

SERİ
SERIE A

CİLT
TOME XXVI

SAYI
FASCICULE II

1976

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES FORESTIÈRES
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



TÜRKİYE'NİN ÖNEMLİ YETİŞME BÖLGELERİNDEKİ SAF SARIÇAM ORMANLARININ GELİŞİMİ İLE BAZI EDAFİK VE FİZYOGRAFİK ETKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER¹⁾

Yazan
Prof. Dr. Necmettin ÇEPEL²⁾

1. Giriş

Sarıçam, ülkemizde ve ülkemiz dışındaki yetişme çevrelerinde ekolojik koşullar bakımından son derece ayrıcalık gösteren yerlerde yayılmış bulunmaktadır. Step kenarındaki sıcak - kurak yazlara dayandığı kadar (+40°C), Sibirya'nın çok şiddetli kışlarında da (-60°C) yaşamını sürdürebilmektedir. Islak turbalıklardan ve kil topraklarından kurak, kaba kum topraklarına, şiddetli asit reaksiyondan alkalen reaksiyona kadar çeşitli edafik koşullarda yaşayabilmektedir. Deniz düzeyinden (0 metreden) yüksek dağlık bölgelere kadar (2700 m) geniş sınırlar içinde değişen bir düşey yayılış göstermektedir.

Yukarıda kısaca değinilen çeşitli iklimatik, edafik ve fizyografik koşullara uyabilme bakımından gösterdiği son derece esnek yaşam özellikleri nedeni ile yatay yayılış sınırları da çok geniş bir alanı kapsamaktadır. Gerçekten güney yayılış sınırı subtropikal kuşakta (38°34' kuzey enlem), kuzey sınırı ise subpolar kuşakta (70° kuzey enlem) bulunmaktadır.

Buraya kadar özetlenmeye çalışılan karakteristiklerinden dolayı dış ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de sarıçamın yayılışı, genel yetişme

¹⁾ Bu araştırma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumunun desteklediği TOAG/154 No.lu bir proje olup, bu Kurumun Proje Direktörüne tanıdığı «özet halinde yayımlanabilme» hakkından yararlanılarak bu özet Orman Fakültesi Dergisi için hazırlanmıştır.

²⁾ Bu araştırma değerli çalışma arkadaşlarım Dr. M. Dünder ve Dr. A. Günel ile birlikte yapılmıştır.

çevresi koşulları, botanik, silvikültür, teknik, v.b. özellikleri hakkında birçok inceleme ve araştırmalar yapılmıştır (Aksoy, 1974; Alemdağ, 1967; Battı, 1971; Boydak, 1974; Berkel ve Hus, 1952; Bozkurt, 1971; Eliçin, 1971; Erdemir, 1973; Kasa, 1972; Kayacık, 1965; Pamay, 1962; Saatçioğlu, 1967; Sevim, 1960; Soykan, 1969; Toker, 1960). Bu değerli araştırmalara ait bulgulara bazı yeni katkılarda bulunmak, özellikle sarıçamın gelişimi ile çevre koşulları arasındaki ilişkileri kantitatif olarak ortaya çıkarabilmek amacı ile bu araştırmanın yapılması yararlı ve gerekli görülmüştür. Zira bu kadar geniş bir yayılış sahası gösteren bu ağaç türünün hangi yetişme çevresi koşullarında nasıl bir artım yaptığının bilinmesi hem bilimsel, hem de ormancılık uygulaması bakımından büyük bir önem taşımaktadır. Çünkü ancak bu şekildeki bulguların ışığı altında ağaçlandırmaların başarı derecesi artar, en uygun teknik müdahale yöntemi seçilebilir, diğer bir deyişle başarılı bir işletme plân ve programı yapılabilir. Bu konularda yardımcı olabilecek bulguların meydana çıkarılabilmesi için araştırmamızda şu soruların cevaplandırılmasına çalışılmıştır :

1) Sarıçam meşcerelerinin artımı üzerinde önemli derecede rol oynadığı tahmin edilen bazı edafik ve fizyografik faktörler ile boy artımı arasında matematiksel bir ilişki bulunabilir mi? Diğer bir anlatımla bazı yetişme çevresi özellikleri yardımı ile ve istatistik yöntemler kullanılarak o çevrede yetişecek sarıçam meşcerelerinin belirli yaştaki üst boyları (verimlilik ölçüsü) belirli hata sınırları içinde hesaplanabilir mi?

2) Sarıçamın boy büyümesi üzerinde etkili olan çeşitli edafik ve fizyografik özellikler önem derecelerine göre sıralanabilir mi? Yani sarıçam orman yetişme çevrelerinin verimliliklerinin hükümlendirilmesi için hangi edafik ve fizyografik faktörler ölçü olarak alınmalıdır?

Bu soruların cevaplandırılabilmesi için sarıçamın ülkemizdeki optimum yayılış bölgelerinde seçilen 189 deneme alanından alınan araştırma materyali değerlendirilmeye çalışılmış olup, bu uğraşı, bu araştırmanın konusunu oluşturmıştır.

2. Araştırma materyali ve yöntem

2.1. Araştırma materyali

Araştırma materyalini ülkemizdeki sarıçam ormanlarından alınan 189 deneme alanına ait meşcere üst boyları ile ortalama yaş, bazı fiz-

yografik özelliklere ait değerler ve toprak örnekleri oluşturmaktadır. Araştırma materyalinin temin edildiği yerler aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Orman Başmüdürlüğü	Orman İşletme Müdürlükleri	Coğrafi bölge	Deneme alanı sayısı
Zonguldak Bolu	Karabük, Yenice Aladağ, Seben,	Karadeniz	13
Bolu	Kıbrısçık Gerede	Karadeniz Karadeniz	82 17
Ankara	Kızılcahamam	Karadeniz	9
Eskişehir	Çatalcık	İç Anadolu	12
Amasya	Akdağmadeni	İç Anadolu	21
Erzurum	Oltu, Göle, Sarıkamış	Doğu Anadolu	35
			<u>189</u>

2.2. Yöntem

Arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarına ait yöntemler şu şekilde özetlenebilir:

Arazideki çalışmalar: Edafik, fizyografik özellikler ve lokal iklim bakımından ayrıcalık gösteren yerlerde ve çeşitli bonitetteki meşcerelerden normal kapaklılıkta, aynı yaşlı olanları aranıp bulunmuş, yaş ve sıklık derecelerine göre 150-870 m² genişliğinde ve her deneme alanına en aşağı 15 ağaç girecek şekilde deneme alanları seçilmiştir. Her bir deneme alanında dominant ve kodominant ağaçlardan 3-5 tane devirtilerek yaş ve boyları saptanmıştır. Ayrıca her deneme alanında birer toprak profili açtırılarak, topraktan hacim örnekleri alınmıştır. Deneme alanlarının yamaç üzerindeki yeri (üst yamaç, yukarı orta, aşağı orta, alt yamaç), ortalama denizden yükseklik ve arazi eğimleri ile bakıları saptanmıştır.

Laboratuvarda ise iskelet hacim % si, ince toprağın hacim ağırlığı, ince toprağın kum, toz, kil miktarı, toprak reaksiyonu, organik madde miktarı, total azot, faydalanılabilir fosfor ve potasyum, faydalı su kapasitesi belirlenmiştir.

Büroda hasılat tabloları yardımı ile her deneme alanına ait 100 yaşındaki üst boy ve bonitet belirlenmiştir. Bu 100 yaşındaki üst boy sarıçam meşcerelerinin gelişim ölçüsü olarak kabul edilmiştir.

Bu değerlerden meşcere üst boyu dönüşümsüz olarak metre cinsinden ve bağımlı değişken olarak istatistik hesaplara sokulmuştur. Toprak özel-

likleri ise istatistik hesaplara 2 şekilde sokulmuştur. Bunlardan birincisi her horizona ait «mutlak» veya «%» değerler (mm su kapasitesi, pH-değerleri, % eğim değerleri, % olarak iskelet, % N, % P, % K v.b.) İkinci şekilde ise «rezerve değerler» halinde (N, P, K ve organik madde Kg/ha; ince toprak miktarı, kum, toz ve kil ise ton/ha. olarak hesaba sokulmuştur. Bunlar içinde yalnız «bakı» faktörü sinus ve cosinus dönüşüm değerlerine göre ifade edilmiştir. Yamaç üst kenarından olan uzaklık da tüm yamaç uzunluğunun % si olarak ifade edilerek istatistik hesaplara sokulmuştur. Şöyle ki:

Arazi şekli	Yamaç üst kenarından ortalama uzaklık %
Sırt	0
Üst yamaç	12.5 (% 0 - 25)
Yukarı orta yamaç	37.5 (% 25 - 50)
Aşağı orta yamaç	62.5 (% 50 - 75)
Alt yamaç	87.5 (% 75 - 100)
Etek, düzlük	100 (% 100 ve daha fazla)

Böylece bu değerlerden her biri toprak profilindeki zon 1 A - horizonu) ve zon 2 (A_h/B_v , B_v ve B_v/C_v yi kapsamaktadır) için ayrı ayrı hesaplanmış ve istatistik hesaplarda bağımsız değişken olarak yer almıştır.

Bu değerler ile boy artımı arasındaki ilişkileri meydana çıkarmak için uygulanan istatistik yöntemler ise şunlardır :

Basit ve çoğul regresyon analizleri (BMD 02R)

Temel öğeler analizi (BMD 01M)

Diskriminant analizi (BMD 05M)

3. Bulgular ve tartışma

Bulgular araştırma yapılan yörelerin ekolojik özellikleri ve bu özellikler ile sarıçam meşcerelerinin gelişimi arasındaki ilişkiler olmak üzere iki kısımda açıklanacaktır.

3.1. Araştırma yörelerinin ekolojik özellikleri

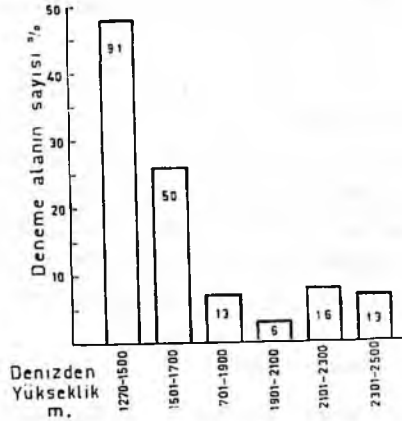
Denizden yükseklik

Deneme alanlarının denizden yüksekliği 1270 - 2550 m arasında değişmektedir. Birinci bonitetteki meşcerelerin % 84 ünün denizden yüksekliği 1270 - 1500 m arasında değişmektedir. Buna karşılık IV. bonitette-

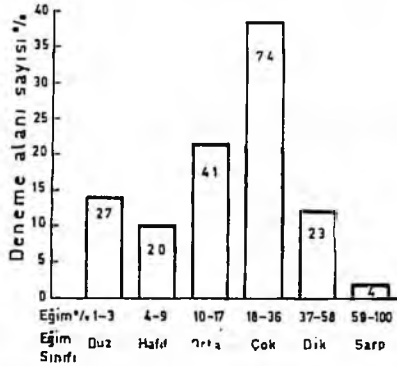
ki meşcerelerin ancak % 34 ü bu yükseklik basamağında bulunmaktadır. Denizden yükseldikçe sıcaklık derecesinin düşmesi ve vejetasyon devresinin kısılması böyle bir sonuç doğurabilir. Deneme alanlarının yükseklik basamaklarına dağılışı şekil 1 de görülmektedir.

Bakı

Deneme alanlarının % 60 ı gölgeli bakılarda (N, NE, NW, E), % 40 ı da güneşli bakılarda (S, SE, SW, W) bulunmaktadır. I. ve V. bonitetteki deneme alanlarının bakılara dağılışında bir kural yoktur. Yani bu iki



Şekil (Fig.) 1. Deneme alanlarının yükseklik basamaklarına dağılışı.
Verteilung der Probeflächen auf den Höhenstufen.



Şekil (Fig.) 2. Deneme alanlarının yamaç eğim basamaklarına dağılışı.
Verteilung der Probeflächen auf 6 Neigungsstufen.

bonitet her iki bakı grubunda aşağı yukarı % 50 ile temsil edilmektedir. Orta bonitetteki meşcereler (III. bonitet) ise daha çok gölgeli bakılarda (% 64 ü) bulunmaktadır. Bunun nedeni en iyi ve en kötü bonitetler az olduğundan bunlar kasıtlı olarak bakılara göre eşit dağılım yapacak şekilde aranıp bulunmuştur. Orta bonitet ise her bakıda bulunduğundan bu tip meşcerelerin seçilişi tamamen tesadüfi olmuştur. Bu nedenle bunların bakılara göre dağılışı doğaya uygundur.

Yamaç eğimi

Deneme alanlarının yamaç eğim basamaklarına göre dağılışı şekil 2 de görülmektedir. Bu eğim basamaklarındaki deneme alanlarının bonitet dağılışı ise şu şekildedir:

Orta eğim derecesine kadar olan yamaçlarda (eğim % 1 - 17) I. bonitetteki meşcerelerin bulunuş oranı % 75, V. bonitettekilerin oranı ise % 28 dir. Buna karşılık V. bonitetteki meşcerelerin % 72 si eğim derecesi % 18 - 100 (çok eğimli ve dik) olan yamaçlarda bulunmaktadır. Buna göre eğim derecesi ile bonitet arasında sıkı bir ilişki görülmektedir. Bu da doğaldır, zira yamaç eğimi lokal iklim üzerinde etkili olduğu gibi toprağı ve besin ekonomisini de etkilemektedir.

Yamaç üst kenarından uzaklık

Bir yamacın üst kısmı besin ve su bakımından fakir, alt yamaç ve etekler ise aksi özelliktedir. Onun içindir ki aynı yamaç üzerindeki meşcerelerin gelişimi farklı olmaktadır. Araştırmamızdaki deneme alanlarından yamacın üst ve alt yarısında bulunanların bonitet bakımından durumları şöyledir:

Bonitet	Deneme alanlarının sayıları	
	Yamacın üst yarısında	Yamacın alt yarısında
I	1 (% 8)	11 (% 92)
II	7 (% 15)	38 (% 85)
III	19 (% 31)	42 (% 69)
IV	33 (% 62)	20 (% 38)
V	10 (% 55)	8 (% 45)

Yukarıda verilen sayısal değerler, yamacın üst kısmından eteğe doğru meşcerelerin boy artımının muntazan arttığını göstermektedir. Bu sonuç istatistik hesaplarla da doğrulanmış, her bölge için «yamaç üst kenarından olan uzaklığın» artım üzerinde rol oynayan dominant bir faktör olduğu meydana çıkarılmıştır.

İklim.

Araştırma yapılan ormanlar ülkemizin 3 makro iklim bölgesinde bulunmaktadır:

- 1) Her mevsimi yağışlı, hava nemi bakımından zengin, ılıman «Karadeniz iklimi»,
- 2) Kışları soğuk, yazı yağışlı «Doğu Anadolu iklimi»,
- 3) İlkbaharı yağışlı, yazı kurak «İç Anadolu Step iklimi».

Tablo 1 ile şekil 3 - 7 den araştırma yapılan ormanların iklim karakteristikleri hakkında geniş bilgi edinilebilir.

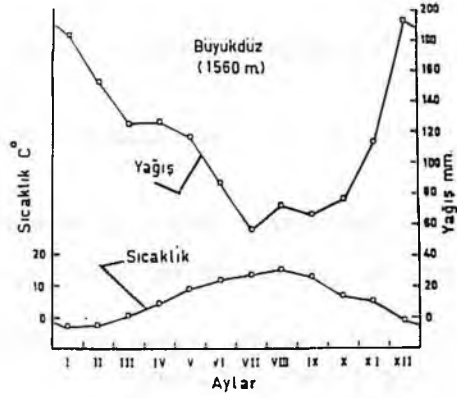
*Toprak özellikleri**Ana materyal*

Araştırma yapılan alanların ana materyalini andezit, alüvyal depozitler, mikaşistler, toz ve kum taşları, kireçli taşlar (kireçli kum taşı, marn, dolomit, kalker) ve bazalt teşkil etmektedir. Bunlar içinde andezit tüm deneme alanlarında % 56, alüvyal depozitler % 25 ve mikaşistler % 23 olmak üzere en çok rastlanan ana taşlardır.

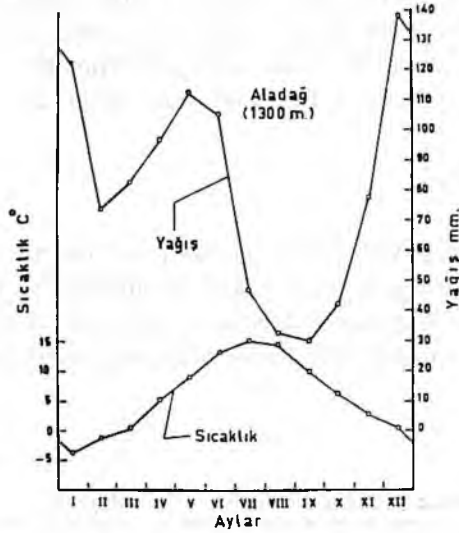
Toprak derinliği

Dolomit ve yatay tabakalı sert şistlerin dışında fizyolojik derinliğin daima 120 cm ve daha aşağı indiği görülmüştür. Mutlak derinlik ise gevşemiş ana materyale kadar ölçülmek kaydıyla 3 basamağa ayrılırsa, deneme alanlarının bu derinlik basamaklarına dağılışının aşağıdaki gibi olduğu görülür.

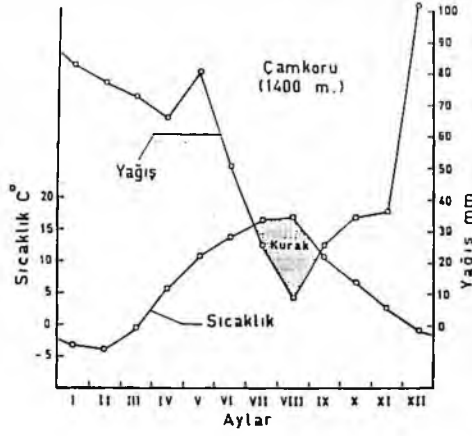
Toprak derinlik sınıfları	Deneme alanları	
	Sayı olarak	% olarak
Sığ (0 - 30 cm)	11	6
Orta Derin (30 - 60 cm)	43	23
Derin (60 - 120 cm)	135	71
	189	100



Şekil (Fig.) 3. Büyükdüz Meteoroloji İstasyonunun iklim grafiği.
Klimadiagram von Büyükdüz.

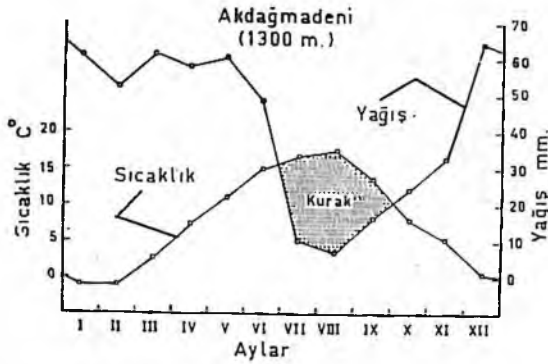


Şekil (Fig.) 4. Aladağ (Bolu) Meteoroloji İstasyonunun iklim grafiği.
Klimadiagram von Aladağ (Bolu).



Şekil (Fig.) 5. Çamkoru (Kızılcahamam) Meteoroloji İstasyonunun iklim grafiğı.

Klimadiagram von Çamkoru (Kızılcahamam).



Şekil (Fig.) 6. Akdağmadeni Meteoroloji İstasyonunun İklim grafiğı.

Klimadiagram von Akdağmadeni.

Tablo (Tabelle) 1.
Araştırma yapılan bölgelere ait bazı iklim verileri
Manche Klimadaten der Untersuchungsgebiete

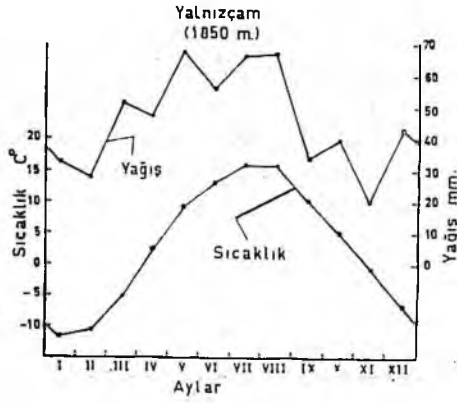
Coğrafi bölge Wuchsgebiet	Meteoroloji İstasyonu Meteorologisches Station			Yıllık ortalama Jährliche Mittelwerte		Yıllık sıcaklık Jahrestemperatur C°		
	İsmi Ort	Denizden- yükseklik Meereshöhe m.	Yıllar Jahre	Yağış Niedersch. mm.	Nisbi nem relative Luftfeucht. %	Ortalama mittl.	En yüksek absolut höchste	En düşük absolut tiefste
Karadeniz	Büyükdüz	1560	(1962—1970)	1371.2	75	6.2	31.0	—18.0
•	Gerede	1270	(14 yıl)*	623.3	—	7.9	33.2	—21.5
•	Aladağ	1300	(1959—1966)	963.2	81	6.2	39.4**	—34.0**
•	Karasar	1200	(5 yıl)	712.7	—	5.1	—	—
•	Çamkoru	1390	(1960—1970)	660.5	—	6.5	32.8	—28.0
İç Anadolu	Akdağmad.	1300	(1955—1970)	500.6	67	8.2	35.7	—24.0
•	Çatacık	1550	(9 yıl)	878.5	—	6.5	39.7***	—22.2***
Doğu Anadolu	Göle	2000	(14 yıl)	620.0	—	0.4	—	—
•	Yalnızçam	1850	(6 yıl)	556.1	—	3.2	32.6****	—35.6****
•	Sarıkamış	2092	(1929—1970)	576.7	74	3.2	33.0	—31.6

*) Meteoroloji Genel Müdürlüğünde 1970 yılına kadar «doğru» olarak değerlendirilebilen ölçme yıllarının sayısı

***) Bu istasyonda ekstrem sıcaklık değerleri ölçülmediğinden Bolu'nun değerleri alınmıştır.

****) Bu istasyonda ekstrem sıcaklık değerleri ölçülmediğinden Eskişehir'in değerleri alınmıştır.

*****) Bu istasyonda ekstrem sıcaklık değerleri ölçülmediğinden Ardahan'ın değerleri alınmıştır.



Şekil (Fig.) 7. Yalnızçam (Ardahan) Meteoroloji İstasyonunun iklim grafiği.
Klimadiagram von Yalnızçam (Ardahan).

Mekanik bileşim

Araştırma yapılan alanlardaki toprakların çoğu orta derecede taşlı olup, en çok rastlanan toprak türü kumlu killi balçıktır. Aşağıdaki sayısal değerlerden bu hususta daha ayrıntılı bilgiler sağlanabilir.

Tekstür sınıfları	Deneme alanları	
	Sayı olarak	% olarak
Kumlu balçık	30	16
Kumlu killi balçık	103	54
Balçık	5	3
Killi balçık	27	14
Kil	24	13

İskelet miktarı sınıfları	İskelet Hacim %	Deneme alanları			
		A - horizonu		B - horizonu	
		Sayı olarak	% olarak	Sayı olarak	% olarak
Az taşlı	1 - 10	56	30	24	14
Orta derece taşlı	10 - 30	116	61	77	42
Çok taşlı	30 - 75	17	9	76	42
İskelet toprağı	75 <	—	—	4	2

Toprak reaksiyonu

Araştırılan toprakların reaksiyonu çok kuvvetli asit ile zayıf alkali arasında değişmektedir. En düşük pH değeri şisti kumtaşı üzerindeki topraklarda 3.6 (*n*.KCl ile) olarak, en yüksek pH - değeri de numülitik kalker üzerinde 7.22 (*n*.KCl) olarak bulunmuştur. Araştırma alanlarındaki toprakların ortalama pH değerlerine göre toprak reaksiyonu sınıflarına dağılışı şöyledir:

Toprak reaksiyonu sınıfları	pH n.KCl ile	Deneme alanları sayısının % olarak reaksiyon sınıflarına dağılışı
Çok kuvvetli asit	< 4	1
Kuvvetli asit	4 - 4.9	68
Orta derecede asit	5 - 5.9	27
Zayıf asit	6 - 6.9	3
Zayıf alkali	7.1 - 8.0	1

Bonitet ile toprak reaksiyonu sınıfları karşılaştırıldığında belirli bir kural görülmemektedir. Örneğin I. bonitetteki meşcereler zayıf asit reaksiyonundaki topraklarda yetişebildiği gibi kuvvetli asit topraklarda da görülmektedir. Yalnız deneme alanlarının çoğunluğunun «kuvvetli asit» reaksiyona sahip bulunması özellikle fosfor alımını ve azot mineralizasyonunu güçleştirebilecektir.

Fosfor

Toprakların A - horizonlarında faydalanılabilir fosforun oldukça yüksek bulunduğu, B - horizonlarında ise araştırılan ormanların % 60 ının faydalanılabilir fosforunun «orta» ve ortanın altında olduğu saptanmıştır. Bu sonuç A - horizonunda organik azotun fazla bulunduğunu göstermektedir.

Azot

Total azot miktarı A - horizonlarında % olarak 0.09 ile 0.58, B - horizonlarında ise 0.03 ile 0.23 arasında değişmektedir.

Potasyum

Faydalanılabilir potasyum miktarları A - horizonlarında % olarak 0.010 - 0.075, B - horizonlarında da 0.007 - 0.056 arasında değişmektedir.

Toprakların faydalanılabilir su kapasitesi bakımından sınıflaması aşağıda gösterilmiştir.

Deneme alanları	Faydalanılabilir su tutma kapasitesi (mm)					Toplam
	50 > (çok az)	50-100 (az)	100-150 (orta)	150-200 (yüksek)	200 < (çok yüksek)	
Sayı olarak	10	49	53	47	30	189
% olarak	5	26	28	25	16	100

Bu sayısal değerlerden anlaşılacağı üzere araştırılan toprakların % 40'ının faydalanılabilir su tutma kapasitesi «yüksek» ve «çok yüksek» tir.

Toprak grupları

Araştırılan toprakların sistematik sınıflandırılmasını yapmak çeşitli nedenlerle çok güçtür. Bu bakımdan kabaca bir gruplamaya göre elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

Toprak grupları	Toprak gruplarının deneme alanlarına dağılışı	
	Sayı olarak	% olarak
Kahverengi (esmer) orman toprağı	163	86
Vertisol	6	3
Rendzina	2	1
Ranker	11	6
Aluvyal	3	2
Terra rossa	2	1
Çernozem	2	1
	189	100

Bu sayısal değerlerden görüleceği üzere araştırılan toprakların 4/5'ünden fazlasının kahverengi (esmer) orman toprakları olduğu görülmektedir. Bu isim, dünya üzerinde çok yaygın olan çeşitli toprakların geniş varyetelerini tanıtmak için kullanılmaktadır. Araştırma konumuzunda dışında kaldığından bu hususta ayrıntıya inilmeyecektir.

3.2. Çevre faktörleri ile sarıçam meşcerelerinin boy artımı arasındaki ilişkilere ait istatistik analiz sonuçları

Sarıçamın boy artımı ile yöntem bölümünde isimleri açıklanan çevre faktörleri arasında kantitatif ilişkileri meydana çıkarmak için çeşitli is-

tatistik analizler yapılmıştır. Yalnız genel iklim koşullarının sonuçlar üzerindeki etkisini azaltabilmek için deneme alanları makro iklim bölgelerine göre gruplandırılarak (Karadeniz, İç Anadolu, Doğu Anadolu) hesaplar bu üç bölge için ayrı ayrı yapılmıştır. Ayrıca tüm ekolojik özellikler yönünden çok daha homogen olduğunu kabul ettiğimiz bir bölge (Bolu - Aladağ) için de ayrı bir grup oluşturularak daha yüksek derecede ilişkilerin elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Bunun dışında tüm deneme alanlarına ait verilerin hepsi birden ayrıca bir grup halinde hesaplara sokularak makro iklim bakımından ayrıcalıkların aranan ilişkilerin derecesi üzerinde ne gibi bir etki yapacağı da saptanmaya çalışılmıştır. Böylece sonuçlar 121 deneme alanına sahip Karadeniz, 33 deneme alanına sahip İç Anadolu, 35 deneme alanına sahip Doğu Anadolu, 66 deneme alanına sahip Bolu - Aladağ ve 189 deneme alanına sahip tüm araştırma bölgeleri için ayrı ayrı verilmiştir. Bundan başka araştırılan toprak özelliklerinden % değerler ile, bunların toprakta bulunan toplam miktarları (Kg/ha veya ton/ha) da ayrı ayrı istatistik hesaplara sokularak «% değerlere ait sonuçlar» ve «rezerve değerlere ait sonuçlar» olarak ayrı ayrı verilmiştir. Bu modele göre yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlar aşağıda özet halinde verilmiştir.

3.2.1. Basit Korelasyon analizlerinden elde edilen sonuçlar

Yukarıda açıklanan modele göre yapılan basit korelasyon analizleri sonucunda, analize sokulan değişkenlerden meşcere üst boyu ile anlamlı ilişki gösteren faktörler için tablo 2 ve 3 düzenlenmiştir. Bu tabloların incelenmesinden şu sonuçlar çıkarılabilir :

a) Relief özellikleri içinde yamaç üst kenarından uzaklık, sarıçam meşcerelerinin boy artımı üzerinde rol oynayan en önemli faktörlerden biri olarak görünmektedir. İstatistik analizler sonucunda elde edilen bu önemli ve sıkı ilişki bütün araştırma bölgeleri için geçerlidir. Bu da gayet doğaldır, zira yamaç üst kenarından uzaklık ile lokal iklim, su ekonomisi, besin ekonomisi ve birçok toprak özellikleri önemli derecede değişmektedir. Örneğin bir alt yamaç ne kadar derin, ince toprak bakımından zengin, su tutma kapasitesi ve humus içeriği yüksekse ve sıcaksa, üst yamaç veya sırt bunun tam aksi özelliklere sahiptir. Bu sonuca ve evvelce kızılçam meşcereleri için yapılan bir araştırmadan elde edilen sonuçlara dayanılarak denebilir ki yetiştirme muhitlerinin sınıflandırılmasında ve hükümlendirilmesinde ölçü olarak alınacak en elverişli yetiştirme çevresi faktörü «yamaç üst kenarından uzaklıktır». Bu, özellikle dağlık arazi için çok geçerlidir.

Tablo 2.

Meşcere üst boyu ile önemli ilişkiler gösteren fizyografik faktörler ve toprak özelliklerinin değerlerine ait basit korelasyon katsayıları

Fizyografik faktörler	Faktörler (değişkenler)	Araştırma bölgeleri				Tüm ara- ştırma böl- geleri
		Karadeniz	İç Anadolu	D. Anadolu	Aladağ	
Fizyografik faktörler	Rakım	-0.184		-0.587		-0.158
	Eğim					
	Yamaç üst kenarından uz.	0.439	0.454	0.363	0.420	0.408
	Sın. Bakı Cos.		-0.480 -0.443	-0.376		
Z ₁ (zon 1)	İskelet	-0.376			-0.348	-0.204
	İnce toprak	0.259			0.304	
	Kum					-0.271
	Toz	-0.242				
	Kil	0.250		0.336		0.288
	Azot	0.331		0.497	0.281	0.346
	Fosfor			0.562		
	Potasyum Organik madde pH			0.386 0.406		0.210
Z ₂ (zon 2)	İskelet	-0.437			-0.491	-0.187
	İnce toprak	0.584	0.408		0.520	0.280
	Kum		0.354		-0.269	
	Toz		0.380		-0.266	
	Kil				-0.256	
	Azot	0.291			0.253	0.218
	Fosfor			0.522		0.205
	Potasyum			0.394		0.168
	Organik madde			0.474		0.206
	pH	0.266	0.356	0.373	0.314	0.290
(Z ₁ + Z ₂)/2	İskelet	-0.478			-0.493	-0.220
	İnce toprak	0.529	0.459		0.497	0.218
	Kum				-0.274	
	Toz		0.374		-0.269	
	Kil				-0.245	
	Azot	0.376		0.454	0.330	0.372
	Fosfor			0.617		0.176
	Potasyum			0.439		
	Organik madde	0.191		0.475		0.243
	pH	0.210	0.351	0.413	0.287	0.226
r _{0.05}	0.176	0.349	0.326	0.241	0.146	
r _{0.01}	0.230	0.449	0.420	0.314	0.190	

Tablo 3.

Meşçere üst boyu ile önemli ilişkiler gösteren toprak özelliklerinin rezerve değerlerine ait basit korelasyon katsayıları

	Faktörler (değişkenler)	Araştırma bölgeleri				Tüm ara- tırma böl- geleri
		Karadeniz	İç Anadolu	D. Anadolu	Aladağ	
Zon 1	İnce toprak	0.355	0.386		0.366	0.176
	Kum	0.240			0.273	
	Toz	0.212	0.555		0.275	
	Kil	0.367			0.313	0.277
	Azot	0.474	0.433	0.433	0.449	0.373
	Fosfor					
	Potasyum	0.293		0.442	0.276	0.149
	Organik madde	0.392		0.359	0.418	0.281
	Faydalanılabilir su kapasitesi	0.323	0.358		0.337	0.212
	Horizon kalın.	0.229				0.189
Zon 2	İnce toprak	0.555	0.571		0.499	0.442
	Kum	0.444	0.530		0.422	0.288
	Toz	0.415	0.638		0.375	0.429
	Kil	0.514	0.428		0.420	0.401
	Azot	0.497	0.567		0.440	0.409
	Fosfor	0.415		0.336	0.474	0.373
	Potasyum	0.382	0.359		0.380	0.301
	Organik madde	0.353	0.348		0.307	0.298
	Faydalanılabilir su kapast.	0.323	0.598		0.541	0.355
	Horizon kalın.	0.539	0.640		0.497	0.561
Zon 1+2	İnce toprak	0.566	0.604		0.318	0.439
	Kum	0.449	0.554		0.434	0.261
	Toz	0.427	0.659		0.399	0.410
	Kil	0.535	0.428		0.444	0.411
	Azot	0.580	0.610		0.503	0.470
	Fosfor	0.361			0.477	
	Potasyum	0.407	0.379		0.403	0.303
	Organik madde	0.436	0.440	0.378	0.407	0.356
	Faydalanılabilir su kapasi.	0.370	0.641		0.588	0.392
	Horizon kalın.	0.548	0.664		0.508	0.564
	$r_{0.05}$	0.176	0.349	0.326	0.241	0.146
$r_{0.01}$	0.230	0.449	0.420	0.314	0.190	

b) Bakı yalnız İç Anadolu için önemli ilişkiler göstermektedir. Bu sonuç hernekadar ekolojik bakımdan anlamlı görülmekte ise de bakının istatistik hesaplara sinus ve cosinus dönüşümlü değerleri olarak sokulması ve belirli varsayımlara göre sayısal değerler olarak ifade edilmesi bizlerde güvensizlik yaratmıştır. (Örneğin, araştırmamızda bakı, meşcerelerin kuzey - güneydoğu arasındaki bakılarda (N, NE, E, SE) en iyi gelişim yapacağı varsayımına dayanan bir parametre olarak ifade edilmiştir (Carmean, 1965). Halbuki Doğu Anadolu ormanlarımızda minimumda olan hasılat faktörü sıcaklık olduğu için en iyi meşcereleri özellikle Göle'de kuzey bakılarda değil, güney bakı'larda bulduk. Belki bu nedenlerle bakıya ait önemli ilişkiler elde edilememiştir. Onun içindir ki bakının istatistik hesaplara uygun bir sayısal değer olarak sokulması hususunda çalışmalar yapılmalıdır. Nitekim XVI. IUFRO Kongresinde paralel çalışmalarda da bakı için bir parametre olarak çeşitli ifade şekillerine rastlanmış olmama rağmen henüz bu hususta tatmin edici bir yolun bulunmadığı kanaatine varmış bulunmaktayım.

c) Denizden yükseklikle meşcere üst boyu arasında negatif bir ilişkinin bulunması yüksek kısımlarda sıcaklık faktörünün azalışı ve vejetasyon devresinin kısalışına bağlanabilir. Her nekadarkı yükseklik ile yağış miktarı artarsa da yağışların çoğunun kışın düşmesi, düşük sıcaklıktan ve toprak taşınmasından dolayı yüksek kısımlarda toprak derinliğinin az olması gibi nedenlerle yağış iklimi olumsuz yönde değiştirilmektedir.

d) Toprak özelliklerinin % değerlerine göre boy artımını en çok ince toprak ve total azot etkilemektedir. Diğer faktörlerin önem derecesi horizonlara ve araştırma bölgelerine göre değişmektedir. Doğu Anadolu için bulunan ilişkiler burada minimum faktörün sıcaklık olduğuna işaret etmektedir. Zira burada ayrılmış besin maddelerini tutacak ortamdan ziyade bunların ayrışması bir problem teşkil etmektedir. Hatta mevcut besin maddeleri ve suyun alınmasının daha düşük sıcaklıkla önemli derecede firelendiği bilinen bir ekolojik olaydır.

e) Meşcere üst boyunun araştırılan bütün bölgelerde kök yayılış sahalarındaki toprağın reaksiyonu ile pozitif ve sıkı bir ilişki gösterdiği göze çarpmaktadır. Bu sonuç ekolojik bakımdan anlamlıdır. Araştırma alanlarındaki toprakların % 62 sinin «kuvvetli asit» reaksiyonda (düşük pH) olduğu saptanmıştır. Bu reaksiyon sınıfının bazı besin mad-

delerinin bitki tarafından alınmasını ve organik madde ayrışmasını güçleştirdiği düşünülürse bu ilişkilerin ekolojik bakımdan ne kadar anlamlı ve önemli olduğu kolayca anlaşılır.

f) Rezerve değerlere göre yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlara göre özellikle alt toprak horizonlarındaki araştırılan özelliklerin hemen hemen hepsi anlamlı ilişkiler göstermektedir. Bu husus Mitscherlich kanunu ile açıklanabilir.

Özellikle *toprak derinliği* (horizon kalınlığı), *ince toprak miktarı*, *azot rezervleri* ve *ayrışabilir su kapasitesi* en yüksek ilişkileri veren etkenlerdir.

Karadeniz bölgesinde özellikle toprak besin maddeleri ile meşcere üst boyu arasında sıkı ilişkiler olması bu bölgedeki fazla yağışla besin maddelerinin yıkanabilme olanaklarına bağlanabilir. İç Anadolu araştırma bölgesi için aynı yönde saptanan ilişkilerin nedeni ise başkadır. Burada bulunan kuvarsit, marn, kuvarslı, serizitli şistler gibi besin maddeleri bakımından elverişsiz anataşları besin maddeleri rezervini optimumun altına düşürebilmektedirler.

Doğu Anadolu için elde edilen ilişkiler ve bu araştırma bölgesinin özelliği ise Liebig'in «Minimum kanununa» uymaktadır.

3.2.2. Çoğul regresyon analizlerinden elde edilen sonuçlar

Canlıların gelişmesi yetiştirme muhiti faktörlerinin toplu etkisi altında olmaktadır. Bu nedenle sarıçamın 100 yaşındaki boy artımını hangi faktörler kombinasyonunun daha çok etkilediğini meydana çıkarmak için çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular tablo 4 ve 5 te gösterilmiştir.

Bu tabloların incelenmesinden şu sonuçlar çıkarılabilir :

a) Sarıçam meşcerelerinin 100 yaşındaki boyu üzerinde etkili olan faktörler kombinasyonu araştırma bölgelerine ve horizonlara göre değişmektedir.

b) Rezerve değerlere ait sonuçlar, daha az standart sapma ile, daha yüksek belirleme katsayıları vermişlerdir. Yani ilişkileri daha yüksek derecede ve daha az hata ile göstermektedir.

Araştırılan sarıçam ormanlarında saptanan bu önemli yetiştirme muhit faktörleri yardımı ile 100 yaşındaki meşcere üst boyunu hesapla-

Tablo 4

Çoğul regresyon analizlerinde en küçük standart sapmayı veren ve meşcere üst boyu ile anlamlı ilişki gösteren fizyografik faktörler ve % değerlere göre toprak özellikleri

Araştırma bölgeleri	Toprak zonları	Değişkenler												Standart sapma S (m)	Çoğul korelasyon katsayısı R	Belirlenme katsayısı R ²		
		Fizyografik faktör.				Toprak özellikleri (yüzde değerler)												
		Denizden yükseklik	Eğim	Yamaç üst ken. uzak.	Bakı		İnce toprak g/lt.	İskelet hacmi	Kum	Toz	Kil	Azot	Fosfor				Potasyum	Organik n adde
Sin.	Cos.																	
Karadeniz	Z ₁		X	X											6	3.238	0.620	0.384
	Z ₂			X				X	X						2	3.195	0.632	0.399
	(Z ₁ +Z ₂)/2			X							X				3	3.032	0.680	0.462
İç Anadolu	Z ₁			X	X	X				X			X		7	3.425	0.829	0.687
	Z ₂	X		X	X	X		X	X		X	X	X		8	3.820	0.792	0.627
	(Z ₁ +Z ₂)/2			X	X	X		X	X	X		X	X		7	3.873	0.775	0.601
Doğu Anadolu	Z ₁	X	X								X	X			4	2.050	0.706	0.496
	Z ₂	X		X							X	X	X		5	2.037	0.722	0.521
	(Z ₁ +Z ₂)/2	X	X								X	X			4	2.093	0.690	0.476
Aladağ	Z ₁			X							X				3	3.085	0.555	0.308
	Z ₂	X		X									X		5	2.906	0.637	0.406
	(Z ₁ +Z ₂)/2	X		X							X				5	2.837	0.659	0.435
Tüm araştırma bölgeleri	Z ₁	X		X							X		X		4	3.759	0.556	0.309
	Z ₂	X		X									X		4	3.886	0.512	0.262
	(Z ₁ +Z ₂)/2	X		X							X				4	3.718	0.569	0.324

Tablo 5

Çoğul regresyon analizlerinde en küçük standart sapmayı veren ve meşcere üst boyu ile anlamlı ilişki gösteren rezerve değerlere göre toprak özellikleri

Araştırma bölgeleri	Toprak zönları	İnce toprak	Kum	Toz	Kil	Azot	Fosfor	Potasyum	Organik madde	Faydalanılabılır su kapasitesi	Horizon kalınlığı	pH	Değişken sayısı	Standart Sapma S (m)	Çoğul korelasyon katsayısı R	Belirleme katsayısı R ²
Karadeniz	Z ₁	X	X	X		X							4	3.559	0.506	0.256
	Z ₂	X			X	X					X		4	3.239	0.619	0.383
	Z ₁ +Z ₂				X	X					X		3	3.102	0.656	0.430
İç Anadolu	Z ₁	X		X	X	X			X	X	X		7	3.735	0.793	0.629
	Z ₂				X		X	X			X	X	5	2.988	0.862	0.743
	Z ₁ +Z ₂				X		X	X			X	X	5	2.738	0.886	0.785
Doğu Anadolu	Z ₁		X	X		X		X				X	5	2.136	0.638	0.473
	Z ₂	X		X			X	X					5	2.469	0.544	0.296
	Z ₁ +Z ₂	X		X					X	X	X	X	6	2.370	0.611	0.367
Aladağ	Z ₁		X	X		X					X		4	3.234	0.502	0.252
	Z ₂						X			X		X	3	2.990	0.592	0.350
	Z ₁ +Z ₂		X	X			X			X	X		5	2.902	0.639	0.408
Tüm araştırma bölgeleri	Z ₁		X	X		X					X		4	4.077	0.422	0.178
	Z ₂		X	X		X	X				X		5	3.570	0.611	0.373
	Z ₁ +Z ₂		X	X		X	X			X	X		6	3.529	0.625	0.390

Tablo (Tabelle) 6

Fizyografik faktörler ve toprak özelliklerinin % değerlerine göre 100 yaşındaki meşçere üst boyunun hesaplanmasına yarıyan çoğul regresyon denklemleri
Die multiplen Regressionsgleichungen nach Relief- und prozentualen Bodenkenngrößen.

B ö l g e Gebiete	Z o n	R e g r e s y o n d e n k l e m i	S R
Karadeniz Schwarzmeer	$\frac{Z_1+Z_2}{2}$	$H_{100}=13.46689+0.03355$ (Yamaç üst kenarından uzaklık) $+0.00373$ (İnce toprak) $+13.56239$ (Azot)	3.032 0.680
İç Anadolu Inneranatol.	Z_1	$H_{100}=17.42848+0.07249$ (Yamaç üst kenarından uzaklık) -0.22219 (İskelet hacmi) $+0.46753$ (Toz) -0.54511 (Kil) $+1.28166$ (Organik madde) -0.02097 (Bakı - Sinus) -0.02053 (Bakı - Cosinus)	3.425 0.829
Doğu Anadolu Ostanatolien	$\frac{Z_1+Z_2}{2}$	$H_{100}=34.41854-0.0058$ (Denizden yükseklik) -0.03277 (Eğim) $+249.53214$ (Fosfor) $+15.87051$ (Potasyum)	2.093 0.690
Aladağ	$\frac{Z_1+Z_2}{2}$	$H_{100}=10.43404+0.00512$ (Denizden yükseklik) $+0.03085$ (Yamaç üst kenarından uzaklık) -0.05186 (İskelet hacmi) $+0.0042$ (İnce toprak) $+23.78685$ (Azot)	2.837 0.656
Tüm araştırma sahası Gesamt	$\frac{Z_1+Z_2}{2}$	$H_{100}=17.98616-0.00216$ (Denizden yükseklik) $+0.04079$ (Yamaç üst kenarından uzak.) $+0.00263$ (İnce toprak) $+31.03882$ (Azot)	3.718 0.569

Azot	:	Stickstoff	Yamaç üst kenarından uzaklık :	Entfernung von der Kamlinie
Toz	:	Schluff	Denizden yükseklik	: Meereshöhe
Kil	:	Ton	Organik madde	: Organische Substanz
Bakı	:	Exposition	İskelet hacmi	: Skelett (Vol %)
Eğim	:	Hangneigung	İnce toprak	: Feinerde

Tablo (Tabelle) 7

Rezerve değerlere göre 100 yaşındaki meşçere üst boyunun hesaplanmasına yarıyan
çoğul regresyon denklemleri

Dile multiplen Regressionsgleichungen nach den Vorräten

B ö l g e Gebiete	Z o n	R e g r e s y o n d e n k l e m l e r i	S R
Karadeniz Schwarzmeer	Z ₁ +Z ₂	$H_{100}=16.98365+0.00042 \text{ (kil)}+0.33591 \text{ (Azot)}+0.04209 \text{ (Horizon kalınlığı)}$	3.102 0.656
İç Anadolu Inneranatolien	Z ₁ +Z ₂	$H_{100}=5.27505+0.0022 \text{ (Kil)} - 119.43676 \text{ (Fosfor)}+1.19 \text{ (Potasyum)}$ $+0.13472 \text{ (Horizon kalınlığı)}+0.69208 \text{ (pH)}$	2.738 0.886
Doğu	Z ₁	$H_{100}=-0.11574+0.00143 \text{ (Kum)} - 0.00204 \text{ (Toz)}+0.89737 \text{ (Azot)}+2.96844 \text{ (Potasyum)}$ $+3.05520 \text{ (pH)}$	2.136 0.688
Anadolu Ostanatalien	Z ₁ +Z ₂	$H_{100}=-5.87724-0.0003 \text{ (İnce toprak)}-0.00104 \text{ (Toz)}+0.0133 \text{ (Organik madde)}$ $+0.02140 \text{ (Faydalanılabilir su kapasit.)}+0.06137 \text{ (Horizon kalınlığı)}+1.53357 \text{ (pH)}$	2.370 0.611
Aladağ	Z ₁ +Z ₂	$H_{100}=13.85266-0.00034 \text{ (Kum)}+0.0005 \text{ (Toz)} + 4.9143 \text{ (Fosfor)}$ $+0.03227 \text{ (Faydalanılabilir su kapasitesi)}+0.43696 \text{ (pH)}$	2.902 0.639
Tüm Araştırma sahası Gesamt	Z ₁ +Z ₂	$H_{100}=15.10420-0.00027 \text{ (kum)}+0.00056 \text{ (Toz)}+0.24373 \text{ (Azot)}+0.06252 \text{ (Fosfor)}$ $+0.00408 \text{ (Faydalanılabilir su kapasitesi)}+0.05980 \text{ (Horizon kalınlığı)}$	3.529 0.625

Faydalanılabilir su kapasitesi : Nutzbare Wasserkapazität
Horizon kalınlığı : Horizonmächtigkeit
Kum : Sand

maya yarıyan çoğul regresyon denklemleri tablolar halinde verilmiştir (Tablo 6 ve 7). Bu denklemlerdeki faktörlerin birimleri yöntem bölümünde ayrı ayrı belirtilmiştir. Uygulama için bu birimlere ait değerlerin denkleme yerine konması gerekir.

3.2.3. Temel öğeler analizlerinden elde edilen sonuçlar

Çoğul regresyon analizleri sonucunda elde edilen ve sarıçamın boy artımı üzerinde etkili olan faktörler grubunun dışında yeni faktör gruplarının bulunması amacı ile bu istatistik yöntemle de işlem yapılmıştır. Elde edilen temel öğe gruplarından ilk dördünün boy artımının değişimi üzerindeki etkileri aşağıda verilmiştir.

a) Fizyografik faktörler ile toprak özelliklerine ait % değerlerden elde edilen sonuçlar

Temel öğeler No. ve genel varyasyon üzerindeki etkiye katılma oranları

Bölge	1	2	3	4	Toplam
Karadeniz	% 18	% 13	% 11	% 9	% 51
İç Anadolu	% 24	% 16	% 11	% 8	% 59
Doğu Anadolu	% 30	% 18	% 12	% 7	% 67
Aladağ	% 22	% 16	% 12	% 9	% 59
Tüm araştırma bölgeleri	% 16	% 15	% 12	% 7	% 50

b) Rezerve değerlere ait temel öğeler analiz sonuçları

Temel öğeler No. ve genel varyans üzerindeki etkiye katılma oranları

Bölge	1	2	3	4	Toplam
Tüm araştırma bölgeleri	% 34	% 18	% 7	% 6	% 65
Karadeniz	% 38	% 16	% 6	% 6	% 66
İç Anadolu	% 41	% 25	% 7	% 6	% 79
Doğu Anadolu	% 32	% 21	% 12	% 10	% 75
Aladağ	% 38	% 18	% 8	% 5	% 69

Bu sayısal değerlerden şu iki önemli gerçek ortaya çıkmaktadır.

1) Temel öğeler analizleri yardımı ile boy artımını belirleyen yeni faktörler grupları bulunabilmiştir.

2) Rezerve değerlerin etkisi «Fizyografik faktörler +% değerler» kombinasyonuna kıyasla meşcere üst boyunu belirleme bakımından daha yüksek derecede etkilere sahiptir.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere cansız çevre faktörlerinin sarıçam ormanlarımızın boy artımı üzerindeki etki dereceleri, önemleri meydana çıkarılabilmektedir. Fakat bu araştırmanın yapıldığı esnada kazanılan izlenimler biyotik faktörlerden insanın da bu hususta büyük rol oynadığını ortaya çıkarmıştır. Özellikle tahribat ve teknik müdahale görmemiş çok sık ormanlar bunun tipik örneğini teşkil etmektedirler. Resim 1 - 5 insan ve doğanın olumlu veya olumsuz etkileri altında iyi gelişmiş veya gelişmemiş meşcereleri göstermektedir.



Resim (Abb.) 1. Yenice - Çitdere, 118 yaşında 33 m. üst boya sahip I. bonitette Sarıçam meşceresi. Denizden yükseklik : 1410 m, Bakı : SW, toprak : Kireçli anamateryal üzerinde kolluvial derin Kahverengi Pararendzine.

Yenice - Çitdere, I. Bonität, 1410 NN, SW, kolluvial braune Pararendzina.



Resim (Abb.) 2. Akdağmadeni - Bardakçı Yöresi, 125 yaşında 10.3 m üst boya sahip V. Bonitette Sarıçam meşceresi. Denizden yükseklik : 1490 m, batı : W, toprak : Kireç marnı üzerinde Pararendzina.

Akdağmadeni, V. Bonität, Para Rendzina auf Kalkmergel.



Resim (Abb.) 3. Kızılcahamam - Çamlıdere, Benli Yayla serisinde kendine özgü tepe tacı olan Sarıçam meşceresi. 109 yaşında 25.5 m üst boy, II. bonitet, denizden yükseklik : 1500 m., bakı; NE, toprak: Pembe andezit üzerinde çok derin kırmızimsı kahverenkli orman toprağı.

Kızılcahamam, II. Bonität, rötlich Braunerde auf pinkfarbige Andezit.



Resim (Abb.) 4. Göle - Yalnızçam, Ziyaret Yöresi Sarıçam ormanları. Yol olmadığı için insan eli değmemiş. Hektarda 2000 ve daha fazla ağaç. Yaş : 100, Üst Boy : 27 m., Bonitet II, Andezit porfiri üzerinde kahverengi orman toprağı. Denizden yükseklik : 2050, Bakı : N
Göle Yalnızçam, sehr dichte Bestände (2000 Bäume pro Ha.), II. Bonität, Braunerde auf Andezit.



Resim (Abb.) 5. Gerede - Çampınar, Çavuşlar Yaylası civarında otlatma ve insan zararları ile özel şekil kazanmış (Fenotip) birçok Sarıçamlardan biri.

Deformation durch die Weide und menschliche Einflüsse,

**BEZIEHUNGEN ZWISCHEN BODEN - UND
RELIEFEIGENSCHAFTEN UND DEM HOHENWACHSTUM
VON KIEFERN (PINUS SILVESTRIS L.) BESTAENDEN
IN DER TURKEI**

von
Prof. Dr. N. ÇEPEL

Einleitung

Um eine erfolgreiche und ökonomisch sinnvolle Bewirtschaftung der Wälder und die Aufforstung der Kahlfleichen durchführen zu können, wird genaue Kenntnis der Standortsanprüche der Wirtschaftsholzart benötigt. Diese Kenntnis kann durch eine quantitative Standortanalyse gewonnen werden, die sorgfältige ökologische Studien und die Anwendung statistischer Rechenmethoden erfordert. Das Ziel dieser Arbeit ist, die quantitative Erfassung der Zusammenhänge zwischen dem Höhenwachstum von *Pinus silvestris* - Beständen und den entscheidenden Standortfaktoren.

Ökologische Verhältnisse der Untersuchungsgebiete

Lage

Diese Arbeit wurde in den Wäldern vom Schwarzmeergebiet, von Inner- und Ostanatolien durchgeführt, die sich zwischen 39° 20' - 41° 07' nördlichen Breiten und 31° 10' - 42° 34' östlichen Längen befinden. Die Probeflächen liegen zwischen 1270 m und 2550 m NN. Die untersuchten Bestände befinden sich meistens auf stark geneigten Hängen (Fig 1 und 2). Am meisten liegen die Probeflächen auf Schatthängen (60 %).

Klima

Grossklimatisch gehören die untersuchten Waldgebiete drei Klimaregionen der Türkei (Erinç, 1962) : Westliches Schwarzmeer, das durch

ein relativ warm - feuchtes, niederschlagsreiches und luftfeuchtes Klima gekennzeichnet ist, wobei in der warmen Vegetationszeit keine Trockenperioden auftreten. Ostanatolien, das durch einen kalten, schnee-reichen Winter und kühlen, niederschlagsreichen Sommer gekennzeichnet ist. Inneranatolien, das ein kontinentales Klima mit ausgeprägter Sommertrockenheit zeigt. Tabelle 1 und Figuren 3 - 7 geben einen Überblick über die klimatischen Verhältnisse der Untersuchungsgebiete.

Geologie und Boden

Geologische Entstehungszeit der untersuchten Gebiete ist sehr verschieden und reicht von Paläozoikum bis Neozoikum.

Folgende Zusammenstellung bietet einen Überblick über den geologische Untergrund :

Substrat	Anteil der Gesamt - Probeflächen (in %)
Andesit	56
Alluviale Sedimente	14
Glimmerschiefer	12
Schluff - und Sandsteine	8
Kalksteine und Kalkhaltigesmaterial	5
Basalt	5

Die untersuchten Böden sind zum grössten Teil tiefgründig und skelettreich. Sandig - tonige Lehme herrschen vor. Die Bodenreaktion schwankt in verschiedenen Probeflächen zwischen stark sauer und schwach alkalisch (pH : 3.5 - 7.1 mit n KCl).

Untersuchungsmethode

Es wurden insgesamt 189 Probeflächen von normalgeschlossenen, rein und gleichaltrigen *Pinus silvestris* - Beständen ausgewählt. Für jede Probefläche wurde Bestandesoberhöhe, alter der Bäume, Meereshöhe, Exposition, Hangneigung, Entfernung der Probeflächen von der Kamm- linie, Horizontfolge und Mächtigkeit des Bodens, Textur, Skelettanteil, Humusgehalt, nutzbare Wasserkapazität und Raumgewicht des Bodens, Bodenreaktion, nutzbare Phosphor, Kalium und total Stickstoff bestimmt. Die Bodenkenngrössen wurden für Zone 1 (Horizont A) und für Zone 2 (Horizonten A_h/B_v, B_v, B_v/C_v und C_v) getrennt bestimmt. Mit Hilfe der prozentualen Werten wurden auch die Vorratswerte für den Boden be-

rechnet (N, P, K, organische Substanz als Kg/Ha und Feinerde, Sand, Schluff, Ton als ton/Ha.). Bei der statistischen Auswertung wurden diese Werte getrennt angewandt.

Die Beziehungen zwischen den oben angegebenen Relief- und Bodenkenngrößen und der Höhenwuchsleistung von *Pinus silvestris*-Beständen wurden durch folgende statistische Rechenverfahren untersucht: Einfache Regressionsanalyse, multiple-schrittweise Regressionsanalyse und Prinzipalkomponentenanalyse.

Untersuchungsergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der einfachen Regressionsanalyse

Die nach Reliefkenngrößen und den prozentualen Bodeneigenschaften festgestellten, signifikanten Korrelationskoeffizienten sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Aus dieser Tabelle können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden :

1. Von der Reliefkenngrößen scheint besonders die Entfernung der Probebestände von der Kammlinie von grösster Bedeutung. Das gilt für alle Untersuchungsgebiete, was ökologisch verständlich ist. Denn bei der grossen Entfernung von der Kammlinie, z.B. auf Unterhängen, ist die Dauer der ariden Periode wegen des Hangzugwassers und der tieferen Böden weniger ausgeprägt als auf trockenen Kuppen oder Oberhängen.

2. Es besteht eine negative Korrelation zwischen der Meereshöhe und H_{100} . In Höhen lagen dürfte die niedrige Temperatur zu einer Verminderung der Wuchsleistung führen.

3. Das Raumgewicht der Feinerde, die pH-Werte und der N-Anteil weisen die höchsten Korrelationskoeffizienten auf, die unter den gegebenen Standortverhältnisse ökologisch sinnvoll sind.

Die nach den Vorratswerten festgestellten, signifikanten einfache Korrelationskoeffizienten sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Wie es aus dieser Tabelle ersichtlich ist, zeigen alle Vorratswerte signifikante Beziehungen für das Schwarzmeergebiet. Dieses Ergebniss dürfte wie folgendes erklärt werden : In diesem Gebiet sind besonders klimatische und edaphische Standortverhältnisse günstig. Besser ausgedrückt, die Ertragsfaktoren liegen nicht so tief von Optimumbereich. Aus diesem Grund steigt der Ertrag nach dem Gesetz von Mitscherlich, wenn die Wachstumsfaktoren zum optimalen Bereich annähern.

Tabelle 2.

Signifikante, einfache lineare Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen H_{100} und den Standortskenngrößen «Gehalte pro Bodenzone»

X-Variable		Korrelationskoeffizienten: r			
		Schwarz- meer	Inner- anatolien	Ost- anatolien	Gesamt
Reliefkenn- größen	Meereshöhe	-0,184		-0,587	-0,158
	Hangneigung				
	Entf. von. Kl.	0,439	0,454	0,368	0,408
	Sin. SE Cos. SE		-0,480 -0,443	-0,376	
Zone 1	Bodenskelett	-0,376			-0,204
	Feinerde	0,259			
	Sand				-0,271
	Schluff	-0,242			
	Ton	0,250		0,336	0,288
	N	0,331		0,497	0,346
	P			0,562	
	K			0,386	
	Org. subz. pH			0,406	0,210
Zone 2	Bodenskelett	-0,437			-0,187
	Feinerde	0,584	0,408		0,280
	Sand		0,354		
	Schluff		0,380		
	Ton				
	N	0,201			0,218
	P			0,522	0,205
	K			0,394	0,168
	Org. subz. pH	0,266	0,356	0,373	0,290
$(Z_1 + Z_2)/2$	Bodenskelett	-0,478			-0,220
	Feinerde	0,529	0,459		0,218
	Sand				
	Schluff		0,374		
	Ton				
	N	0,376		0,454	0,372
	P			0,617	0,176
	K			0,439	
	Org. subz. pH	0,191 0,210		0,475 0,413	0,243 0,226
FG	119	31	33	187	
$r_{0,05}$	0,176	0,349	0,326	0,146	
$r_{0,01}$	0,230	0,449	0,420	0,190	

Tabelle 3

Signifikante, einfache Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen H_{100} und den Standortskenngrößen.«nach den Vorräten»

X-Variable		Untersuchungsgebiete				Gesamt
		Schwarzmeer	Inneranat.	Ostanatoli.	Aladag	
Zone 1	Feinerde	0.355	0.385		0.366	0.176
	Sand	0.240			0.273	
	Schluff	0.212	0.555		0.275	
	Ton	0.367			0.313	0.277
	N	0.474	0.433	0.433	0.449	0.373
	K	0.293		0.442	0.276	0.149
	Organ. Subst.	0.292		0.359	0.418	0.281
	nWk.	0.323	0.358		0.337	0.212
Horizontmächtig.	0.229				0.189	
Zone 2	Feinerde	0.555	0.571		0.499	0.442
	Sand	0.444	0.530		0.422	0.288
	Schluff	0.415	0.638		0.375	0.429
	Ton	0.514	0.428		0.420	0.401
	N	0.497	0.567		0.440	0.409
	P	0.415		0.336	0.474	0.373
	K	0.382	0.359		0.380	0.301
	Organ. Subst.	0.353	0.348		0.307	0.298
	nWk.	0.323	0.598		0.541	0.355
Horizontmächtig.	0.539	0.640		0.497	0.561	
Zone 1+2	Feinerde	0.566	0.604		0.318	0.439
	Sand	0.449	0.554		0.434	0.261
	Schluff	0.427	0.659		0.399	0.410
	Ton	0.535	0.428		0.444	0.411
	N	0.580	0.610		0.503	0.470
	P	0.361			0.477	
	K	0.407	0.379		0.403	0.303
	Organ. Subs.	0.436	0.449	0.378	0.407	0.356
	nWk.	0.370	0.641		0.588	0.392
Horizontmächtig.	0.548	0.664		0.508	0.564	
FG		119	31	33	64	187
	$r_{0.05}$	0.176	0.349	0.326	0.241	0.146
	$r_{0.01}$	0.230	0.449	0.420	0.314	0.190

Tabelle 4.

Ergebnisse multipler Regressionsanalysen mit linearen X-Variablen für die Beziehungen zwischen der Höhenwuchsleistung und den Standortskenngrößen «Gehalte pro Bodenzone»

Unter- suchungs- gebiete	Boden- zonen	X - Variable													Standartabw. S : (m)	R	R ²		
		Meereshöhe m.	Hangneigung	Entfern. von d. Kl.	Expo- sition		Feinerde g/L.	Bodenskelett	Sand	Schluff	Ton	N	P	K				Organisch Subst.	Anzahl d. signif X-Variable
Schwarz- meer	Z ₁		X	X			X		X		X					6	3,288	0,620	0,384
	Z ₂			X			X		X							2	3,195	0,632	0,399
	(Z ₁ +Z ₂)/2			X			X				X					3	3,032	0,680	0,462
Inner- anatolien	Z ₁			X	X	X		X		X				X		7	3,425	0,523	0,687
	Z ₂	X		X	X	X		X		X		X		X		8	3,820	0,792	0,627
	(Z ₁ +Z ₂)/2			X	X	X		X		X	X		X	X		7	3,873	0,775	0,601
Ost- anatolien	Z ₁	X	X								X		X			4	2,050	0,706	0,498
	Z ₂	X		X							X		X	X		5	2,037	0,722	0,521
	(Z ₁ +Z ₂)/2	X	X								X	X	X	X		4	2,093	0,690	0,476
Gesamt	Z ₁	X		X							X			X		4	3,759	0,556	0,309
	Z ₂	X		X			X							X		4	3,886	0,512	0,262
	(Z ₁ +Z ₂)/2	X		X			X				X			X		4	3,718	0,569	0,324

KIEFERN (*PINUS SILVESTRIS* L.) BESTÄNDEN

Tabelle 5

Ergebnisse multipler Regressionsanalysen mit linearen X-Variablen für die Beziehungen zwischen der Höhenwuchsleistung und den Bodenkenngrößen «Vorräte der A, B und A+B-Horizonten»

Untersuchungsgebiete	Bodenzonen	Feinerde	Sand	Schluff	Ton	N	P	K	Organ. Subst.	nWk.	Horizontmächt.	pH	Anzahl der signif. x-Variabl.	Standardabw. (m.)	R	R ²
Schwarzmeer	Z ₁	X	X	X		X							4	3.56	0.506	0.256
	Z ₂	X			X	X					X		4	3.24	0.619	0.383
	Z ₁₊₂				X	X					X		3	3.10	0.656	0.430
Inneranatolien	Z ₁	X		X	X	X			X	X	X		7	3.73	0.793	0.629
	Z ₂				X		X	X			X	X	5	2.99	0.862	0.743
	Z ₁₊₂			X	X		X	X			X	X	5	2.74	0.886	0.785
Ost-anatolien	Z ₁		X	X		X						X	5	2.14	0.688	0.473
	Z ₂	X		X			X	X		X			5	2.47	0.544	0.296
	Z ₁₊₂	X		X					X	X	X	X	6	2.37	0.611	0.367
Aladağ	Z ₁		X	X		X					X		4	3.23	0.502	0.252
	Z ₂						X			X		X	3	2.99	0.592	0.350
	Z ₁₊₂		X	X			X			X	X		5	2.90	0.639	0.408
Gesamt	Z ₁		X	X		X					X		4	4.08	0.422	0.178
	Z ₂		X	X		X	X				X		5	3.57	0.611	0.273
	Z ₁₊₂		X	X		X	X			X	X		6	3.53	0.625	0.390

Die signifikanten X-Variablen für Ostanatolien machen einen begrenzenden ökologischen Faktor wahrscheinlich. Es dürfte Wärmemangel sein.

Die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse

Tabelle 4 enthält die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse nach Relief- und prozentualen Bodenkenngrößen. Aus dieser Tabelle können die gleichzeitigen und gemeinsamen Einflüsse mehrerer Standortskenngrößen auf die Variation des Höhenwachstums ersehen werden. Wie aus dieser Tabelle zu sehen ist, erklären folgende Variablen 46-68% der Streuung von Bestandesoberhöhe (H_{100}).

Entfernung der Probeflächen von der Kammlinie, Meereshöhe, Raumgewicht der Feinerde, Stickstoff, organisches Substanz, Skelettanteil

und Textur. Die Kombination und der Einflussgrad dieser Faktoren ändern sich nach Untersuchungsgebieten. Nach diesen Daten wurden Regressionsgleichungen bestimmt, mit denen die Bestandesorberhöhe von 100 Jahre alt berechnet werden kann (Tabelle 6).

Die Ergebnisse der signifikanten X - Variablen nach den Vorratswerten sind in der Tabelle 5 zu sehen. Nach diesen Daten erhaltenen Regressionsgleichungen sind in der Tabelle 7 zusammengestellt. Aus diesen Tabellen kann man manche wichtige Schlussfolgerungen ziehen, z.B. Welche Faktorengruppen und mit welcher Bestimmtheitmasse auf die Variation des Höhenwachstums einen Einfluss haben.

Die Ergebniss der Prinzipalkomponentanalyse

Nach diesen statistischen Verfahren konnte neue komponenten gefunden werden, welche Gesamtvarianz des Höhenwachstum noch besser erklären. Die Berechnungen wurden für Bodenvorräte und prozentualen Werte getrent durchgeführt. Zum Vergleich wurden die Ergebnisse unten zusammengestellt.

Untersuchungsgebiete	Kumulativ Anteil der Gesamtvarianz der ersten vier komponenten	
	Berechnungen nach den Vorratswerte	Berechnungen nach prozentualen Werten
Schwarzmeer	0.66	0.51
Inneranatolien	0.79	0.59
Ostanatolien	0.75	0.67

Diese Werte zeigen, dass die Berechnungen mit den Werten der Vorräte noch höheren Einfluss auf den Höhenwachstum der *Pinus silvestris* Beständen haben.

Komponente 1 von Vorratsberechnungen hat einen kumulativen Anteil an der Gesamtvarianz von 38% für Schwarzmeergebiet, 41 % für Inneranatolien und 32% für Ostanatolien. Sie steht in engem Zusammenhang mit den x - Variablen für unsere Untersuchungsgebiete wie folgendes :

Untersuchungsgebiet	Komponente 1
Schwarzmeer	Ton/Zone 1
	Schluff/Zone 1
	Sand/Zone 1
Inneranatolien	Sand/Zone 1
	Horizontmächtigkeit/Zone 1
	Kalium/Zone 1
	Nutzbare Wasserkapazität/Zone 1
	Stickstoff/Zone 1
Ostanatolien	Horizontmächtigkeit/Zone 1
	Schluff/Zone 1
	Nutzbare Wasserkapazität/Zone 1
	Sand/Zone 1
	Ton/Zone 1
	Feinerde/Zone 1

Wenn die andren Komponenten auch mit berücksichtigt werden, so erhält man noch höheren Einflussgrad auf H_{100} . Nach unseren Untersuchungsergebnisse erklären die erste 5 Komponenten 78 - 80 % der Gesamtvarianz.

Der Türkische Wissenschaftliche und Technische Forshungsrat förderte diese Arbeit unter dem Kennwort «TOAG - 154» durch ihre grosszügige finanzielle Unterstützung, wofür ich an dieser Stelle geziement danken möchte.

SUMMARY

The aim of this research is to quantitatively assess the relationship between soil and topogarpic characteristics and *Pinus silvestris* growth in Turkey. This investigation is carried out in 189 sample stands.

The simple regression analysis gave that the distance of sample stands from the main ridge, altitude, volume weight of fine soil, pH and nitrogen factors significantly influence the growth of *Pinus silvestris*.

The multiple regression analysis showed that 46 - 68 % of the growth variation could be accounted for by 7 site parameter : organic substance, content of course material, textur and the computed factors of the simple regression analysis. The regressions equations, containing these parameters anable to predict the H_{100} by a standart error of $\mp 2.09 - 3.4$ m.

FAYDALANILAN KAYNAKLAR

AKSOY, H. 1974.

Karabük Büyükdüz Araştırma Ormanındaki orman toplulukları ve bunların silvikültürel özellikleri üzerine araştırmalar. Doçentlik tezi, İ. Ü. Orman Fakültesi (yayınlanmamış).

ALEMDAĞ, Ş. 1967.

Türkiye sarıçam ormanlarının kuruluşu, verim gücü ve bu ormanların işletilmesinde takip edilecek esaslar.

Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No. 20.

BATTI, F. 1971.

Ertragstafel und Leistungspotenzial der Kiefer (*P. silvestris L.*) in der Türkei Ingenieur Dissertation, Freiburg.

BERKEL, A. ve HUŞ, S. 1952.

Türkiye çam türlerinden Sarıçam (*Pinus silvestris L.*) ve Fıstıkçamı (*Pinus pinea L.*) gövde odunu içindeki ham terebantın miktarı ve yayılımı üzerine araştırmalar.

Orman Fakültesi Dergisi, Cild II, Seri A, Sayı 2.

BOYDAK, M. 1974.

Eskişehir - Çatacak muntıkası ormanlarında sarıçamın tohum verimi üzerine araştırmalar.

Doktora Tezi, İ. Ü. Orman Fakültesi (yayınlanmamış).

BOZKURT, Y. 1971.

Önemli bazı ağaç türleri odunlarının tanıtım, teknolojik özellikleri ve kullanım yerleri. Bozak Matbaası, İstanbul.

CARMEAN, W. H. 1965.

Black oak site quality in relation to soil and topography in Souteastern Ohio. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 29, 308.

ELİÇİN, G. 1971.

Türkiye Sarıçamlarında morfojenetik araştırmalar. Bozak Matbaası, İstanbul.

ERDEMİR, Ö. 1974.

Sarıçam, Oltu ve Göle muntıkları saf Sarıçam Meşcerelerinde hasılat araştırmaları.

Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No. 59.

ERİNÇ, S. 1962.

Klimatoloji ve Metodları. Baha Matbaası, İstanbul.

KASA, H. 1972.

Untersuchungen an Kiefern - Fichten Mischbeständen de Niedersächsischen Tieflandes in Ertragskundlich - Standörtlichen Sicht. Dissertation, Forstliche Fakultät der Universität Göttingen.

KAYACIK, H. 1954.

Türkiye Çamları ve bunların coğrafi yayılışları üzerine araştırmalar. Orman Fakültesi Dergisi, Cild IV, Seri A, Sayı 1 - 2.

PAMAY, B. 1962.

Türkiye'de Sarıçam (*Pinus silvestris*, L.) in tabii gençleşme imkânları üzerine araştırmalar. Yenilik Basımevi, İstanbul.

SAATÇIOĞLU, F. 1967.

Türkiye'de 16 yabancı, 1 yerli sarıçam orijini ile yapılan orjin denemesinin 25 yıllık sonuçları.

Orman Fakültesi Dergisi, Cild XVII, Seri A, Sayı 1.

SEVİM, M. 1960.

Bazı orman ağaçlarının yetiştirme muhiti münasebetleri. Orman Fakültesi Dergisi, Cild X, Seri B, Sayı 1.

SECHLİCHTING, E. und BLUME, H. P. 1966.

Bodenkundliches Praktikum. Parey Verlag, Hamburg.M

SOYKAN, B. 1969.

1963 yılında geçerli olan Orman amenajmanı planlarına göre orman varlığımız. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No. 39

TOKER, R. 1960.

Batı Karadeniz Sarıçamının teknik vasıfları ve kullanma yerleri hakkında araştırmalar.

Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No. 10

WALTER, H. 1970.

Vegetationszonen und Klima, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

ZECH, W. ve ÇEPEL, N. 1972.

Güney Anadoludaki bazı *Pinus brutia* meşcerelerinin gelişimi ile toprak ve relief özellikleri arasındaki ilişkiler. İstanbul Matbası, İstanbul.

FAYDALANILAN DİĞER KAYNAKLAR

Meteoroloji Bülteni, 1970. Ekstrem ve ortalama değerler

BMD - Biomedical Computer Programms, by. W. J., Dixon. University of California, Press, Los Angeles, 1968.