would be expected that those procedures based on the average of two cores would be more precise than those based on individual cores. However this is obvious only for the combined fir and pine data. There is no pattern in the results-no single direction is «best» for all sets of data. It is not therefore possible to make any generalisations as to the direction in which increment cores should be taken. For the data examined the most precise directions can be found but these directions may not prove the most precise if new samples were taken. It is probable that uncontrolled factors will affect each sample taken thus altering the optimum direction. For this reason the random selection of increment cores would appear to be justified.

Once it is decided to use a random direction on each sample tree then the next questions to be answered are how many cores should be taken and how should this sample be distributed. In other words should one take a sample of one increment core per tree or use a sampling design which takes more than one core per tree. The follo-

wing analysis was suggested and carried out by Jensen <sup>(2)</sup> in the United States.

### Sample size required

In order to estimate sample size, information on the variability of the increment measurements is required. From the study above it is possible to obtain estimates of the between tree ( $S^2_b$ ) and within-tree ( $S^2_w$ ) variance. Table 3 summarises these estimates, which are based on the systematically located borings. This will tend to overestimate the variances which however may still be used to predict sample size.

From Table 3 it can be seen that there is more variability between trees than within trees. This would suggest that one must sample more between the trees and less within the trees.

The number of sample trees  $n$ , and the number of borings per tree  $m$ , for a desired accuracy may be estimated from the formula 4, where  $t$  is the value of  $t$  at the probability level required and  $E$  is the desired error of 10-year radial increment expressed in absolute terms. Using this formula and assuming mean values of the increment, the values of  $n$  and  $m$  were computed for a 5 and 10 percent error at the 95 percent probability level for the three sets of data. These values are listed in Table 4.

If estimates of the costs of taking the samples are known then it is possible to determine which combination of  $n$  and  $m$  will minimise the cost. For example assuming that the cost of making a boring ( $c_m$ ) is TL 0.80 and the cost of locating the sample tree ( $c_n$ ) is TL 3.20, then the total cost is  $0.80 mn + 3.20 m$ . Thus a table may be prepared listing the cost of each combination of  $m$  and  $n$ . Other considerations such as the harmful effect of several borings on one tree may influence the combination chosen.

---

(2) Jensen, C.E. 1966. Personal communication.