

SERİ B CİLT 33



SAYI 1 1983

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



İNGİLTERE'DE SARIÇAM (PINUS SYLVESTRIS L.)'İN BOY BÜYÜMESİ İLE YETİŞME ORTAMI FAKTÖRLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER¹

E. J. WHITE.

K I S A Ö z e t

Bu araştırmada İngiltere'deki Sarıçam meşcerelerinin boy artımı ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Yetişme ortamı faktörleri olarak coğrafik değişkenler, topoğrafya, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprakta çeşitli şekilde tutulan fosfor miktarları, yapıdaki monoterpenler ve iklim faktörlerine ait tahmin edilen ortalama değerler alınmıştır. Temel öğeler analizi 88 yetişme ortamı faktöründen çoğul regresyon denklemlerinde kullanılacak faktörlerin başlangıçtaki seçimini yapmak amacıyla kullanılmıştır. Yaşım, boy üzerindeki etkisi kaldırılarak bir bağımlı değişken elde edilmiştir. Bu faktörün yetişme ortamı değişkenlerine bağımlılığı daha sonra kademeli çoğul regresyon analizi kullanılarak kontrol edilmiştir. Bunun için de temel öğeler analizi (P.C.A.) ile regresyon değişkenlerinin seçimi yapılmış, sonra da boydaki değişimin % 69'una kadarını temsil eden değişim ve etkileşim terimleri İngiltere'nin tümü için, % 99'una kadarını temsil edenler ise ülkenin çeşitli bölgeleri için önemli kabul edilmiştir. Sadece haritalardan elde edilebilen regresyon değişkenleri kullanılarak daha basit denklemler de hesaplanmıştır.

Tüm İngiltere'de büyümedeki varyasyonlar, başlıca güneş radyasyonu, toprak tekstürü ve toprak nemi içeriği ile ilişkilidir. Güneş radyasyonu terimi, ülkenin ayrılmış bölgeleri için bulunan regresyon denklemlerinde görülmemektedir.

G İ R İ Ş

Fosil yakıtların sınırlı miktarlarda bulunduğu bugün açıkça görülmektedir. Ekosistemlere yapılacak etki ile, bugünküne kıyasla daha büyük miktarlarda biyomas üretileceği düşünülerek, ekonomik bakımdan değerli bitki türleri gelişiminin yetişme

¹ Bu yazı «Relationship Between Height Growth of Scots Pine (Pinus sylvestris L.) and Site Factors in Great Britain» ismi ile «Forest Ecology and Management vol. 4, p. 225 - 245» de yayınlanmış ve I.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Bilim Dalı Araştırma Görevlisi M. Ömer KARAÖZ tarafından dilimize çevrilmiştir.

E.J. WHITE, 1982, Institute of Terrestrial Ecology, Bush Estate, Penicuik, Midlothian EH 26 0QB (Great Britain).

ortamı faktörlerine bağlılığı hususundaki anlayışımızın geliştirilmesi önemlidir. Diğer iğne yapraklı ağaç türleri üzerinde, daha geniş yorumlamaya yardımcı olabilecek araştırmalar yapılmış olmasına karşın, bu çalışmada sarıçam seçilmiştir. Bunun nedeni, nisbeten küçük alanlarda, yetiştirme ortamı faktörleri ile sarıçamın gelişimi arasındaki ilişkilere ait önemli derecede başvurulacak bilgilerin bulunmasıdır. Çoğul regresyon esası üzerine oturtulan çalışmalardan elde edilen bilgilerin, tarihsel nedenlerden dolayı Avrupa'da pratik amenajman dalında çok az kullanılmasına karşın (TESCH, 1981), bu şekildeki araştırmalar yine de yapılmıştır. Bu tür çalışmaların kimler veya hangi kuruluşlar tarafından yapıldığına ait aşağıda kısa bir bilgi verilmiş olup parantez içindeki (%) değerler hesaplanan varyasyonları göstermektedir. DAY (1946) Güney Galler'de sarıçam, Avrupa ve Japon melezleri, Sitka ladin'inin büyüme ilişkisini incelemeye kısmi korelasyonları kullanmıştır. Aberdeen Üniversitesi Toprak İlimi Kürsüsü'nde ADU (1968, % 90), BEAVINGTON ve ADU (1971), COOK (1971, % 51), COOK ve ARKADAŞLARI (1977) ve MORGAN (1972) Aberdeenshire'da sarıçam üzerine çalışmalar yapmışlardır. DECOURT ve ARKADAŞLARI (1969, % 52) Fransa'nın Sologne bölgesinde, HÄGGLUND ve LUNDMARK (1977, % 49-68) İsveç'te sarıçamın büyümesinin yetiştirme ortamı faktörleri ile olan ilişkisini incelemiştir. FOURT ve ARKADAŞLARI (1971) Güney İngiltere'de Korsika çamının büyümesini araştırmıştır. PAGE (1967, % 74-84; 1970) Kuzey Galler'de adi duglas, Japon melezi ve Sitka ladinini üzerinde çalışmıştır. MAYHEAD ve BROAD (1978, % 5-89) Güney İngiltere'de Sitka ladininin büyüme ilişkisi üzerinde çalışırken, MALCOLM (1970, > % 70; 1976) İskoçya'da sığ ve derin turbalıklar üzerindeki meşcereleri haric tutarak Sitka ladininin büyümesini araştırmıştır. PYATT ve ARKADAŞLARI (1969) ve BUSBY (1974) yetiştirme ortamı tipleri için pratik göstergeler elde etmişlerdir. CARMEAN (1975) Kuzey Amerika'da çoğul regresyon yöntemi kullanarak yetiştirme ortamının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır.

M E T O D L A R

A. Yetiştirme Ortamı Örnekleri

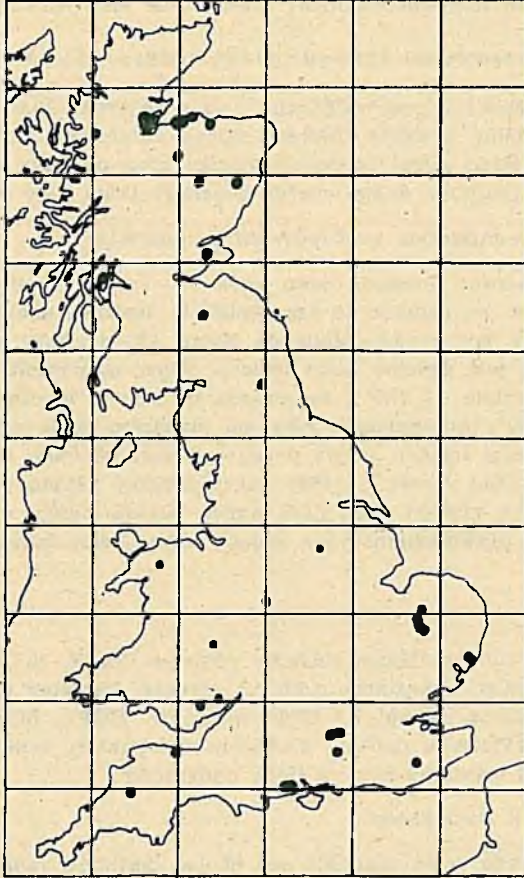
Bu çalışma tüm hasılat sınıflarını (HAMILTON and CHRISTIE, 1971) ve çeşitli mevkileri temsil edecek şekilde İngiltere'nin tamamına dağıtılmış bulunan Forestry Commission'un sürekli deneme alanlarında yapılmıştır (Şekil 1). Bununla beraber deneme alanlarının her orman içinde sadece daha iyi alanları temsil etmesi de olasıdır. Deneme alanları, denetlenebilen değişkenler haric tutularak varyasyonun yeni kaynaklarını (farklı aralama şiddeti gibi) temsil eden alanları içermektedir. Örnek deneme alanlarının büyüklüğü 405 - 4047 m² arasında değişmektedir.

B. Değişkenler

(1). Bağımsız Değişkenler

Bu çalışmada, yetiştirme ortamına ait faktörlerin zaman içinde değişmediği kabul edilmiştir. Ağaç yaşının ölü örtü kalınlığına olan etkisini gözönüne almayan, fakat topraktaki besin maddeleri miktarını dikkate alan HAGE (1967) tarafından değerlendirildiği gibi bu faktörleri başka şekilde incelemek güçtür. Dikim aralığından (HAMILTON and CHRISTIE, 1974) veya aralama kesimlerinden (SMITH, 1962)

çok az etkilendiğinin anlaşılmasından beri meşcere üst boyu büyüme ilişkilerinin ifadesi olarak kullanılmıştır. Meşcere üst boyu, Forestry Commission tarafından kullanılan başlıca gelişme kriteri olup, hektardaki ağaçların en kalın çaplarından 100 tanesinin ortalama boyudur (HAMILTON and CHRISTIE, 1971). Genel hasılat



Şekil 1. Forestry Commission'un 73 sarıçam deneme alanının dağılımı. Araştırma için örnekleme 1976 yılında bu deneme alanlarında yapılmıştır. Bazı yerlerde bir noktadan fazla deneme alanını göstermektedir.

sınıfı (GYC), S- eğrisine dayanarak her yaş için standart üst boyu verir (HAMILTON and CHRISTIE, 1971) ancak sadece sarıçam için altı değerli bir sınırı vardır ve bazı meşcereler yaşam süreçleri boyunca birçok hasılat sınıfından geçebilirler (DAVIDOV, 1977). Bununla beraber GYC, elde edilen farklı veri gruplarının karşılaştırılması için de kullanılmıştır (gelecek bölümlerle karşılaştırınız).

Regresyon Denklemi :

$$\log_e(\text{meşcere üst boyu}) = b \log_e(\text{yaş} + c) \quad (1)$$

ile hesaplanmış ve hata değerleri (RESB) boy büyüme oranını ifade eden bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Ancak hata değerleri yaşa göre düzenli olarak dağıtılmamıştır. Optimum dağılım aşağıdaki denklem ile elde edilmiştir :

$$\log_e(\text{meşcere üst boyu} - d) = 0.584 \log_e(\text{yaş} - e) + 0.285 \quad (2)$$

Hata değerlerinin (RESA) düzenli dağılımı, d ve e değerleri 10.0 ve 27.0 olduğunda elde edilmiştir. Bunlar sırasıyla yaklaşık olarak minimum meşcere üst boyu ve yaştır. RESA'nın değerleri çoğul regresyon hesaplarının çoğunda bağımlı değişken olarak kullanılmıştır (bağımlı değişkenlerin değerleri tablo 2'de özetlenmiştir).

(2). Coğrafik Ko-ordinatlar ve Topoğrafik Değişkenler

GRIE ve GRIN ulusal şebekede doğu ve kuzey kareleri göstermektedir. DFS, eğer dar bir alanda ise, en azından 10 km genişlikte denizden uzaklığı ifade etmektedir. SLOS ve SLOW her deneme alanında hesap edilen güney ve batı yamaçlarının eğimleridir. HOR, her deneme alanı içinden geçen eş yükselti eğrileri kıvrımlarının bir tepenin sırtında ($>180^\circ$), muntazam bir yamaç üzerinde ($=180^\circ$) veya bir vadi içinde ($<180^\circ$) bulunmasına göre açı cinsinden ifade edilen değerleridir. VERT, her deneme alanı içinden geçen düşey yamacın yönünde tayin edilen değişimi ifade eder: Dışbükey yamaç ($>180^\circ$) veya içbükey yamaç ($<180^\circ$). Alt yamaçtan düşey uzaklığın yüzdesi olan PDS, aynen bakıda olduğu gibi toprağın, buradan kayba uğrayıp uğramadığını veya yukarı kısımlardan buraya getirilip getirilmediğini gösterir.

(3). Rekabet

Büyük otçul hayvanların otlama şiddetini gösteren GRAZ, subjektif olarak 1-3 dereceleri ile gösterilmiştir. Aralama şekli ve derecesi Forestry Commission tarafından kullanılan kodlama sistemi ile ifade edilmiştir. HGFL, örnek alım grupları temmuz ve ağustos aylarında deneme alanlarını dolastıkları zaman gözle yapılan tahmini toprak florası ortalama boyunu ifade etmektedir.

(4). Total Toprak Değişkenleri

Her deneme alanında (eğer olanaklı ise) 65 cm derinliğe kadar olan ince köklerin yerini belirlemek için rastlantılı seçilmiş örnek ağaçların altında, bir tepe projeksiyon çapı boyunca ağaç gövdesinden uzaklığın % 75'inde üç toprak çukuru açılmıştır. 0-5 cm ve 5-25 cm derinlik tabakaları için 15 cm x 15 cm. ilk kare şeklinde seksiyonlar çıkarılmıştır. Fizyolojik toprak derinliği taşlaşmış engellere, pan veya sertleşmiş tabakalara kadar yapılan oldukça kaba bir ölçüm ve 100 cm maksimum kabul edilerek üç sondajdan en derini olarak tanımlanmıştır. Her yetişme ortamı için ayrılan zaman süresinde bunu belirlemeye çalışmak pratik görülmemiştir.

(5). Toprak Kimyası ve Fizikine Ait Değişkenler

Örnekler ALLEN ve ARKADAŞLARI (1974) tarafından verilen standart me-

totlarla analiz edilmiştir. pH - tayini ve HARRISON (1975)'un üçüncü metodu ile izotopik değiştirilebilir fosfor (EXP) analizlerini yapmak için ayrı örnekler toplanmıştır.

Toprağın serbest drenajdan 24 saat sonraki su tutma kapasitesi (WHC), Lake District ormanlık alanlarına ait verilerden hesaplanmış, daha geniş uygulanabilirliği olduğu düşünülen 3 ve 4 no.lu denklemler kullanılarak hacim yoğunluğu tahmin edilmiştir (A.F. Harrison of the I.T.E., personal communication, 1975). Bunlar 0-5 cm ve 10-15 cm derinlikler için hesaplanmış olup, ikincisinde 10-15 cm derinliğe ait hesaplar kabaca 5-25 cm derinliğe eşdeğer olarak kabul edilmiştir (Burada WHC kuru ağırlığın yüzdesi ve BD gr/cm³ olarak ifade edilmiştir):

(1) 0-5 cm derinlik :

$$WHC_{0-5} = 1550 BD^2 - 2030 BD + 740 \quad (3)$$

F - oranı = 2 ve 97 serbestlik derecesi için 561; % 1 düzeyinde anlamlı; varyasyonun % 92'sini temsil ediyor.

(2) 10-15 cm derinlik :

$$WHC_{10-15} = 506 BD^2 - 906 BD + 473 \quad (4)$$

F - oranı = 2 ve 97 serbestlik derecesi için 435; % 1 düzeyinde anlamlı; varyasyonun % 91'ini temsil ediyor.

İnce kök örnekleri 6-25 cm derinlikten alınmıştır. Ağaçların fosfor beslenme gerilimi (PS) ise radyoaktif fosforun kökler tarafından 24 saatte alınan miktarına dayanan Bowen deneyinin değiştirilmiş şekli kullanılarak belirlenmiştir (HARRISON and HELLIWELL, 1979).

(6). Monoterpenler

Sürgünler, on ağacın tepelerinin mümkün olduğu kadar yükseklerinden uzun bir budayıcı yardımıyla toplanmıştır. Terminal tomurcuk atıldıktan sonra taze sürgünden çıkan reçine hekzan içinde çözündürülmüş ve monoterpen miktarı, standart saf monoterpenlerin bilinen konsantrasyonlarıyla ilişkili olan eğrinin yardımıyla, gaz-likid kromatograf ve flame iyonizasyon dedektör kullanılarak hesaplanmıştır. Monoterpen konsantrasyonları iki şekilde ifade edilebilir: Standardize edilmemiş şekilde ifade edildiğinde reçinenin birim kuru ağırlığının miktarı hesaplanmıştır. Standart şekilde ise her monoterpenin miktarı, total monoterpenlerin yüzdesi olarak ifade edilmiştir. % 50'ye yakın değerlerle ilişkili olan büyük ve küçük değerlerin, nisbi önemini arttırmak için herbirine arcsine değişimi uygulanmıştır. Sonraki hesaplarda kullanılan standardize şekil yardımıyla GYC için yüksek bir değişim oranı hesaplanmıştır.

(7). İklimatik Değişkenler

Sıcaklık, yağış, görüş uzaklığı, rüzgâr yönü, total kar kalınlığı ve rüzgâr hızı, her yetişme ortamı için önceden, WHITE (1977, 1978) tarafından verilen metodlar

kullanılarak 1960 yılının 3 aylık ortalamaları olarak T1 - T4 vb. şekilde ifade edilmiştir. 1960 yılı ikliminin, ağaçların yaşam süresi boyunca etkisi altında kaldığı iklimi temsil ettiği farzedilmiştir. Gün uzunluğu (D) ve toprak yüzüne gelen total güneş radyasyonu değerleri (SRG), aylık meteoroloji haritalarından 3 aylık ortalamalar olarak hesaplanmıştır (Meteorol. off. 1976).

(8). Veri Grupları

Çevre değişkenlerine ait üç veri grubu herbiri toprak değişkenlerinin farklı ifadelerini içerecek şekilde gruplandırılmıştır: Birim toprak ağırlığı konsantrasyonları, hacim yoğunluğu, taş içeriği için hesaplanan birim hacim konsantrasyonları (bu değişkenler tablo 1'de özetlenmiştir), 25 cm derinliğe kadar aynı olmak üzere her profil için toplam miktarlar.

Tablo 1 ve 2'de özetlenmemiş bazı değişkenler için hesaplanan değerler; metod uygulanırken iyi bilinen ve yazıda tanıtılmaya gerek duyulmayan veya sarıçam büyüme denklemlerinde anlamlı oldukları kanıtlanmayan değerlerdir.

Herbirinin temel ögeler analizindeki (PCA) ve tablo 3'deki sayısı parantez içinde gösterilmiştir. Bunlar :

(a) Bakı (7), organik madde kalınlığı (15), ince köklerin ulaştığı maksimum derinlik (18);

(b) 0-5 cm derinlikte hava kurusu toprağın nem içeriği (20), taşlık (21), taşın su tutma kapasitesi (22), kil içeriği (23), kaba kum (25) ve ince kum miktarları (26);

(c) 5-25 cm derinlikte taşın su tutma kapasitesi (30), kil (31), toz (32) ve ince kum (34) içeriği;

(d) 0-5 cm derinlikte ateşte kayıp (36), ekstrakte edilebilir K (37), Ca (38) ve P (39), total N (42);

(e) 5-25 cm derinlikte ateşte kayıp (44), ekstrakte edilebilir K (45), Ca (46) ve P (47), total azot (50).

C. Matematik Metodlar

Yukarıdaki veri gruplarının herbiri için, korelasyon katsayıları matrisi ve temel ögeleri analizi yapılmıştır. İlgilenenler için bunların tam listesi (ve orijinal değişkenlerin tam bir özeti) bulunmaktadır. Daha sonra dört ortogonalize regresyon kullanılarak ögelerin değerleri ile ilgili olan, GYC'de hesaplanan varyasyon yüzdeleri yardımıyla en iyi toprak değişkenlerinin ifadesini seçmek için ağacın boy artımı kullanılmıştır. Yukarıda ifade edilen üç veri grubunun GYC'deki varyasyon yüzdeleri (1) % 27, (2) % 48, (3) % 26 olarak açıklanmaktadır. Bundan dolayı öge değerlerinden ziyade, değişken kullanarak, veri grubu (2) ile analize devam edilmiştir.

Kademeli çoğul regresyonda ilave edildiklerinde daha fazla uygunluk geliştirmeyen başka regresyon değişkenlerini tayin etmek için iki kriter kullanılmıştır. Bunlardan daha etkin olanı her aşamada kazanç amacıyla F- oranını araştırmıştır. Bu yöntem birkaç ek terimle öncü bir denklem ve muhtemelen regresyon değişkenlerinin daha anlamlı seçimini sağlar. Daha az etkin olan kriter ise, standart sapmanın regresyondan bir minimuma ulaşmış olduğunu inceler. Bu yöntem, hesap-

Tablo 1: 1975 yılında örnekleme yapıldığı ve İngiltere'nin tamamına dağıtılmış yetiştirme ortamlarına ilişkin gelişim faktörlerinin özeti.

Grup değişkenler	PCA'daki No.	İ s i m
Bağımsız		Meşcere üst boyu
		Yaş
Coğrafik	1	
	2	
	3	Denizden yükseklik, ELEV
	4	Denizden uzaklık, DFS
Topoğrafik	5	Güney yamaç, SLOS
	6	Batı yamaç, SLOW
	8	HOR
	9	VERT
	10	Alt yamaç yüzdesi, PDS
Rekabet	11	Büyük otçul hayvanların otlama yoğunluğu, GRAZ
	12	Aralama şekli, THIN - T
	13	Aralama şiddeti, THIN - 1
	14	Toprak florasının boyu, HGFL
Total toprak	16	Total toprak derinliği, TSD
	17	Efektif toprak derinliği, ESD
	19	Köklerde log _e p gerilimi, PS
Toprak fiziki	24	Toz
0 - 5 cm derinlik	27	Su tutma kapasitesi, WHC
Toprak fiziki	28	MC hava kurusu toprak
5 - 25 cm derinlik	29	Taş
	33	Kaba kum
	35	Su tutma kapasitesi

bulunmuş bulunan Forestry Commission'un sarıçam deneme alanlarındaki

B i r i m	Min.	Ortalama	Max.	Standart sapma
m	11.7	18.2	29.7	3.73
yıl	29.0	51.4	109.0	19.8
km	204	384	637	123
km	96.0	502	867	304
m	9.14	116	381	103
km	1.00	30.2	113	29.5
derece	-38.0	0.596	17.0	8.08
derece	-25.0	-2.11	12.0	6.91
derece	40.0	174	240	27.0
derece	160	182	200	7.27
%	0.00	34.1	100	27.9
kodlanmıştır	1.00	1.19	2.00	0.396
kodlanmıştır	0.00	2.44	6.00	1.53
kodlanmıştır	0.00	0.77	1.25	0.436
cm	0.00	45.8	200	50.9
cm	20.0	58.3	65.0	11.7
cm	7.00	64.1	100.0	25.3
(10 ⁻¹² g) (mg kök ⁻¹)				
(15 min ⁻¹)	4.17	6.02	7.72	0.733
%, v/v	0.0718	5.15	29.4	4.92
%, v/v	38.3	136	684	155
%, v/v	0.187	2.19	14.3	2.22
%, v/v	0.00	6.41	39.3	8.87
%, v/v	0.00	36.3	100	27.8
%, v/v	38.5	97.0	521	83.9

SARIÇAMIN BOY BÜYÜMESİ İLE YETİŞME ORTAMI

317

Tablo 1'in devamı

Grup değişkenler	PCA'daki No.	İ s i m	
Toprak kimyası	40	Total P, TP	
0 - 5 cm derinlik	41	İsotopik değiştirilebilir P, IXP	
	43	pH	
Toprak kimyası	48	Total P, TP	
5 - 25 cm derinlik	49	İsotopik değiştirilebilir P, IXP	
	51	pH	
Monoterpenler	52	α - pinene	}
	53	Camphene	
	54	Myrcene	
	55	β - pinene	
	56	3 - Carene	
	57	Limonene	
Klimatik	58	Sıcaklık	T1
	59	(4 mevsim)	T2
	60		T3
	61		T4
	62	Yağış	R1
	63		R2
	64		R3
	65		R4
	66	Görüş uzaklığı	V1
	67		V2
	68		V4
	69		V4
	70	Rüzgâr yönü	WD1
	71		WD2
	72		WD3
	73		WD4

Birim	Min.	Ortalama	Max.	Standart sapma
$\mu\text{g ml}^{-1}$	21.6	184	1410	187
$\mu\text{g ml}^{-1}$	3.00	17.8	158	21.4
	2.8	3.78	7.00	0.802
$\mu\text{g ml}^{-1}$	27.1	167	593	112
$\mu\text{g ml}^{-1}$	3.06	27.5	194	33.4
	2.90	4.01	6.00	0.653
Total monoterpenlerin	0.00	20.3	41.7	7.07
% olarak herbirinin	0.00	1.88	24.1	6.12
arcsine değişimi	0.00	24.5	63.4	10.5
	0.00	22.1	43.0	8.77
	0.00	41.5	71.2	15.4
	0.00	11.0	35.7	7.81
$^{\circ}\text{C}$	1.51	3.34	4.64	0.712
$^{\circ}\text{C}$	8.76	10.7	12.6	1.28
$^{\circ}\text{C}$	11.6	14.0	16.2	1.51
$^{\circ}\text{C}$	4.08	6.18	7.95	0.918
mm gün ⁻¹	0.136	0.225	0.430	0.0741
mm gün ⁻¹	0.154	0.216	0.332	0.0487
mm gün ⁻¹	0.176	0.270	0.393	0.0640
mm gün ⁻¹	0.181	0.298	0.548	0.0889
kodlanmıştır	5.27	6.09	7.01	0.671
kodlanmıştır	5.69	6.60	7.32	0.418
kodlanmıştır	6.13	6.70	7.40	0.423
kodlanmıştır	4.89	5.92	7.03	0.628
derece	164	188	204	7.70
derece	184	200	210	5.69
derece	168	206	222	9.78
derece	167	192	211	8.41

Tablo 1'in devamı

Grup değişkenler	PCA'daki No.		I s i m
	74	Kar derinliği	SN1
	75		SN2
	76		SN4
	77	Rüzgâr hızı	WS1
	78		WS2
	79		WS3
	80		WS4
	81	Gün uzunluğu	D1
	82		D2
	83		D3
	84		D4
	85	Toprak yüzeyine gelen	SRG1
	86	toplam güneş	SRG2
	87	radyasyonu	SRG3
	88		SRG4

Birim	Min.	Ortalama	Max.	Standart sapma
cm	0.245	1.37	3.36	0.819
cm	0.00	0.058	0.339	0.0710
cm	0.00	0.346	0.966	0.262
$m s^{-1}$	1.62	4.64	7.51	1.29
$m s^{-1}$	1.40	4.46	5.92	0.854
$m s^{-1}$	2.98	4.02	5.59	0.502
$m s^{-1}$	2.89	4.31	7.38	1.01
saat	9.42	9.71	10.0	0.240
saat	14.9	15.4	15.9	0.372
saat	14.2	14.5	14.8	0.262
saat	8.27	8.71	9.16	0.357
$W h m^{-2} gün^{-1}$	9.73	12.2	15.7	2.05
$W h m^{-2} gün^{-1}$	37.3	41.2	47.7	3.01
$W h m^{-2} gün^{-1}$	29.8	34.9	41.7	3.29
$W h m^{-2} gün^{-1}$	5.27	8.47	12.0	2.19

Tablo 2: İngiltere'nin tamamına dağıtılan, 1975 yılında alınmış sarıçam deneme alanları için bağımlı değişkenler ve yetiştirme ortamı değişkenlerinin özeti (temel öğeler analizindeki değişkenler hariç).

Değişkenler Grubu	Kısaltılmış adı	n	Birim	Min.	Ort.	Max.	Standart sapma
Meşcere üst boyu	—	73	m	11.7	18.2	29.7	3.73
Yağ	—	73	yıl	29.0	51.4	109	19.8
F.C. ölçme servisinin hasılat değişkenlerini en son ölçtükleri günler ile toprak örnekleri alımı (1975) arasındaki zaman	lagage	73	yıl	1.00	5.04	19.0	3.40
Bağımlı değişkenler	RESA	69	m	-0.497	0.000	0.451	0.211
	RESB	69	m	-9.96	0.00	5.95	2.44
Hacim yoğunluğu	BD _{0_5}	73	g cm ⁻³	0.0632	0.551	1.22	0.329
	BD _{3_25}	73	g cm ⁻³	0.224	0.876	1.62	0.301

lanan varyasyon yüzdesinin değerini genellikle artırır, fakat eklenen sözkonusu değişkenler için biyolojik interpretasyonları sağlama bakımından her zaman kolay olmamaktadır. Bununla beraber bu test, içinde olasılık elemanı içermediğinden anlamlı bir test değildir.

Çoğul regresyonlar, yetiştirme ortamı değişkenleri yardımıyla yapılan temel öğeler analizi sonuçlarından seçilen bağımlı regresyon değişkeni için hesaplanmıştır. Seçim metodu JOLLIFFE (1972)'nin «B 4» metodudur. Burada seçilen değişken her öğe içinde 0.07'lik karakteristik değere ulaşan öneme sahiptir. Çoğul regresyonların hesaplanışından önce regresyon değişkenlerinin seçimi sadece regresyon programı ile 27 regresyon değişkeni içerdiğinden gerekli olmuştur.

Kademeli çoğul regresyon, en iyi regresyon değişkeni grubunu ortaya çıkarmıştır. Yani, bu regresyon değişkenleri daha az etkin test ile tesbit edilmiş olan bağımlı değişken ile anlamlı bir şekilde ilişkilidir. İlk faktörün değişimleri, regresyon değişkenlerinin en iyi grubuna eklenmiş ve hızlandırılmış çoğul regresyon, yeni bir en iyi grubu vererek tekrar hesaplanmıştır. Bu yöntem, tüm regresyon değişkenleri için tekrar edilmiştir. Sonra, hata değerlerindeki varyasyon ile birleştirilen değişkenler ilave edilmiş, etkileşim terimleri ve değişkenler JOLLIFFE'nin metodu vasıtasıyla reddedilmiştir.

Diğer ifadeler başarısız olmuştur. Bunlar Ericaceae türlerine ait bir indeks içerilmektedir. Her orijin için, orijinin bir varsayım genişliği, I.T.E.'den A.S. Gardner (personal communication, 1975) tarafından TOBOLSKI ve HANOVER'in verilerinde (1971) işaret edilen genişlik ile α -pinene ve 3-carene arasındaki olduk-

İşaretlerle gösterilen yetiştirme ortamı değişkenlerine ait temel öğelerin kom-

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

45					-													
46									-		+	+						
47			+															
48			+		-													
49													+			+		
50			-								-							
51					-						-							
52						+												
53							+						+					
54								-										
55										-								
56						+												+
57								-						+	+			
58	+																	
59	+																	
60	+																	
61	+																	
62	-																	
63		-																
64		-																
65		-																
66		-																
67		-																
68		-																
69		-																
70			+															
71				+							-	-	-	-				
72																		
73			+															
74			-		+													
75			-															
76			-		+													
77			+															
78				-														
79																		
80			+															
81																		
82			-															
83			-															
84			+															
85			+															
86			+															
87			+															
88			+															

SARIÇAMIN BOY BÜYÜMESİ İLE YETİŞME ORTAMI

ça kaba bir ilişkidir hesaplanmıştır. Hesaplanan yetiştirme ortamı ve orijinin genişliğindeki farklılığın değişik ifadeleri denenmiş, CZARNOWSKI (1964)'nin yaklaşımı da kullanılmıştır.

Hernekadar alanlar içindeki iklimatik homojenlik tüm ülkeden daha fazla ise de, ülke için hesaplanan varyasyon yüzdesindeki artış vasıtasıyla çok geniş olarak ayrılan örnek deneme alanları arasındaki uzaklıklar en büyüktür. 9 no.lu denklem daha az laboratuvar ve yetiştirme ortamı çalışmasına gereksinme gösteren bir ifadeyi elde etmek için hesaplanmış ve 10 no.lu denklem yetiştirme ortamına gidış - gelişlere gereksinme göstermemiştir (Tablo 7).

Bazı yetiştirme ortamlarının genel uygunlukta olmadığı kanıtlanmış ve çıkarılmıştır. Bunlar Binsness (MILLER 1969 tarafından tanımlanan) ve Tintern Ormanı'ndaki High Glanau'dadır. İlk ifade edilende ağaçlar küçüktür, kum tepelikleri ağaçların etrafını hemen örtmektedir ve tuz zerreciklerinin püskürtülmesi büyük bir olasılıkla önemli etkiler yapmaktadır. High Glanau hemen kesinlikle meşenin doğal olarak yetiştirileceği alışılmamış derecede iyi bir alandır.

Regresyon denklemlerinin doğruluğu, yeni yetiştirme ortamı örneklerinin alınmasıyla ve onlar için büyüme oranlarının önceden tesbiti ile kontrol edilmemiştir. Fakat İngiltere için veri grubunun iç bütünlüğü, karşılıklı geçerlilik denetimi ile incelenmiş veri grubu, ayrı regresyon hesaplamaları gerektiren farklılıklar bulunan coğrafik bölümlerden kaçınmak üzere iki eşit kısma ayrılmıştır. Herbiri için bir öncül denklem hesaplanmıştır. Büyüme oranları diğer yarısı için de önceden hesap edilmiştir. Bütünlüğü sağlamak amacıyla kullanılan test, öncül denklemlerin % 95 güven sınırları içine giren değerler olup olmadığını görmek için uygulanmıştır.

S O N U Ç L A R

Değişkenlerin çoğu Tablo 1 ve 2'de özetlenmiştir. 19 öge 0.97 karakteristik değerinden aşağıdadır. Yani anlamlı değildir. Yetiştirme ortamı değişkenlerindeki toplam varyasyonların % 87'sini açıklamaktadır.

Veri grubu 2 için de tablo 3'te yetiştirme ortamı değişkenlerinin içerdiği temel öğelerin kompozisyonu artı ve eksi ile gösterilmiştir. Burada karakteristik vektör ağırlıkları 0.74'ten büyüktür. İlk öge yağışla ters orantılı olan ve enerji olarak ifade edilen iklimatik faktör olup, total varyasyonun % 24'ünü açıklamaktadır. 2 - 4 no.lu öğeler varyasyonun toprak, iklim kaynaklarını ve karışımını ifade eder (sırasıyla % 16.7 ve % 7'dir). Beşinci öge toprak karakteristiklerini ifade eder (% 5). Altıncı öge α - pinene, myrcene ve carene'nin düzeylerini ifade eder (% 4). Yedinci öge toprak tekstürünü gösterir. Sekizinci öge toz ve denizden uzaklıkla ters orantılı olan toprak nemi içeriği ve limonene'dir. Dokuzuncu öge bakı, otlama şiddeti, 5 - 25 cm derinlikteki ekstrakte edilebilir Ca ve β - pinene ile ters orantılı olan ince köklerin ulaştığı maksimum derinlik ve aralama şeklini ifade eder. Onuncu öge aralama şekli ve derecesini gösterir. Geriye kalan 9 anlamlı öge ile ifade edilen değişkenler tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 4 ve 5 ülkenin belirli bölgeleri için en iyi regresyon denklemlerini göstermektedir. Güney bölgeler için denklem 2'den alınan bağımlı değişken RESA denk-

lem 1'den alınan RESB'den daha uygundur, fakat RESB diğer denklemlerde daha iyi uyum gösterir. Bu denklemler varyasyonun % 62 - 69'unu göstermiştir.

Tablo 6 tüm ülke için boy büyüme oranında varyasyonun % 57 ve % 69'u olarak hesaplanan, iki anlamlı düzeyde en iyi regresyon denklemini göstermektedir.

Karşılıklı geçerlilik denetimi kontrolunda veri grubu B'de yer alan deneme alanları için gözlenen 35 büyüme oranından 3'ü, veri grubu A'da hesaplanan öncü denklemler için % 95 güven sınırı dışında bulunmaktadır. Bunun aksine A grubundaki 34 değişkenden 4'ü, B grubundan hesaplanan öncü denklemler için sınırlar dışında bulunmaktadır.

Bağımlı değişken olarak kullanılan hata değerleri y, log_e (meşcere üst boyu -10.0) terimi içinde olduğunda aşağıdaki denklem ile verilmiştir :

$$\begin{array}{l} y_{\text{yetişme ortamı}} \\ \text{değişkenlerinden} \\ \text{alınarak önceden} \\ \text{hesaplanmış} \end{array} = y_{\text{belirli yaştan}} \\ \text{alınarak önceden} \\ \text{hesaplanmış} + \text{hata değeri} \quad (5)$$

Tablo 4. İngiltere'nin değişik bölgeleri için sarıçam ağaçlandırmalarında büyüme ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkileri ifade eden denklemler (kademeli çoğul regresyon ile seçilmiş regresyon değişkenlerinin sırasına göre düzenlenmiştir).

54° 23' N enleminin kuzeyinde

$$\text{RESB} = -0.0936 \text{ HOR} - 0.0108 \text{ WHC}_{25} + 0.195 \text{ MC}_{25} + 16.1 \quad (6)$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = 1.51; R² = % 85 (Culbin hariç); n = 35

54° 23' N enleminin güneyinde

$$\text{RESB} = 0.771 \text{ MC}_{25} - 0.0540 \text{ c kum}_{25} - 16.4 \text{ R3} - 0.0860 \text{ toz}_{0.5} + 5.99 \quad (7)$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma, 1.42; R² = % 62 (High Glanau dahil); n = 38.

Güneybatı Gwydwr ve New Ormanları

$$\text{RESB} = 0.133 \text{ limonene} - 6.44 \text{ WS4} + 0.397 \text{ lagage} - 1.92 \text{ pH}_{0.5} - 2.30 \text{ WS2} - 1.62 \\ \text{PS} + 0.107 \text{ toz}_{0.5} - 47.5 \quad (8)$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = 0.33; R² = % 99 (High Glanau dahil); n = 16

Güneydoğu, Alice Holt, Bramshill ve Thetford Ormanları

$$\text{RESB} = 0.120 \text{ MC}_{25} - 0.0681 \text{ c kum}_{25} + 0.494 \text{ tag}_{25} + 0.0735 \text{ WS4} + 1.04 \text{ WS2} \\ - 5.69 \quad (9)$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = 0.98; R² = % 82; n = 20

Kuzeydoğu İskoçya

$$\text{RESB} = -0.301 \text{ HOR} - 0.0988 \text{ TSD} - 0.900 \text{ WS2} + 63.7 \quad (10)$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = 1.28; R² = % 72 (Culbin hariç); n = 26

Tablo 5. Tintern Ormanı'ndaki deneme alanları hariç tutularak, anlamlı olması için daha az etkin denklemler ile 54° 23' N enleminin güneyindeki sarıçam ağaçlandırmalarında büyüme ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiyi ifade eden denklem.

$$RESA = 0.0175 SLOW - 0.0116 MC_{3-25} + 0.0000156 SRG^2 + 0.129 \quad (11)$$

$$TP_{0-3} + 0.134 \log_e ELEV + 0.371 \log_e WHC_{3-25} - 0.0000153$$

$$c \text{ kum}_{3-25} \cdot WHC_{3-25} + 0.00354 \text{ taş}_{3-25} - 0.00436 WD3 - 2.82$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = serbestlik derecesi 9 ve 25 ile
0.116; $R^2 = \% 73$

Tablo 6. Tüm İngiltere'de sarıçam ağaçlandırmalarındaki büyüme ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiyi en iyi ifade eden denklemler (kademeli çoğul regresyonla seçilmiş regresyon değişkenleri arasına göre düzenlenmiştir).

$$RESA = 0.00000916 SRG^2 + 0.0140 \text{ toz}_{0-3} + 0.00900 \text{ taş}_{3-25} + 0.0287 MC_{3-25} \quad (12)$$

$$+ 0.00411 WD3 + 0.0598 \log_e WHC_{0-3} + 0.000117 DFS \cdot SLOW - 1.76$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = Serbestlik derecesi 7 ve 61 ile
0.147; $R^2 = \% 57$

$$RESA = 0.0000104 SRG^2 + 0.0108 \text{ toz}_{0-3} + 0.0102 \text{ taş}_{3-25} + 0.0333 MC_{3-25} \quad (13)$$

$$+ 0.00658 WD3 + 0.0889 \log_e WHC_{0-3} + 0.0000415 DFS \cdot SLOW$$

$$+ 0.000334 TP_{3-25} + 0.0531 \log_e ELEV - 0.0292 WHC_{0-3} / WHC_{3-25}$$

$$- 0.00000900 c \text{ kum}_{3-25} \cdot WHC_{3-25} + 0.00732 SLOW + 0.110 \log_e$$

$$WHC_{3-25} - 0.242 IXP_{0-25} / WHC_{0-25} + 0.101 \log_e IXP_{0-25} + 0.0213 TP_{0-3} /$$

$$WHC_{0-25} - 0.0696 \log_e TP_{0-3} - 3.01$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = Serbestlik derecesi 17 ve 51 ile
0.136; $R^2 = \% 69$

SRG = Altı yaz ayında toprak yüzeyine gelen günlük güneş radyasyonu ortalaması.

Tablo 7. Tüm İngiltere'de sarıçam meşcerelerinin boy büyüme oranı ile yetiştirme ortamı değişkenleri arasındaki ilişkiyi ifade eden basit denklemler (Kademeli çoğul regresyon ile seçilmiş regresyon değişkenlerinin arasına göre düzenlenmiştir).

$$RESB = 0.406 SRG^2 - 0.0629 DFS^2 + 0.346 MC_{3-25} - 0.0230 c \text{ kum}_{3-25} - 16.6 \quad (14)$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = Serbestlik derecesi 4 ve 68 ile
8.2; $R^2 = \% 63$

$$RESB = 0.396 SRG^2 - 0.0739 DFS^2 - 16.2 \quad (15)$$

Regresyondan hesaplanan standart sapma = Serbestlik derecesi 2 ve 70 ile
10.1; $R^2 = \% 48$

Bir yetiştirme ortamında büyümenin önceden tahmini için bulunan bir denklemin nasıl kullanıldığını örnekle gösterelim: Denklem 2, yaş kullanılarak tahmin yapıldığında 38 yıl için ifade $\log_e(\text{yaş}-27.0)=2.398$ olur. Böylece $\log_e(\text{TH}-10.0)=1.684$ değerini verir. Yetiştirme ortamı değişkenlerinin tahmini değerleri, denklem 12 içinde yerine konulduğunda RESA için -0.115 değerini verir. \log_e (meşcere üst boyu) bir yetiştirme ortamı için $1.684-0.115=1.569$ değerini vermiştir. Bu, meşcere üst boyu 14.8 m. ye ve hasılat sınıfı 10'a karşılık gelmektedir (HAMILTON and CHRISTIE, 1971).

T A R T I Ş M A

Ülkenin ayrılmış bölgeleri için 6-11 no.lu regresyon denklemlerinin nisbi başarısı (tablo 4 ve 5'de), her alanda iklim veya ağaç gelişim ilişkileri, bir bütün olarak ülke ile karşılaştırıldığında oldukça homojen bir yapıda olduğunu bildirmektedir. Bu sonuçlar kısmen küçük bölgelerde, sınırlı örnekler alan diğer araştırmacıların sonuçlarıyla karşılaştırılabilir gibi görünmektedir. Regresyon değişkenlerinin, bölgesel denklemlere eklenmesiyle kademeli regresyon daha etkin test ile bitirilmiş ve tüm denklemlerdeki regresyon değişkenlerinin sayısı veri gruplarının çok altında seçilmiştir.

Gelen radyasyon veya enerjideki varyasyonu ifade eden değişkenler, bir bütün olarak ülke ile karşılaştırıldığında, herhangi bir bölgedeki enerjide nisbeten küçük varyasyonlar nedeni ile muhtemelen denklem 11'de üçüncü derecede önemli olarak görülen SRG hariç tutulmak üzere, 6-11 no.lu denklemlerde önemli bir fayda sağlamamışlardır. Bu sonuç, gelen güneş radyasyonunun hesabını yapmadan Kuzey Galler'de iklimin Sitka ladini, adı douglas ve Japon melezi için önemli olmadığını bulan KINLOCH ve PAGE (1968)'in ifadelerini desteklemektedir. Bunun aksine; yağış ile doğru, sıcaklık ile ters ilişki gösteren denizden yüksekliğin birkaç türün büyüme oranı için çok önemli bir yetiştirme ortamı faktörü olduğu bildirilmektedir. MALCOLM (1976) MAYHEAD ve BROAD (1978) denizden yüksekliğin Sitka ladini için önemli olduğunu tesbit etmişlerdir. COOK ve ARKADAŞLARI (1977) denizden yüksekliğin sarıçam için Strathdon'da önemli olduğunu fakat Ballater'de o kadar önemli olmadığını bulmuşlardır. ADU (1968) ve MORGAN (1972) denizden yüksekliğin sarıçam için önemli olduğunu kanıtlamışlardır. Diğer taraftan FOURT ve ARKADAŞLARI (1971) nisbeten dar yükseklik basamakları şeklinde örnekleme yapılan alçak yetiştirme ortamlarındaki Korsika çamı için denizden yüksekliğin önemli olmadığını bulmuşlardır.

Hernekadar (HOR, rüzgâr hızı, yağış, lagage ve limonene) gibi diğerleri de zaman zaman aynı şekilde bulunurlarsa da, 6-11 no.lu bölgesel denklemlerde görülen başlıca değişkenler toprak fiziksel değişkenleridir. 7, 9 ve 11 no.lu denklemler güney ve güneydoğuda büyüme üzerinde büyük etkisi olan, ikisi arasında bir etkileşim olduğu ifade edilen toprak nemi ve tekstür ifadelerini içermektedir. Güneybatıda toprak nemi koşulları büyümeyle fatmin etmektedir. İlginç olan kuzeyde toprak nemi ve WHC önemlidir. Fakat toprak tekstürü değildir. Oysa kuzeydoğu İskoçya'da toprak nemi ve tekstür önemli değildir ve muhtemelen de orada daha homojen alanlardan örnek alındığını ifade eder. FOURT ve ARKADAŞLARININ (1971) kullandığı, SALTER ve ARKADAŞLARININ (1966) formülü yardımıyla kabakum,

toz ve organik karbondan hesap edilen elverişli su kapasitesinin (AWC)¹ ağaç büyümesiyle hava kurusu toprağın neminden veya WHC²'den daha fazla ilişkisi bulunabilir. Bir başka deyişle köklerin suyu alma yeteneği WHC tayinlerinde kullanılan 0 basınç veya yaz mevsimi şartlarında hava kurusu toprakta ölçülen su miktarından ziyade, 15 atm. bir basınç uygulaması ile tayin edilen elverişli su kapasitesiyle çok daha iyi bir şekilde yansıtılır. Her ne kadar farklı toprak nemi tayini 6-13 no.lu denklemlerdeki önemli regresyon değişkenlerinin dengesini değiştiriyorsa da, WHC ve AWC arasında olabilecek farklılığın daha iyi bir ifadeyi muhtemelen 15 atm. lik yaklaşım olarak yararlılığın artışı yansıtmak için hesaplanmıştır. Toprak nemi ve WHC'nin büyüme için mevcut toprak neminin yetersiz ifadeleri olarak önemli olması ilgi çekicidir. Sarıçam, muhtemelen kolay ölçme metodu olmayan hareket halindeki toprak suyundan yararlanmaktadır.

Elde edilen anlamlı bir monoterpen örneği sadece 8 no.lu regresyon denklemiindedir. 11 no.lu denklemdaki SRG³ hariç tutulduğu takdirde, 6-11 no.lu denklemler değişimleri ve/veya etkileşimleri içermeye gereksinime göstermeksizin başarıldır.

Tüm ülke için 12 no.lu denklem çok önemlidir ve birçok hesaplamalarda tipiktir. Bazı yerlerde bir enerji ifadesi olan temmuzdan-eylüle kadar toprak yüzüne ulaşan güneş radyasyonu, en önemli yetişme ortamı değişkeni olarak kabul edilmiştir. Diğer bazı araştırmacılar enerji veya rüzgâr yönü ile denizden yükseklik arasındaki korelasyon nedeni ile denizden yüksekliğin en önemli değişken olduğunu bulmuşlardır. Kademeli çoğul regresyonda önce anlamlı olan bir radyasyon değişkeni bulunmuş, onunla ilişkili olan diğerleri reddedilme eğilimi göstermiştir. Böylece önce, gelen güneş radyasyonu seçildi; gün uzunluğu, sıcaklık ve güneşli saatler gibi diğer enerji ifadeleri ortaya çıkmadı. Mevcut toz miktarı sadece % 29 gibi bir maksimuma ulaştığında, şüpheli olmasına karşın ikinci en önemli değişken olan 0-5 cm derinlikteki toz yüzdesi, CZARNOWSKI (1964) tarafından kullanıldığı gibi ortalama tane (parça) büyüklüğü olarak aynı özellikleri ifade edebilir. Toz, kil minerallerinin kimyasal-bağlayıcı özellikleri haricinde küçük çapa ve kısmen geniş bir yüzey alanına sahiptir. 5-25 cm derinlikteki taş içeriği ile olan pozitif ilişki, sarıçamın taşlılık ile birlikte ıslah edilmiş drenajdan faydalandığını göstermektedir. Yaz aylarında 5-25 cm deki toprak nemi, transpirasyon için sağlanan su bakımından önemlidir ve su gereksiniminin asla karşılanmadığı varsayılarak doğrusal olarak ifade edilmiştir. 0-5 cm derinlikteki su tutma kapasitesi yazın kuruyan yüzeye yakın ince köklerin korunması bakımından önemlidir. Temmuz-ağustos ayı arasındaki rüzgâr yönü anlamlıdır, denizden uzaklık ve batıya bakan yamaç gibi sonuç verir. Kademeli seleksiyon yönteminin sonuna doğru rastlantılı olarak alınan elementlerde bir artış olduğu için, 12 no.lu denklemden geliştirilmiş 13 no.lu denklemden tüm ilişkileri biyolojik neden ile ifade etmeyi teklif etmek kolay değildir.

13 no.lu denklem, topraktaki fosfor durumunun birçok ifadelerini içeren bir veri grubundan hesaplanmıştır. Genellikle toprak besin maddeleri, tüm denklemlerde az bir öneme sahiptir; sadece ülkenin tümü için adı geçen geliştirilmiş denklemden göze çarpmaktadır. Bunun birçok nedeni olabilir. Örneğin: MILLER ve ARKA-

¹ Available Water Capacity.

² Water Holding Capacity.

DAŞLARI (1979) potasyum ve magnezyumun düşük immobilizasyon oranları ve bunların engele uğrayan dönüştürümü, atmosferik girdilerin engellenmesi ile birlikte iğne yapraklı ağaç türlerinin bu elementlerce fakir topraklar üzerinde kuvvetlenerek büyüebileceklerine işaret etmiştir. Bununla beraber N ve P için yüksek immobilizasyon oranları uygulanabilir. Toprak örneği alım düzeyinin altına uzanan köklerde lüks Ca alımı, Ca bakımından fakir olduğu açıkça görülen topraklarda gözlenmiştir (WHITE and HARRISON'un yayınlanmamış verilerinden). VIRO (1961) da köklerin derinlere girdiği topraklarda daha derinlerden örnek alınması gerektiğini ifade etmiştir.

Total P değişkenleri güney bölgeler için sadece 11 no.lu denkleimde, pH- ve köklerin P gerilimi güneybatı bölgeleri için sadece 8 no.lu denklemde açığa çıkmıştır. HARRISON (1978), ibrelili ağaç türleri için P birikimi ve immobilizasyon eğilimine dikkati çekmiş, toprağı verimsizliğe götüren pedogenetik değişiklikleri hızlandıran bu faktörler, FLOATE (1970), OVINGTON ve MADWICK (1959) tarafından sarıçam için verilmiştir. Yukarıda belirtilen eğilimlerin tüm örnek plantasyonlarda oldukça muntazam bir duruma ulaşması, mikorrizaların konukçu ağaçlar için P sağlamada etkili olması (MILLER ve ARKADAŞLARI 1979), gübrelemenin P noksanlığını giderici yönde yardımcı olması veya örnek alım yönteminin deneme alanı içindeki varyasyonu tam anlamıyla elimine edememiş olması nedeniyle bu araştırmada P'un büyük öneme sahip olmaması olasıdır.

Daha basit olan 14 ve 15 no.lu denklemler kolaylıkla kullanılabilirler, 15 no.lu denklemin tamamen haritadan alınarak kullanılması olanaklıdır, oysa 14 no.lu denklem sadece 5-25 cm derinlikteki toprak nemi ve kaba kuma ait ölçmelere gereksinime gösterir. Değişkenlerin seçimi, denizden uzaklığın 3. kuvvetini içeren denklem hariç, önceki denklemler ile uygunluk göstermektedir. Sonuncusu denizden yükseklik, rüzgâr yönü veya deniz tuzu parçacıklarının katılmasıyla ilgili olabilir (WHITE and TURNER, 1970).

Diğer yazarlar tarafından genellikle denizden yükseklik de dahil diğer topografik değişkenler, toprak nemi ve tekstürü gibi değişkenlerin ağaç büyümesi için önemli olduğu bulunmuştur. Topraktaki besin maddeleri daha az sıklıkta göze çarptığı halde en sık P ortaya çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlar, güneş radyasyonunun topografik değişkenler ile ilişki gösterdiğini ifade eden ilk bulgularla uyumaktadır. Bu husus incelenmemiştir.

Forestry Commission üyeleri tarafından yapılan son ağaç ürünü ölçümü ve 1975 yılındaki toprak örneği alımları arasındaki zamanı ifade eden LAGAGE değişkeni sadece 8 no.lu denklemde ortaya çıkmıştır. Bu, ağaç ve toprak değişkenleri zaman ile birbirine etki eder fikrini ifade için yapılan bir denemedir. Değerinin daha büyük, periyodun daha uzun olması halinde divergens (ayrılım) vuku bulabilecektir.

Temel öğeler analizi, yetişme ortamı içindeki varyasyonun % 87 olarak hesaplanan 19 kadar farklı varyasyon kaynağının aynı olduğunu göstermiştir. Bu durum sistemin yapısında doğal olarak varolan karışıklığı açık bir şekilde yansıtır. Nisbeten basit iklimatik veriler önceden incelenmiş (örneğin WHITE and LINDLEY, 1976), bunlardan dört öğe mevcut varyasyonu yeterince ifade etmiştir. Bu çalışma, ülkenin tamamında, değişkenlerin büyüme ilişkisi ile anlamlı bir şekilde

birleştğini göstermiştir ve gelecekte yapılacak benzer nitelikteki çalışmalara yol gösterici olabilecektir. Bununla beraber değişim ve etkileşim terimleri uygun başarı derecesinde olmadıkları için ülke çapında regresyon denklemleri ile birleştirilmek zorunda kalındı. Temel öğeler analizi sadece büyüme ile birleştirilmiş, aralarında fark olmadığı kanıtlanmış, yetiştirme ortamı değişkenleri için sınırlı olarak kullanılmıştır.

Monoterpenlerin fazla önemli olmaması ve birkaç yetiştirme ortamı değişkeni ile ilişki göstermesi şaşırtıcıdır. Bu belki ağaçlandırmalarda sadece uygun orijinler kullanılmasında veya tamamlamadan sonra sadece uygun orijinlerin geriye kalmasından ileri gelmektedir. Bazı orijinlerin sıralanışı yetiştirme ortamı değişkenleri ile ilişki göstermiştir. Monoterpenler meşcerelerin birçoğunda meşcere içi farklılıkları gizleyen varyasyonlar gösterir. Bu varyasyon bir orijin içinde fazla tamamlama yapıldığından ve benzer olmayan saf orijinler kullanılmadığından, doğal gibi görünmektedir. Bu durum Forestry Commission tarafından yapılan ağaçlandırmaların çoğunda İskoç orijinli fidanların yeraldığını düşündürmektedir. Herhangi bir sarıçam orijinindeki monoterpenlerde göze çarpan büyük varyasyon, yetiştirme ortamlarında varyasyon bulunmasına rağmen doğal sarıçam yetiştirme ortamlarının biyokimyasal benzerlik esasına göre ayıran TOBOLSKI (1968) ve FORREST (1980)'un bulgularına uygunluk göstermektedir.

Toprağın birim hacmindeki besin maddesi konsantrasyonları ile veri grubu 2 nin yayayışlılığı, özellikle besleyici köklerin toplandığı üst horizonlardaki toprak strüktürünün önemini kuvvetle ifade eden diğer veri gruplarıyla karşılaştırıldı. Karşılıklı denetim testindeki 34 veya 35 veri grubu eğer rastlantılı bir şekilde dağıtılmasaydı verilerin diğer yarısından önceden tahmin edilen değerler % 95'lik güven sınırları dışında kalabilirdi. Bu düşünce, bu çeşit veriler için uygun bir sabit derece ifade eden, yeterince alt sayıdaki iki hesaplamada 3 veya 4 değerın güven sınırları dışında kalmasından kaynaklanır.

Regresyon denklemlerinde hesaplanan varyasyon yüzdesinin artışıındaki güçlüğün bir kısmı, hesaba katılmayan ürün ve yetiştirme ortamının tarihi geçmişi, ağaçların toprak üzerindeki etkileri gibi yetiştirme ortamı faktörlerinin varyasyon kaynaklarından ve örneklemenin yetersizliğinden meydana gelebilir. Hesaba katılan faktörler içinde toprak özellikleri, hemen hemen en büyük değişimi gösteren yetiştirme ortamı faktörleri olmasına karşın, sadece üç örnek alma uygulama bakımından yeterli olmuştur (BALL and WILLIAMS, 1971).

Tüm İngiltere'de bir ağaç türünün büyüme oranı ile yetiştirme ortamı faktörleri arasında tesbit edilen ilişkilerin yararlılık derecesini tahmin etmek önemlidir. Bu araştırma bize öncelikle önemli yetiştirme ortamı faktörlerini tesbit etmek ve bunların sarıçamın büyümesindeki önem derecesine göre yetiştirme ortamlarını sınıflama olanağı verir. 12 no.lu denklemdeki ifadeye göre tozlu, taşlı, nemli yetiştirme ortamları; güneş ışığının bolluğu, sonbaharda batıdan esen rüzgârlar ve yüzeyde yüksek su tutma kapasitesi, denizden uzak, batıya bakan bazı yamaçlar üzerinde sarıçam için en iyi gelişmeyi sağlar. Bu, kabaca, WALTER (1973) ve BEAN (1976)'nın sarıçam bakımından üstün yetiştirme ortamları üzerinde yaptıkları gözlemleri teyid etmektedir. WALTER Batı Avrupa'da yaptığı araştırmada yapraklı ağaç türleri için çok fakir ve ladinin sarıçamla rekabet ettiği daha kuru kalker yamaçlarda veya

asit bataklık topraklar üzerinde sarıçamın iyi bir gelişme gösterdiğini bulmuştur. Sarıçam, orta ve batı Avrupa'da özellikle nehir - buzul kumları üzerinde bulunmaktadır. İngiltere'yi bir bütün olarak ele alan BEAN (1976) yaptığı araştırmada sarıçamın ılık yazlar, kuru bir iklim ve ladinin rekabetinden uzak olarak doğudaki fakir topraklar üzerinde iyi geliştiğini ifade etmiştir. STEVEN ve CARLISLE (1959) sarıçamın, benzer topraklar üzerinde doğal olarak yetiştiğini bulmuşlardır.

Araştırmada kullanılan toprak nemi, değişkeni üzerinde etkili olan toprak işlemlerini, arazi hazırlığı sırasında yapmaksızın, bu önemli yetişme ortamı faktörlerinin, gelişimi artırma amacı ile değiştirilmesi olanaksız görünmektedir. Bununla beraber 13 no.lu denklemden, toprağa fosfor verilmesi ile az miktarda bir artımın sağlanacağı anlaşılmaktadır.

Bu araştırmanın en büyük yararı, bir yetişme ortamındaki artım miktarını tahmin etmek ve elverişli yetişme ortamlarını seçme hususunda yardımcı olmasıdır. Sarıçamın ekonomik yararını gösteren denklemler ile diğer ağaç türlerinin ve çeşitli tarımsal sistemlerin kârlılığını tahmine yarayan benzer denklemler kombine edilirse, belirli bir yetişme ortamında çeşitli şekilde arazi kullanmanın nisbi kârlılığını bilgisayarla tahmine yarayan mekanik metodlar elde edilebilir. Gelecekte arazi üzerindeki baskıların artışı, arazi kullanım politikası seçiminde tarihsel ve sosyolojik nedenlerin yetersiz olduğunu kanıtlayacaktır. Bu nedenle verimlilik ilkesi üzerine oturtulan alternatif arazi kullanımlarının kompüter ile yapılan karşılaştırmasından doğacak bilgiler daha geniş bir strateji içinde dikkatle incelenmeye gereksinime gösterebilir. Bu şekildeki incelemeler zamanımızda CAS (1980) tarafından yapılmaktadır.

TEŞEKKÜRLER

Yararlı tartışmaları için Forestry Commission ve Institute of Terrestrial Ecology üyelerine, yaptıkları kayıtlar için Forestry Commission'un ölçme servislerine, deneme alanları örneklerinin alınması için izin veren orman sahiplerine, teşvik edici ve matematik konusundaki öğütleri için Mr. J.N.R. Jeffers'e, kompüter bilgileri için Mr. D.K. Lindley'e, toprak örnekleri üzerindeki kimyasal analizleri yapan Merlewood Araştırma İstasyonu Kimya Servisi'ne, monoterpen konsantrasyonlarını tayin eden Monks Wood Experimental Station'daki Kimya Servisi'ne, toprağın fiziksel analizleri ve kök örneklerindeki P'un analizi hakkındaki fikirleri için Dr. A.F. Harrison'a, metin üzerindeki tenkitleri için Mr. N.R. Jeffers, Dr. D.C. Malcolm, Dr. E.D. Ford, Mr. M.D. Mounford ve Dr. M.G.R. Cannel'e arazide örnek alımlarını yapan işçilere ve değerli yardımları sağlayan Ms. K.E. Dickson'a teşekkür ederim.

K A Y N A K L A R

- ADU, S. V., 1968. *Studies of land capability assessment for Scots pine in Strathdon. Unpublished Ph. D. Thesis, University of Aberdeen, 246 pp+appendices.*
- ALLEN, S. E., GRIMSHAW, H. M., PARKINSON, J. A. and QUARMBY, C., 1974. *Chemical Analysis of Ecological Materials. Blackwell, Oxford, 566 pp.*
- BALL, D. F. and WILLIAMS, W. M., 1971. *Further studies on variability of soil chemical properties; efficiency of sampling programmes on an uncultivated brown earth. J. Soil Sci., 22: 60 - 68.*
- BEAN, W. J., 1976. *Trees and Shrubs Hadry in the British Isles (8th Edition, Edited by D.L. Clarke). John Murray, London, Vol. 3, 973 pp.*
- BEAVINGTON, F. and ADU, S. V., 1971. *Studies in the effects of restricted rooting depth on the production of grass and Scots pine. Can. J. Soil Sci., 51: 127 - 128 (Abstract).*
- BUSBY, R. J. N., 1974. *Forest yield guide to upland Britain. Forest Record For. Comm. London, No. 97, 13 pp.*
- CARMEAN, W. H., 1975. *Forest site quality evaluation in the United States. Adv. Agron., 27: 209 - 269.*
- CAS, 1980. *Strategy for the U.K. Forest Industry. Centre for Agricultural Strategy, Univ. Reading, CAS Rep. 6, 347 pp.*
- COOK, A., 1971. *Assessment of tree growth in north-east Scotland by computer analysis of soil and site data. Unpublished. Ph. D. Thesis, University of Aberdeen.*
- COOK, A., COURT, M. N. and MACLEOD, D. A., 1977. *The prediction of Scots pine growth in north-east Scotland using readily assessable site characteristics. Scott. For., 31: 251 - 264.*
- CZARNOWSKI, M. S., 1964. *Productive capacity of locality as a function of soil and climate with particular reference to forest land. La. State Univ. Stud. Biol. Sci. Ser. 5, 174 pp.*
- DAVIDOV, M. V., 1977. *Tipy rosta osnovnykh lesov europeiskoi chasti SSR. Lesnoi Zhurnal, 4: 36 - 41.*
- DAY, W. R., 1946. *On the effect of changes in elevation, aspect, slope and depth of freerooting material on the growth of European larch, Japanese larch, Sitka spruce and Scots pine in Mynydd Du Forest. Forestry, 20: 7 - 20.*
- DECOURT, N., GORDON, M., ROMANE, F. and TOMMASONE, R., 1969. *Comparison de diverses méthodes d'interprétation statistique de liaison entre le milieu et la production du pin sylvestre en Sologne. Ann. Sci. For., 26: 413 - 443 (with English summary).*
- FLOATE, M. J. S., 1970. *Plant nutrient cycling in hill land. In: Hill Farming Research Organisation Report No. 5, pp. 15 - 34.*
- FORREST, G. I., 1980. *Genetic variation among native Scots pine populations in Scotland based on monoterpene analysis. Forestry, 53: 101 - 128.*
- FOURT, D. F., DONALD, D. G. M., JEFFERS, J. N. R. and BINNS, W. O., 1971. *Corsican pine (Pinus nigra var. maritima (Ait.) Melville) in southern Britain: a study of growth and site factors. Forestry, 44: 189 - 207.*
- HÄGGLUND, B. and LUNDMARK, J. F., 1977. *Site index estimation by means of site properties: Scots pine and Norway spruce in Sweden. Stud. For. Suec., 138.*
- HAMILTON, G. J. and CHRISTIE, J. M., 1971. *Forest Management Tables (Metric). Booklet For. Comm., London, No. 34, 201 pp.*

- HAMILTON, G. J. and CHRISTIE, J. M., 1974. Influence of spacing on crop characteristics and yield. *Bull. For. Comm. London*, No. 52, 91 pp.
- HARRISON, A. F., 1975. Estimation of readily-available phosphate in Lake District Woodland soils. *Oikos*, 26: 170 - 176.
- HARRISON, A. F., 1978. Phosphorus cycles of forest and upland grassland ecosystems and some effects of land management practices. In: *Phosphorus in the Environment: Its Chemistry and Biochemistry*. Ciba Foundation Symp. 57 (New Series). Elsevier, Amsterdam/Oxford/New York, pp. 175 - 199.
- HARRISON, A. F. and HELLIWELL, D. R., 1979. A bioassay for comparing phosphorus availability in soils. *J. Appl. Ecol.*, 16: 497 - 505.
- JOLLIFFE, I. T., 1972. Discarding variables in a principal component analysis 1. Artificial data. *Appl. Stat.*, 21: 160 - 173.
- KINLOCH, D. and PAGE, G., 1968. Quantitative techniques for relating site conditions to the productivity of certain conifers in North Wales. In: *Proc. 6th World Forestry Congress*, Madrid, April 1966. Comercialy Artes Graficas, S.A., Barcelona, pp. 1438 - 1441.
- MALCOLM, D. C., 1970. Site factors and the growth of Sitka spruce. Unpublished. Ph. D. Thesis, University of Edinburgh.
- MALCOLM, D. C., 1976. Site factors and the growth of Sitka spruce. *Proc. Sect.*, 21: «Research on site factors». XV IUFRO Conf. Gainesville, FL, U.S.A., 14 - 20 March 1971. Dorschkamp Research Institute for Forestry and Landscape Planning, Wageningen, The Netherlands, pp. 269 - 284.
- MAYHEAD, G. J. and BROAD, K., 1978. Site and productivity of Sitka spruce in southern Britain. *Q.J. For.*, 72: 143 - 150.
- METEOROL. OFF., 1976. Maps of average daily totals of global solar radiation over the British Isles. Meteorological Office, Bracknell, Great Britain (Unpublished).
- MILLER, H. G., 1969. Nitrogen nutrition of pines on the sands of Culbin Forest, Morayshire. *J. Sci. Food Agric.*, 20: 417 - 419.
- MILLER, H. G. et al., 1979. Nutrient cycles in pine and their adaptation to poor soils. *Can. J. For. Res.*, 9: 19 - 26.
- MORGAN, A. L., 1972. The effects of soil, site and climatic factors on the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and heather (*Vaccinium vulgaris* L.) Hull. Unpublished. Ph. D. Thesis, University of Aberdeen.
- OVINGTON, J. D. and MADGWICK, H. A. I., 1959. Distribution of organic matter and plant nutrients in a plantation of Scots pine. *For. Sci.*, 5: 344 - 355.
- PAGE, G., 1967. Forest site assessment in relation to the productivity of conifers in north Wales. Unpublished Ph. D. Thesis, University of Wales, 367 pp.
- PAGE, G., 1970. Quantitative site assessment: some practical applications in British Forestry. *Forestry*, 45: 45 - 56.
- PYATT, D. G., HARRISON, D. and FORD, A. S., 1969. Guide to the site types in forest of north and mid-Wales. *For. Rec. For. Comm. London*, No. 69, 135 pp.
- SALTER, P. J., BERRY, G. and WILLIAMS, J. B., 1966. The influence of texture on the moisture characteristics of soils. III. The quantitative relationship between particle size composition and available water capacity. *J. Soil Sci.*, 17: 93 - 99.
- SMITH, D. M., 1962. *The Practice of Silviculture*, 7th Edition. Wiley, London.
- STEVEN, H. M. and CARLISIE, A., 1959. *The Native Pinewoods of Scotland*. Oliver and Boyd, London, 368 pp.

- TESCH, S.D., 1981. The evolution of forest yield determination and site classification. *Forest Ecol. Manage.*, 3: 169 - 182.
- TOBOLSKI, J.J., 1968. Variations in monoterpenes in Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.). Ph. D. Thesis, Michigan State Univ., 125 pp.
- TOBOLSKI, J.J. and HANOVER, J.W., 1971. Genetic variation in the monoterpenes of Scotch pine. *For. Sci.*, 17: 293 - 299.
- VIRO, P.J., 1961. Evaluation of site fertility. *Unasylva*, 15: 91 - 97.
- WALTER, H., 1973. *Vegetation of the Earth in Relation to Climate and the Ecophysiological Conditions*. English Universities Press, London.
- WHITE, E.J. and TURNER, F., 1970. A method of estimating income of nutrients in catch of airborne particles by a woodland canopy. *J. Appl. Ecol.*, 7: 441 - 461.
- WHITE, E.J., 1977. Computer programs for the estimation of selected climatic variables and of values of principal components expressing variation in climate, for any site in Great Britain. Merlewood R and D Paper 70, 18 pp.
- WHITE, E.J., 1979. The prediction and selection of climatological data for ecological purposes in Great Britain. *J. Appl. Ecol.*, 16: 141 - 160.
- WHITE, E.J. and LINDLEY, D.K., 1976. The reduction of climatological data for ecological purposes: a preliminary analysis. *J. Environ. Manage.*, 4: 161 - 182.