

## BOLU-ALADAĞ MINTIKASINDA SAF SARIÇAM (PINUS SYLVESTRIS L.) ORMANLARININ BESLENME - BÜYÜME İLİŞKİLERİ

Prof. Dr. Münir DÜNDAR<sup>1)</sup>

### Kısa Özet

Sarıçam Türkiye'de önemli yayılış gösteren ve ekonomik değere sahip bir ağaç türüdür. Bolu- Aladağ Orman İşletmesi sınırları içinde de saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadır. Yörenin ekonomik açıdan önemli bu ağaç türünün gelişimi ile iğne yaprakların mineral element içerikleri arasındaki ilişkilerin ortaya konması amacıyla bu araştırma yapılmıştır. Aladağ yöresinde seçilen 66 normal kapalı saf sarıçam meşçeresinde bonitet tayini yapılmış, sonbaharda alınan iğne yapraklarda kül, Si, N, P, K, Ca, Mg, Na, Al, Fe, Mn, Zn, Cu ve B konsantrasyonları belirlenmiştir.

İğne yaprakların mineral element içerikleri ile bonitet arasında ne türlü ilişkiler olduğu istatistik yöntemlerle ortaya konmaya çalışılmıştır.

### 1. GİRİŞ

Sarıçam Avrupa ve Asya'da bütün kuzey bölgeleri kapsayan en büyük yayılışa sahip bir ağaç türüdür (SAATÇIOĞLU 1976). Kuzey sınırı Norveç'te 70° N enleme kadar çıkarak polar orman sınırına çok yaklaşıyor. Güney sınırı Anadolu'da 38° 34' N enleme kadar (Kayseri Pınarbaşı) iner. Deniz ikliminin hakim olduğu yörelerden hoşlanmaz, genellikle dağlık mntıkların ağacıdır, buralarda ağaç sınırına kadar yükselir. Ülkemizde de yaklaşık 1 milyon ha alanda yayılışa sahip olan bu ağaç türü Kuzey ve Orta Anadolu'da önemli yayılışa sahiptir. En yoğun yayılışını Kuzey Anadolu'nun iç mntıklarında yapar. Ancak küçük sahalar halinde Karadeniz kıyısına kadar inerken, Sarıkamış, Göle mntikasında 2400 - 2500 m yüksekliklerde kapalı meşcereler oluşturur (ÇEPEL, DÜNDAR, GÜNEL 1977). Sarıkamış Ziyaret Tepesi'nde 2700 m'de ağaç sınırına kadar çıkar.

Sarıçamın yayılışı ile ilgili yukarıdaki kısa açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, bu tür iklim, toprak ve fizyografik özellikler yönünden birbirinden çok farklı koşullara sahip olan yerlerde yetişme yeteneğine sahip bir ağaçtır. Türkiye'de önemli yayılış göstermesi ve ekonomik değere sahip olması nedeniyle çeşitli yönleriyle araştırılmış bir ağaç türüdür (Geniş bilgi için bkz. ÇEPEL, DÜNDAR, GÜNEL 1977). Yapılan bir araştırma ile de ülkemizde önemli sarıçam yetişme bölgelerinde bu türün iğne yapraklarında belirlenen çeşitli besin maddeleri konsantrasyonları ile ağaçların boy gelişimi arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır (DÜNDAR, 1978).

Bu araştırma ise nispeten fazla sayıda deneme alanının (66) alındığı, yaklaşık 40.000 ha. lık bir genel sahaya sahip (ormanlık alan 30 000 ha) sarıçamın optimum yayılış gösterdiği Aladağ Orman İşletmesinde yetişen sarıçamların beslenme - büyüme ilişkilerini ortaya koymak için yapılmıştır. Bugün orman ağaçlarında da beslenme ile gelişim arasındaki ilişkilerin araştırılmasında gübreleme, toprak analizleri, saksı deneyleri ve bitki analizleri yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerin herbirinin yararlı ve sakıncalı yönleri bulunmaktadır (Geniş bilgi için bkz. DÜNDAR 1978).

Bu yöntemler arasında sayılan bitki analizleri ile bitkilerin doğal koşullarda alabildiği besin maddelerini belirleme olanağı vardır. Bu nedenle örneğin bir orman ağacının bünyesine aldığı besin maddeleri sözkonusu ağacın yetiştiği ortamın su ilişkileri, sıcaklık koşulları, ağacın ekotipi, topraktaki besin maddeleri, özellikle de bu besin maddelerinin bitkiler için yararlı olan bölümü gibi dış koşulların özellik ve şiddetini de yansıtmaktadır. Böylece bitkilerin belirli organlarında (özellikle yapraklarda) belirlenen besin maddeleri, belirli ölçülerde diğer üretim faktörlerinden bir bölümünü de kapsamakta, bu nedenle de bitkilerin besin maddeleri miktarları ile gelişimleri arasında belirli bir ilişkinin bulunması beklenmektedir. Son yıllarda sık sık başvurulan bir yöntem haline gelen bitki analizleri yoluyla orman ekosistemlerinin beslenme durumlarını belirleme besin maddelerinin biyolojik dolaşımını kavrama, orman ağaçlarında saptanan iyi veya kötü gelişimin besin maddelerine bağlı olup olmadığını ortaya koyma gibi çeşitli amaçlar güdülmektedir. Gerçekten de bugüne kadar yapılan birçok araştırma yapraklardaki besin maddeleri ile orman ağaçlarının gelişmeleri arasında sıkı ilişkiler bulunduğunu göstermektedir (MITCHELL 1934, 1939; AALTONEN 1950, 1955; HEIBERG ve WHITE 1951; STONE 1953; VAN GOOR 1953; WALKER 1955; TAMM 1956; WITTICH 1958a, 1958b; ZÖTTL 1958; WEHRMANN 1959, 1961; STREBEL 1960, 1961; HEINSDORF 1966; KREUTZER 1966, 1970; REHFUESS 1967, 1968, 1969; ZECH 1968, 1970; IRMAK ve ÇEPEL 1969; DÜNDAR 1978). Bu sayıların dışında bitki analizleri yönetimini esas alan beslenme-büyüme ilişkilerini ele almayıp, değişik amaçlara yönelik olan yurt içinde ve yurt dışında birçok araştırma yapılmıştır. Ülkemizde yaprak analizi yöntemini esas alan ilk araştırma İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlmi ve Ekoloji Kürsüsünün kurucusu ve Orman toprakçılığı ve ekoloji bilim dalındaki çalışmaların öncüsü Prof. Dr. Asaf IRMAK tarafından günümüze kadar yaklaşık 55 yıl önce gerçekleştirilmiş, göknarın ekolojisine katkı (Beitrag zur Ökologie der Tanne) adlı bu çalışmada göknarın ekolojik karakteri, ayrıca göknar ve ladinde besin maddeleri alımındaki ekolojik ilişkiler incelenmiştir (MUSTAFA, A. 1934).

Yapılan bu araştırma ile (1) Aladağ mntikasındaki saf sarıçam ekosistemlerinde iğne yaprakların makro ve mikro besin maddeleri konsantrasyon düzeylerinin ne olduğu; (2) sarıçamların boy gelişimi ile iğne yaprakların besin maddeleri konsantrasyonları arasında ne gibi ilişkiler bulunduğu ortaya konmaya çalışılmıştır.

Bu soruların cevaplandırılması için Aladağ Orman İşletmesi sınırları içindeki saf sarıçam meşçerelerinde 66 deneme alanı seçilmiş, bu alanlarda bonitet belirlenmiş, vejetasyon dönemi sonunda kesilen galip ve ortak-galip ağaçlardan iğne yaprak örnekleri sağlanmıştır. İğne yapraklarda bulunan mineral elementlerden N, P, Si, Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Cu, B ayrıca kül ve iğne yaprakların 1000 tane ağırlığı belirlenerek, konsantrasyon değerleri önce genel olarak bonitetler itibarıyla karşılaştırılmış, daha sonra da bu değerlerle boy gelişimi arasındaki ilişkiler basit ve çoğul regresyon analizleriyle ortaya konmak istenmiştir.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Bahçeköy-İSTANBUL

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Araştırma materyalini Aladağ mıntukasında doğal olarak yetişen değişik bonitetlerdeki ve değişik fizyografik koşulların temsilcisi olan 66 saf sarıçam meşceresinden alınan iğne yaprak örnekleri oluşturmaktadır.

### 2.2 Yöntem

Yöntemle ilgili çalışmalar arazi, laboratuvar ve değerlendirme olmak üzere üç aşamada yapılmıştır.

Arazi çalışmalarının esasını deneme alanlarının değişik ekolojik özelliklere sahip yerlerden seçimi ve bu alanlardan iğne yaprak örneklerinin alınması, bu alanların bazı toprak ve fizyografik özelliklerinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Deneme alanlarının seçiminde bunların normal sıklıkta, eşit yaşlı, saf ve yakın geçmişte müdahale görmemiş olmasına, deneme alanlarının değişik verim gücündeki meşcerelere dağıtılmasına dikkat edilmiştir. Verim gücü göstergesi olarak 100 yaşındaki meşcere üst boyu (H 100) alınmış, vejetasyon dönemi sonunda galip, ortak-galip ağaçlardan 3-5 adet kesilerek bunların boy ve yaş ortalamalarından deneme alanlarının meşcere ortalama üst boyu ve meşcere ortalama yaşı saptanmıştır. Ayrıca bu ağaçların son yıl sürgünlerinden alınan karma iğne yaprak örnekleri analizlerde kullanılmıştır. Ayrıca deneme alanlarının önemli fizyografik özellikleri de saptanmıştır.

Alınan iğne yaprak örnekleri laboratuvarda ayıklanıp, temizlenmiş, 65 °C 'de kurutulup mikserde öğütüldükten sonra kül haline getirilmiş, kül derişik HCl ile üç kez sıcak kum banyosu üzerinde muamele edilmiş, 0, 5 n HCl ile alınarak filtre edilmiştir (SiO<sub>2</sub>). Elde edilen kül çözeltilisinde:

Na, K	:	Perkin-Elmer 403 atom absorpsiyon spektrometresinde doğrudan,
Ca, Mg	:	Perkin-Elmer 403 atom absorpsiyon spektrometresinde Lantanoksit (La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) eklenmesinden sonra,
Mn, Zn ve Cu	:	Perkin-Elmer 403 atom absorpsiyon spektrometresinde doğrudan,
Fe	:	2, 2' Bipyridin ile Zeiss spektralfotometre M4 Q 11 de kolorimetrik olarak,
Al	:	Alumion kompleks olarak Zeiss spektralfotometre M4 Q 11 de kolorimetrik yolla,
B	:	1, 1' dianthimid ile renklendirme yoluyla Zeiss spektralfotometre M4 Q 11 de kolorimetrik yolla,
N	:	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - Se karışımı ile yakılan bitki materyalinde Kjeldahl yöntemine göre,
P	:	Kolorimetrik yolla molibden mavisi yöntemine göre Zeiss spektralfotometre M4 Q 11 ile belirlenmiştir (Analiz yöntemleri konusunda geniş bilgi için: Fassbender, Ahrens 1975).

Değerlendirme çalışmalarını sarıçam meşcerelerinin gelişim ölçüsünün ve iğne yapraklardaki besin maddeleri konsantrasyonlarının belirlenmesi ve gelişim ile besin maddeleri arasındaki ilişkilerin istatistik yöntemlerle ortaya konması oluşturmaktadır. Daha önce değinildiği gibi gelişim ölçüsü olarak meşcere üst boyu alınmıştır. Zira bu değer in yetişme ortamının verim

gücünü en iyi biçimde yansıttığı kabul edilmektedir (FIRAT 1972; THOMASİUS 1963). Ancak boy yaşın da bir fonksiyonu olduğu için, diğer faktörlerin boy üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek için 100 yaşındaki meşcere üst boyu (H100) gelişim ölçüsü olarak alınmıştır. Böylece üst boy değerlerinden ve hasılat tablolarından yararlanılarak (H100) ve bonitet bulunmuştur. (BATTI 1971) (Geniş bilgi için: ÇEPEL-DÜNDAR-GÜNEL 1977).

Sarıçam iğne yapraklarında 1000 tane ağırlığı ve kül içeriklerinin yanısıra 13 mineral element konsantrasyonu saptanmıştır. Analiz sonuçları kül, Si, N, P, K, Ca, Mg için %; Na, Al, Fe, Mn, Cu, B için ppm olarak gösterilmiştir. Ancak istatistik hesaplarda bu değerler 1 gr materyalde mg olarak alınmıştır. Bu durumda analiz sonuçlarının yer aldığı Tablo 1'de örneğin 1 No.lu deneme alanındaki % 1.568 olan N değeri istatistik formüllere 15.68 (1 gr'da mg) ve 688 ppm olan Mn değeri 0.688 (1 gr'da mg) olarak konulduğu takdirde doğru sonuç alınabilecektir.

Sarıçamların gelişimi ile mineral maddelerle beslenmeleri arasındaki ilişkiler önce bonitetler arasında incelenmiş, daha sonra da basit regresyon analizi BMD O2R, çoğul regresyon analizi BMD O2R gibi istatistik yöntemlere göre de araştırılmıştır. İstatistiki değerlendirmelerde 100 yaşındaki meşcere üst boyu bağımlı, iğne yaprakların 1000 tane ağırlığı, kül ve besin maddeleri içerikleri bağımsız değişkenler olarak hesaplara sokulmuştur.

## 3. ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

### 3.1. Genel Mevki

Aladağ Orman İşletmesi 31 ° 39' - 31 ° 52' doğu boylamları ile 40° 30' - 40° 42' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Ardıç Dağı (1743 m), Seben Dağı (1854 m), Kartalkaya (2221 m), Köroğlu tepesi (2400 m) bölge içinde yer alan, kısmen bölgeyi çevreleyen önemli yükseltilerdir. Mıntuka yüksek dağlık arazi karakterinde olup, genellikle yayvan platolar ve bunların arasında yer alan geniş düzlüklerden oluşmaktadır. Bölgenin önemli akarsuları: Aladağ suyu, Sarıçökek deresi, Harmancık ve Bıçkı dereleridir. Geniş düzlükler mera olarak kullanılmakta, arazinin diğer bölümü hemen tümüyle ormanla kaplı bulunmaktadır (ÇEPEL, DÜNDAR 1980).

### 3.2. Özel Mevki

Deneme alanlarının içinde bulunduğu sarıçam meşcerelerinin özel mevki özellikleri aşağıda özetlenmiştir: Bu meşcerelerin % 45 'i gölgeli (N, NE, NW, E), % 42'si ise güneşli bakılarda (S, SE, SW-W) diğer bölümü de düzlüklerde yer almaktadır. Bonitetle ilişkili olarak deneme alanlarının bakılara dağılımında belirli bir eğilim gözlenmemektedir. Düzlüklerdeki iyi bonitetteki meşcerelerin (I.II. bonitet) taban arazide buldukları, sırt düzlüklerinde ise kötü bonitetteki meşcerelerin temsil edildikleri dikkat çekmektedir.

Deneme alanlarının yamaç eğimi basamaklarına dağılımının incelenmesi, deneme alanlarının genel olarak fazla eğimli araziler üzerinde bulunduğunu göstermektedir. Deneme alanlarının sadece % 25 'inin eğimi % 9 'un altında kalmakta, % 49'unun ise eğimi % 18-36 arasında bulunmaktadır. I. bonitetteki deneme alanlarının % 50 'si eğimi % 0-9 olan yerlerde bulunurken, V. bonitetteki deneme alanlarının tamamı % 18 - 36 eğime sahip yamaçlarda yer almaktadır. Deneme alanlarının % 9 'u sırtlarda, % 14'ü ise düzlüklerde yer almakta, % 23'ü yamacın üst yarısında, % 77'si ise yamacın alt yarısında bulunmaktadır. I. bonitetteki meşcerelerin hepsi yamacın alt yarısında yer alırken sırtlarda I. ve II. bonitette meşcereye hiç rastlanmamaktadır., Deneme alanlarının denizden yüksekliği 1300 - 1830 m arasında bulunmaktadır. Bu alanların yaklaşık % 60'ı 1300 - 1500 m, % 85 'i 1600 m'ye kadar olan yükseltilerde bulunurken, yalnız bir deneme alanı 1800 m'nin üzerinde yer almaktadır.

### 3.3. İklim

Aladağ Karadeniz makro iklim bölgesi içerisinde yer almakla birlikte Karadeniz kıyılarından hayli uzakta olması, arada büyük dağ sıraları bulunması nedeniyle, bu iklimle bazı yönlerden ayrıcalıklar göstermektedir. Aladağ mıntıkasında Karadeniz sahiline kıyasla öncelikle yağışların mevsimlere dağılışı farklıdır. Bu nedenle de bölgede, yağışların fazla olmasına karşın, azçok bir yaz kuraklığı hüküm sürmektedir. Ayrıca sıcaklık ortalaması düşük, ekstremleri ise yüksek değerler göstermekte, bu nedenle bölge "İç Anadolu geçit tipi" yağış ve sıcaklık rejimine girmektedir (ERİNÇ, 1969).

Aladağ Orman İşletmesinin Değirmenözü yaylasındaki meteoroloji istasyonunun (1300 m) ölçümlerine göre yıllık ortalama yağış 963.2 mm, yıllık ortalama sıcaklık 6.2°C'dir. Yağışların % 30'u ilkbaharda, % 20'si yazın, % 15'i sonbaharda ve % 35'i kışın düşmektedir. Thornthwaite Yöntemine göre bölgede mikrotermal, yazın pekaz su açığı bulunan okyanusal bir iklim tipi hakimdir (ÇEPEL, DÜNDAR 1983).

### 3.4. Anamateryal (Jeolojik Temel) ve Toprak Özellikleri

Aladağ mıntıkasının litolojik temelini andezit, tüfler ve aglomeralar oluşturmaktadır. Yörede nötr eruptif kayalardan olan andezitin pembe, gri, siyah, kırmızı renkte olanlarına rastlanmıştır. Yamaç eteklerinde, yayla düzlüklerinde aluvial depozitlere rastlanmaktadır. Bu anamateryaller üzerinde çeşitli toprak tiplerine rastlanmaktadır. En sık görülen toprak tipi esmer orman topraklarıdır. Hakim toprak türü kumlu killi balçaktır. Toprak reaksiyonu hafif asit (6.0 - 6.9), asit (5.0 - 5.9) arasında yoğunlaşmaktadır. Topraklar genellikle organik madde bakımından zengin olup, hakim humus formu çürüntü tipinde mull'dur (geniş bilgi için: ÇEPEL, DÜNDAR, GÜNEL 1977; ÇEPEL, DÜNDAR 1980).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Sarıçamların Meşcere Üst Boyları İle İğne Yaprakların Besin Maddeleri İçeriklerine İlişkin Ortalama Değerlerin Genel Olarak İncelenmesi

Sarıçam iğne yapraklarının kül ve mineral madde içerikleri Tablo 1'de, her bonitete ilişkin ortalama değerler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Bu tabloların incelenmesi gerek genel olarak (Tablo 1), gerekse bonitelere bağlı olarak (Tablo 2) sarıçamların meşcere üst boyu (H100), iğnelerin kül ve mineral madde içerikleri ve bunların değişim sınırları konusunda bilgi vermektedirler.

Genellikle mineral elementlerden Si, N, P, Ca, Al, Fe, Mn, Zn değerlerinin hayli yüksek, Cu değerlerinin ise düşük olduğu göze çarpmaktadır. Bu bölgede yetişen sarıçamların makro ve mikro besin maddeleriyle beslenmesinin iyi bir şekilde gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Özellikle azot beslenmesinin iyi olması hava azotunu bağlayan ve organik azot halinde toprakta biriktiren belirli mikroorganizmaların yaşamları için gerekli ortam koşullarının (nem, besin maddeleri, pH, vb.) uygun olduğuna işaret etmektedir.

Bonitelere bağlı olarak tüm besin maddelerini içeren bir kademelenme belirgin olmamakla birlikte, böyle bir ilişki bazı besin maddelerinde göze çarpmaktadır (Tablo 2 ve 3). Tablo 3'de N, P, Zn, ve Cu değerleri I. bonitete 100 kabul edilerek diğer bonitetlerde alınan değerler nisbi olarak sıralanmıştır. Tablo 3'den de görüldüğü gibi N değerleri bonitete bağlı olarak pekaz düşerken, bu düşüş fosforda ve çinkoda belirgin olup, V. bonitete sarıçam iğne yapraklarının P ve Zn içerikleri I. bonitete yakın 1/3 'ü kadar azalmakta, Cu'da bu değer azalışı 1/5 oranında kalmaktadır.

## ALADAĞ'DA SARIÇAMLARIN BESLENME - BÜYÜME İLİŞKİLERİ

Tablo 1. Bolu Aladağ mıntıkasında sarıçam iğne yapraklarının kül ve besin maddeleri konsantrasyonları.

Tabelle 1. Aschen- und Nährelementkonzentrationen der Kiefernadeln in Aladağ bei Bolu

Nr.	Bonitet	%								ppm						
		Kül Asche	Si	N	P	K	Ca	Mg	N	Al	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
1	III	2.81	0.111	1.568	0.165	0.700	0.314	0.141	43	384	135	688	.6	4.45	23.1	
2	II	3.11	0.255	1.396	0.153	0.676	0.242	0.115	65	447	158	609	68.2	4.47	29.3	
3	IV	3.20	0.242	1.288	0.166	0.636	0.291	0.138	55	528	155	595	66.0	3.71	28.1	
4	III	3.17	0.312	1.173	0.148	0.679	0.188	0.144	30	679	171	639	57.6	4.49	28.0	
5	IV	3.36	0.248	1.199	0.158	0.728	0.337	0.175	20	566	185	474	54.0	3.75	19.5	
6	III	3.38	0.272	1.297	0.157	0.595	0.203	0.128	21	730	101	574	62.7	4.46	29.3	
7	II	3.32	0.305	1.331	0.147	0.649	0.255	0.161	30	636	93	608	60.6	5.22	15.7	
8	III	3.19	0.258	1.352	0.172	0.609	0.212	0.119	46	629	155	474	54.1	4.47	25.4	
9	II	3.23	0.356	1.070	0.154	0.655	0.336	0.177	18	454	112	543	55.0	3.20	18.5	
10	III	3.33	0.474	1.203	0.171	0.644	0.151	0.121	28	419	84	658	58.0	4.43	19.9	
11	II	3.13	0.311	1.376	0.179	0.460	0.253	0.141	41	420	101	427	54.2	3.71	30.9	
12	I	2.72	0.241	1.273	0.178	0.554	0.189	0.154	33	311	100	384	63.7	3.70	16.8	
13	II	3.07	0.189	1.379	0.220	0.660	0.235	0.160	43	188	123	188	67.9	4.45	13.4	
14	III	3.26	0.204	1.328	0.179	0.635	0.352	0.180	20	315	107	597	58.0	3.73	19.0	
15	III	2.69	0.242	1.104	0.147	0.528	0.325	0.192	22	519	138	491	46.0	3.20	12.6	
16	II	3.21	0.305	1.224	0.163	0.627	0.243	0.167	25	559	94	505	78.5	3.74	25.7	
17	III	2.99	0.267	1.166	0.172	0.661	0.192	0.167	28	419	104	473	73.4	4.46	21.6	
18	II	2.99	0.246	1.240	0.172	0.661	0.170	0.122	64	512	147	580	63.6	4.45	23.7	
19	III	2.69	0.282	1.177	0.147	0.586	0.256	0.148	20	451	104	546	48.0	3.20	27.7	
20	IV	3.03	0.263	1.167	0.148	0.648	0.257	0.162	14	521	93	394	55.0	3.21	16.5	
21	II	3.09	0.251	1.381	0.199	0.584	0.296	0.166	18	223	99	247	58.0	4.25	13.4	
22	II	3.01	0.199	1.518	0.206	0.660	0.330	0.197	26	165	100	381	55.0	4.26	19.6	
23	I	3.01	0.315	1.309	0.200	0.555	0.166	0.150	41	223	84	291	67.1	5.22	19.1	
24	II	2.59	0.145	1.373	0.161	0.604	0.173	0.103	39	127	64	101	65.4	3.68	14.6	
25	II	3.32	0.227	1.267	0.174	0.650	0.351	0.188	30	265	138	471	55.0	4.26	13.0	
26	III	3.37	0.247	1.413	0.178	0.566	0.252	0.174	29	398	115	554	62.6	4.46	16.8	
27	II	3.21	0.214	1.568	0.189	0.698	0.278	0.164	35	202	92	229	105.0	4.44	10.4	
28	II	2.62	0.270	1.387	0.182	0.592	0.251	0.157	33	412	97	363	61.0	4.27	24.9	
29	IV	2.62	0.184	1.118	0.146	0.618	0.105	0.106	31	390	64	558	60.2	4.44	21.2	
30	III	3.11	0.132	1.347	0.153	0.581	0.421	0.159	34	412	91	440	47.0	4.26	22.5	
31	V	2.76	0.208	1.270	0.140	0.673	0.173	0.111	43	518	169	296	54.9	3.69	21.7	
32	II	3.18	0.256	1.309	0.165	0.660	0.309	0.168	27	362	103	373	46.0	3.73	20.3	
33	IV	3.13	0.202	1.384	0.144	0.609	0.209	0.122	88	696	135	426	71.3	4.46	25.2	
34	III	2.95	0.150	1.269	0.160	0.677	0.304	0.143	44	337	114	403	42.0	3.73	18.7	
35	II	2.83	0.167	1.288	0.165	0.580	0.261	0.141	26	560	128	378	56.0	4.26	17.9	
36	III	2.83	0.172	1.232	0.167	0.409	0.168	0.105	51	382	86	423	58.9	4.50	23.7	
37	II	2.92	0.147	1.384	0.170	0.590	0.314	0.170	25	415	98	450	54.0	4.26	12.8	
38	III	2.67	0.195	1.275	0.144	0.528	0.120	0.099	42	257	166	351	58.4	4.46	27.6	
39	IV	2.75	0.278	1.188	0.125	0.548	0.229	0.136	53	350	125	356	66.9	3.77	21.8	
40	II	2.53	0.199	1.350	0.131	0.432	0.203	0.130	50	473	104	324	68.0	5.19	19.5	
41	III	3.00	0.205	1.142	0.216	0.640	0.267	0.144	10	540	88	464	50.0	4.27	19.6	
42	III	3.42	0.240	1.216	0.147	0.630	0.400	0.157	15	571	109	600	57.0	4.27	17.6	
43	V	2.92	0.152	1.194	0.149	0.698	0.299	0.174	7	317	64	461	39.0	4.27	32.8	
44	III	3.03	0.263	1.370	0.161	0.642	0.262	0.158	10	381	79	474	50.0	4.28	24.6	
45	IV	2.65	0.227	1.196	0.158	0.571	0.230	0.133	14	269	81	400	39.0	3.74	21.6	

TABLO 1 Bolu Aladağ mıntıkasında

Tablo 1'in devamı

Deneme Alanı Probefläche	%	ppm														
		Kül Asche	Si	N	P	K	Ca	Mg	N	Al	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
46	IV	3.07	0.216	1.274	0.168	0.675	0.222	0.140	10	357	54	365	72.4	4.46	28.8	
47	III	2.90	0.261	1.373	0.157	0.595	0.115	0.105	13	473	108	331	65.9	4.46	26.9	
48	III	2.80	0.242	1.367	0.178	0.606	0.119	0.111	17	559	76	350	51.7	3.70	29.2	
49	II	3.56	0.217	1.282	0.152	0.606	0.211	0.101	31	572	108	391	58.2	3.70	19.2	
50	III	3.00	0.177	1.285	0.175	0.610	0.144	0.102	15	571	87	352	64.8	5.11	22.3	
51	III	3.49	0.417	1.314	0.155	0.582	0.326	0.183	19	485	183	424	54.0	4.27	31.5	
52	II	2.94	0.174	1.494	0.162	0.665	0.303	0.141	19	330	77	314	47.0	4.28	17.2	
53	III	2.89	0.244	1.400	0.154	0.596	0.245	0.177	18	407	89	349	55.0	4.26	18.3	
54	IV	2.89	0.142	1.319	0.164	0.724	0.226	0.140	31	375	138	556	56.8	4.43	26.4	
55	II	3.03	0.227	1.522	0.187	0.581	0.215	0.144	15	600	96	324	57.2	5.19	19.3	
56	IV	2.82	0.181	1.429	0.152	0.740	0.119	0.123	11	511	61	410	66.7	4.44	22.4	
57	I	3.00	0.274	1.301	0.189	0.632	0.204	0.164	13	477	85	322	72.0	5.17	19.9	
58	II	2.74	0.272	1.364	0.161	0.537	0.112	0.122	7	537	92	363	67.7	4.44	38.9	
59	I	3.26	0.314	1.536	0.210	0.730	0.198	0.138	10	528	69	352	64.9	4.47	19.8	
60	III	2.84	0.173	1.210	0.131	0.662	0.146	0.111	13	507	58	561	58.4	5.20	21.0	
61	IV	3.23	0.254	1.139	0.141	0.708	0.240	0.186	19	471	79	375	52.0	3.73	33.4	
62	III	3.37	0.255	1.275	0.172	0.771	0.189	0.161	5	568	54	534	63.7	5.20	25.2	
63	III	3.11	0.310	1.220	0.162	0.689	0.125	0.118	9	345	46	486	51.8	3.72	31.2	
64	III	2.97	0.216	1.309	0.154	0.626	0.108	0.108	8	413	49	432	65.0	3.66	22.4	
65	II	3.02	0.280	1.220	0.162	0.620	0.187	0.135	13	364	81	446	60.4	4.46	29.8	
66	V	2.75	0.207	1.122	0.126	0.570	0.282	0.138	14	338	64	401	38.0	3.21	26.9	

Tablo 2. Bonitetlere ilişkin ortalama değerler  
Tabelle 2. Mittlere Werte für einzelne Ertragsklassen

Bonitet	n	%								ppm							
		Kül Asche	Si	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	Cu	B		
I	4	3.00	0.286	1.355	0.134	0.618	0.189	0.152	24	385	85	337	66.9	4.64	18.9		
II	22	3.03	0.237	1.351	0.171	0.611	0.251	0.149	31	401	105	392	61.9	4.27	20.4		
III	26	3.05	0.243	1.284	0.162	0.617	0.227	0.141	23	467	104	487	56.9	4.26	23.3		
IV	11	2.98	0.222	1.246	0.152	0.655	0.224	0.133	31	458	106	446	60.0	4.01	24.1		
V	3	2.81	0.189	1.195	0.138	0.647	0.251	0.141	21	391	99	386	44.0	3.72	27.1		

Tablo 3. Bazı elementlerin bonitetlere ilişkin nisbi değerleri  
Tabelle 3. Relative Werte einiger Elemente nach Ertragsklassen

Bonitet	N %		P %		Zn (ppm)		Cu (ppm)	
		%		%		%		%
I	1.355	100	0.194	100	66.9	100	4.64	100
II	1.351	100	0.171	88	61.9	93	4.27	92
III	1.284	95	0.162	84	56.9	85	4.26	92
IV	1.246	92	0.152	78	60.0	90	4.01	86
V	1.195	88	0.138	71	44.0	66	3.72	80

Tablo 1 devamı

#### 4.2. Besin Maddeleri Konsantrasyon Düzeyleri İle Meşçere Üst Boyu (H<sub>100</sub>) Arasındaki İlişkilere Ait İstatistik Analiz Sonuçları

##### 4.2.1. Basit Regresyon Analizleri Sonuçları

Basit regresyon analizi yardımıyla iki değişken arasındaki muhtemel bir ilişkinin hangi dereceden bir regresyon denklemiyle daha iyi tanımlanabileceği kontrol edilebilir. 3. dereceye kadar olan regresyon denklemlerinin genel ifadeleri şöyledir:

$$y = a + bx$$

$$y = a + bx + cx^2$$

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

Bu çalışmada meşçere üst boyu (H<sub>100</sub>) ile sarıçam iğne yapraklarındaki kül ve besin maddeleri konsantrasyonları arasındaki ilişkinin 1. 2. ve 3. derecedeki denklemlerinden hangisi ile daha iyi temsil edilebileceği araştırılmış, regresyon denklemlerinin dereceleri, ilâve terimlerin artık kareler ortalamasında istatistiki anlamda önemli azalma meydana getirip getirmediği F testi yapılmak yoluyla kararlaştırılmıştır. (H<sub>100</sub>) ile (y değişkeni) kül ve besin maddeleri (x değişkeni) arasındaki ikili ilişkiyi temsil eden basit regresyon denklemlerinin dereceleri, standart hataları, korelasyon ve belirleme katsayıları ile yanılma düzeyleri hesaplanmıştır (Tablo 4). (H<sub>100</sub>) ile anlamlı ilişki veren değişkenler korelasyon katsayısı üzerinde x, xx, xxx (güvenirlilik düzeyi % 5, % 1, %01), ayrıca azalan karakterde olan regresyon doğruları korelasyon katsayılarının yanlarına - işareti konulmak suretiyle belirlenmiştir.

Basit regresyon analizi sonuçlarının yer aldığı Tablo 4'ün incelenmesinden de görüleceği gibi Aladağ yöresinde meşçere üst boyu ile anlamlı ilişki gösteren 6 besin maddesi vardır. Bu besin maddeleri sözkonusu anlamlı ilişkinin önem derecesine göre şu şekilde sıralanmaktadır: 1. Azot, fosfor, 2. bakır, bor, 3. demir ve çinko. Meşçere üst boyu ile anlamlı ilişki gösteren besin maddelerinden demire ait olan 2. dereceden, diğer besin maddelerine ait olanlar ise 1. dereceden olmaktadır. En yüksek korelasyon katsayısı H<sub>100</sub> ile 1. dereceden bir ilişki gösteren fosfor için (r=0.6056), en düşük korelasyon katsayısı da meşçere üst boyu ile 1. dereceden ilişki gösteren çinko için bulunmuştur. Aladağ yöresinde fosforla meşçere üst boyu arasındaki regresyon denklemi şu şekildedir: (H<sub>100</sub>) = 5.9987 + 1.0882 + 01 (P). Üst boy ile bor arasındaki ilişki % 1 düzeyde önemli, ancak azalan niteliktedir. En küçük standart hatayı fosfor (2.903 m), en yüksek standart hatayı da çinko (3.475 m) vermektedir. Meşçere üst boyu ile anlamlı ilişki gösteren diğer değişkenlerin küçük standart hatadan başlayarak sıralanmaları şu şekilde olmaktadır: azot, bor, demir, bakır (Tablo 4). Basit regresyon analizleri bitki yaşamında özel bir öneme sahip olan azot ve fosforun Aladağ yöresinde gelişen sarıçamların boy gelişimi ile %0 1 düzeyde, yani çok sıkı bir anlamlı ilişki verdiğini göstermektedir. Dikkat çeken diğer bir husus da Zn, Cu, B gibi mikro elementlerin üst boy ile değişik düzeyde olmakla birlikte anlamlı ilişkiler vermeleridir.

Basit regresyon analizleri Aladağ yöresi sarıçam ormanlarında ağaçların boy gelişimi üzerinde hangi mineral maddelerin etkili olabileceği konusunda ilk bilgileri vermektedir. Ancak dikkat çekici bir husus regresyon denklemlerindeki bağımsız değişkenlerin (kül ve mineraller), bağımlı değişkenin (H<sub>100</sub>) genel varyasyonundan üzerlerine aldıkları oranların düşüklüğüdür. Bu durum bonitet göstergesi olan, diğer bir deyimle büyüme başarısını temsil eden 100 yaşındaki meşçere üst boyunu tek bir besin maddesine göre açıklamanın yetersiz olacağına işaret etmektedir. Ekolojik ilişkilerin kompleks tabiatta olması, gelişimin aynı zamanda ve birlikte etki yapan çok

sayıda faktörün toplam ürünü olması nedeniyle, basit regresyon analizleri sonuçları çoğu kez yeterli olmamaktadır. Bu nedenle sözkonusu ilişkileri ortaya koymak için çoğul regresyon analizleri yapılmıştır. Çoğul regresyon analizlerinde y değişkeni aynı hesap işleminde birçok x değişkeninin varyasyonuna göre kontrol edildiğinden bu analizler yardımıyla daha yeterli bilgiler elde edilebilmektedir.

Tablo 4. 100 yaşındaki meşçere üst boyu ile iğne yaprakların besin maddeleri içerikleri arasındaki ilişkiler için basit korelasyon katsayıları

Tabelle 4. Einfache Korrelationskoeffizienten für die Beziehung: H<sub>100</sub> in Abhängigkeit von Nährelementgehalte der Nadeln  
n = 66

x değişkeni	Denklemin derecesi	Standart hata	Korelasyon katsayısı r	Belirleme katsayısı r <sup>2</sup>	Yanılma düzeyi
ibre ağır.	1	3.595	0.1707	0.0291	0.1707
kül	1	3.590	0.1773	0.0314	0.1543
Si	1	3.594	0.1719	0.0296	0.1674
N	1	3.315	0.4172xxx	0.1740	0.0005
P	1	2.903	0.6056xxx	0.3667	0.0000
K	1	3.604	- 0.1545	0.0239	0.2153
Ca	1	3.646	0.0299	0.0009	0.8116
Mg	1	3.616	0.1319	0.0174	0.2912
Na	2	3.553	- 0.2577	0.0664	0.1148
Al	1	3.637	0.0783	0.0061	0.5323
Fe	2	3.420	0.3670x	0.1347	0.0105
Mn	1	3.610	- 0.1450	0.0210	0.2453
Zn	1	3.475	0.3043x	0.0926	0.0130
Cu	1	3.432	0.3391xx	0.1150	0.0053
B	1	3.418	- 0.3497xx	0.1223	0.0040

Güvenirlilik düzeyi x = % 5  
Signifikanzniveau xx = % 1  
xxx = %0 1

#### 4.2.2 Çoğul Regresyon Analizleri Sonuçları

Yukarıda da değinildiği gibi çoğul regresyon analizi çok sayıda faktörün birlikte yarattıkları etkinin Aladağ yöresindeki sarıçam meşcerelerinin gelişimi ile olan ilişkisini araştırmak için uygulanmıştır. Bu hesap işlemi esasında birbiri ile "bağımsız" değişkenler için uygulanabilir. Buradaki bağımsız deyimi bir x değişkeninin, aynı zamanda diğer bir x değişkeninin varyasyonuna neden olmaması anlamındadır. Ancak ekolojik ilişkilerde böyle bir koşulun gerçekleşmesi beklenemez. Zira x değişkenleri genellikle birbirleriyle bağımlıdır. Bu sakıncalarına karşın çoğul regresyon analizleri yetiştirme ortamlarının çeşitli problemlerinin açıklanmasında son yıllarda başarı ile kullanılmaktadır (ZAHNER 1958, CARMEAN 1964, 1965, REHFUESS 1967, 1968, ZECH ve ÇEPEL 1972, ÇEPEL, DÜNDAR, GÜNEL 1977, SHRIVASTAVA 1976, DÜNDAR 1978).

Bu araştırmada uygulanan çoğul regresyon analizinde, regresyon denkleminde bütün x değişkenleri (kül, besin maddeleri) dahil edilmemiş, artık (hata) kareler ortalamasını önemli ölçüde azaltan elementlerin denkleme yer almasının daha uygun olacağı düşünülmüştür. Bu nedenle regresyon denklemlerinin katsayılarının hesaplanmasında kademeli regresyon tekniğinden yararlanılmıştır. Bu teknikle seçilen F kriterine göre artık kareler toplamında önemli azalmalar yapan değişken denkleme sokulmakta, sözü edilen konuda seçilen diğer bir F kriterine göre katkısı artık fazla olmayan değişken ise denklemden çıkarılmaktadır. Denklem giriş F kriteri % 1 'lik düzeyde, denklemden çıkarılış F kriteri de %0 5 'lik düzeyde alınmıştır. Denklem katsayılarının hesabında değişkenlerin doğal değerleri 1. dereceden olarak alınmış, yani herhangi bir dönüşüm yapılmamıştır. Böylece çoğul regresyon denklemlerinin genel formülü şu şekilde olmaktadır:

$$y = a + bx + cx_2 + \dots + qx_K$$

En uygun denklemin seçiminde standart hata kriteri alınmıştır. Çoğul regresyon analiz sonuçları tetkik edildiğinde; başlarda denkleme giren değişken sayısı arttıkça, standart hatasında azalmalar olduğu, ancak bir yerden sonra değişken sayısının artmasına karşın, standart hatanın tekrar yükseldiği görülmüştür. Araştırmada en küçük standart hatayı veren denklemler yerine standart hatası birkaç cm fazla olan, ancak değişken sayısında önemli azalma sağlayan denklemler tercih edilmiştir.

Aladağ mmtkasında en küçük standart hata 2.5251 olup, bu standart hatayı veren çoğul regresyon denklemi şu şekildedir:

$$H_{100} = 4.17767 - 160.7547 (B) + 1119.60716 (Cu) + 0.71857 (N) + 7.81738 (P) + 1.3092 (Si) - 1.29954 (K) + 3.14 (Mn)$$

Bu denkleme 7 değişkenin girdiği görülmektedir. 2.5251 m ile standart hata da oldukça düşük bir değer almaktadır. Daha ileri kademelerde denkleme giren değişken sayısının artmasına karşın standart hata yükselmektedir. En küçük standart hatayı veren yukarıdaki denklemin belirleme katsayısı (R<sup>2</sup>) 0.5658 'dir Bu denklemdaki değişkenlerin açıklanmış varyasyondan üzerlerine aldıkları miktarlar şu şekildedir:

P	0.3667
K	0.0518
Cu	0.0393
B	0.0356
Si	0.0371
N	0.0276
Mn	0.0077

Standart hatada 6 cm kadar bir yükselme olmasına karşılık sadece 5 değişkenin girdiği denklem ise şu şekildedir:

Standart hata	:	2.5817
Belirleme katsayısı	:	0.5305
Regresyon denklemi	:	H <sub>100</sub> = 10.62137 - 154.23885 (B) + 1591.07462 (Cu) + 8.81368 (P) + 1.13403 (Si) - 1.15350 (K)

Gerek en küçük standart hatayı veren, gerekse standart hatada birkaç cm artışa karşın değişken sayısında azalma sağladığı için tercih edilen regresyon denklemlerinin belirleme katsayılarının fazla yüksek olmadığı görülmektedir. Dikkati çeken bir husus, açıklanmış varyasyonun yaklaşık % 65 'ini tek başına fosforun üzerine almasıdır. Belirleme katsayısına katılma miktarı yüksek olan değişkenin bölge için önemli olduğu kabul edilebilir. Bu değişkenin denklemden çıkması için gerekli olan F değeri diğer değişkenlere göre yüksektir. Gerçekten de Aladağ mıntukasında fosforun denklemden çıkması için gerekli F değeri 25.5038 olduğu halde, bu yörede diğer değişkenlerin denklemden çıkması için gerekli en yüksek F değerleri 6.7664 ve 6.4423'dür. Bu durum fosforun Aladağ mıntukası sarıçam ormanlarında üst boyda görülen varyasyonu önemli ölçüde açıkladığına işarettir. Bu durum basit regresyon sonuçları ile de paralellik göstermektedir. Basit regresyon analizleri de meşcere üst boyu ile en önemli ilişkiyi iğne yaprakların fosfor içeriğinin verdiğini ortaya koymuştu.

Çoğul regresyon analizi sonuçlarının da gösterdiği gibi Aladağ yöresindeki sarıçam meşcerelerinin bonitetinin bu türün iğne yapraklarındaki besin maddeleri içeriklerine göre saptanması hayli sınırlıdır. Böyle bir belirleme ancak iyi, orta, düşük bonitetlerin ayrılmasına yarayabilir.

## BEZIEHUNGEN ZWISCHEN ERNÄHRUNGSZUSTAND UND DER WUCHSLEISTUNG VON KIEFERNWÄLDERN IN ALADAĞ BEI BOLU

Prof. Dr. Münir DÜNDAR

### Abstract

*Pinus sylvestris*, als ökonomisch wertvolle Baumart, bildet in nördlichen Gebieten Anatoliens ausgedehnte Rein- und Mischbestände. Diese Arbeit untersucht die Beziehungen zwischen den Nährelementgehalte der Kiefernadeln und der Wuchsleistung im Forstamt Aladağ bei Bolu im westlichen Schwarzmeergebiet.

Für diesen Zweck wurden in Aladağ 66 reine Kiefernbestände als Probeflächen ausgewählt. In diesen Beständen wurden Bonitätsbestimmungen durchgeführt, von den im Herbst gefällten Bäumen zur Analyse Nadelproben entnommen. In den Nadeln wurden Nährelementgehalte bestimmt. Die nadelanalytischen und ertragskundlichen Befunde wurden der einfachen und multiplen Regressionsanalysen unterworfen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Erklärung der Wuchsleistungsvariation der Kiefer nach den Nährelement - Spiegelwerten der Nadeln beschränkt aussagekräftig ist.

### ZUSAMMENFASSUNG

*Pinus sylvestris* ist wirtschaftlich eine der wichtigsten Baumarten der Türkei und bildet ausgedehnte Bestände im Norden Anatoliens, besonders im westlichen Schwarzmeergebiet. Auch in Aladağ bei Bolu kommt die Kiefer als Reine- und Mischbestände auf weiten Flächen vor. Die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der Wuchsleistung und der Nährelement-Spiegelwerte der Kiefernadeln im Forstamt Aladağ ist das Ziel dieser Arbeit. Für diesen Zweck wurden in dem genannten Forstamt 66 reine Kiefernbestände als Probeflächen ausgewählt, die normalgeschlossen, gleichaltrig sind und unterschiedliche Ertragsleistung aufweisen. Im Herbst, am Ende der Vegetationsperiode wurden in den Probeflächen 3 - 5 herrschende Bäume gefällt, die Gesamthöhe und das Alter bestimmt, die Nadeln der obersten Seitentriebe als Probe genommen. Für die Bonitätsbestimmung dienten die Ertragstafeln der Kiefer.

In den Nadelproben wurden Aschengehalt, Si-, N-, K-, Ca-, Mg-, Na-, Al-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-, und B- Konzentrationen bestimmt. Die ertragskundlichen und nadelanalytischen Befunde wurden der einfachen und multiplen Regressionsanalyse (Programm BMD O2R) unterworfen.

Die Analysenergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen. In der Tabelle 2 sind mittlere Nährelementgehalte der Nadeln nach fünf Ertragsklassen zusammengestellt. Diese Ergebnisse zeigen dass die N-, P-, Zn-, und Ca- Gehalte der Nadeln ziemlich hohe Werte aufweisen, Cu-

Gehalte dagegen können als niedrig betrachtet werden. Tabelle 3 zeigt einige Nährelemente die sich nach der Bonität unterscheiden. Danach nehmen die N- Gehalte der Nadeln in den schlechtwüchsigen Beständen geringfügig ab wobei diese Tendenz bei P und Zn deutlicher ist.

Die einfache Regressionsanalyse ergibt erste Hinweise auf Nadelanalytischen Kenngrösse die das Wachstum der Kiefer wesentlich beeinflussen. Die Ergebnisse der einfachen Regressionsanalyse zeigen, dass die N- und P- Gehalte der Nadeln enge Beziehungen zu der Bestandesoberhöhe haben auch die Zn und Cu- Gehalte der Nadeln sind mit der Bestandesoberhöhe positiv korreliert (Tabelle 4).

Die multiple Regressionsanalyse prüft den gleichzeitigen und gemeinsamen Einfluss mehrerer nadelanalytischen Kenngrößen auf die Variation der Wuchsleistung. Es zeigt sich, dass im Forstamt Aladağ 57 % der Wuchsleistungsvariation als Folge der Variation der Nährelementgehalte in den Nadeln erklärt werden kann. Auffallend ist, dass K- und B- Spiegelwerte ein negatives Bestimmungsgewicht für das Wachstum der Kiefer zeigen. Die Regressionsgleichung für Aladağ - Gebiet ist folgendes:

$$H100 = 4.17767 - 160.7547 (B) + 1119.60716 (Cu) + 0.71857 (N) + 7.81738 (P) + 1.3092 (Si) - 1.29954 (K) + 3.14 (Mn)$$

Standartabweichung dieser Gleichung beträgt 2.5251 m und die Bestimmtheitsmass (R<sup>2</sup>) 0.5658. Dies zeigt, dass die multiple Regressionsanalyse für die Erklärung der Wuchsleistungsvariation der Kiefer beschränkt aussagekräftig ist und mit Vorsicht interpretiert werden soll, weil zwischen den gegebenen unabhängigen Variablen zahlreiche interkorrelationen bestehen.

#### KAYNAKLAR

- AALTONEN, V, T, 1950. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. I. Comm. Ins. For. Fenn., 37.
- AALTONEN, V, T, 1955. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. I. Comm. Ins. For. Fenn., 45.
- BATTI, F., 1971. Ertragstafel und Leistungspotential der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) in der Türkei, Dissertation, Freiburg.
- CARMEAN, W. H., 1964. Site quality of black oak (*Quercus velutina* Lam.) in relation to soil and topography in southeastern Ohio. 8 th Intern. Congr. Soil Sci. Bukarest.
- CARMEAN, W. H., 1965. Black oak site quality in relation to soil and topography in southeastern Ohio. Soil Sci. Soc. Amer. 29.
- ÇEPEL, N., DÜNDAR, M., GÜNEL, A., 1977. Türkiye'nin önemli yetiştirme bölgelerinde saf sarıçam ormanlarının gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik etkenler arasındaki ilişkiler. TÜBİTAK Yayınları No. 354, TOAG Seri No. 65.
- ÇEPEL, N., DÜNDAR, M., 1980. Bolu - Aladağ orman ekosistemlerinde sarıçam'ın (*Pinus sylvestris* L.) boy artımı ile reliyef ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1,

- ÇEPEL, N., DÜNDAR, M., 1983. Sarıçam ve kızılçam ormanlarının mikro elementler ile beslenme durumlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2
- DÜNDAR, M., 1978. Türkiye'nin çeşitli yetiştirme bölgelerindeki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarında iğne yaprakların besin maddeleri içerikleri ile boy artımı arasındaki ilişkiler (Yayınlanmadı).
- ERİNÇ, S. 1969. Klimatoloji ve Metodları. Taş Matbaası, İstanbul.
- FASSBENDER, H.W., AHRENS, E., 1975. Arbeitsvorschriften chemische Laboratorien Göttingen.
- FIRAT, F., 1972. Orman Hasılat Bilgisi. I.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 1642/166
- GOOR, V., C.P., 1953. The influence of nitrogen on the growth of Japanese larch (*Larix leptolepis*). Plant and Soil, 5.
- HEIBERG, S.O., WHITE, D.P., 1951. Potassium deficiency of reforested pine and spruce stands in northern New York. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 15
- HEINSDORF, D., 1966. Über den Ernährungszustand von Kiefern kulturen auf Sandböden in Jahren mit unterschiedlichen Niederschlägen (1961-1963). Arch. Forstwes. 15.
- IRMAK, A., ÇEPEL, N., 1969. Artım ve beslenme ile yapraklardaki besin maddesi muhtevası arasındaki ilişkileri tespit gayesi ile bazı karaçam meşcerelerinde yapılan araştırmalar. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2.
- KREUTZER, K., 1966. Beobachtungen über den Ernährungszustand von Koniferen auf kalkhaltigen Böden. Symposium Stuttgart - Hohenheim.
- KREUTZER, K., 1970. Manganmangel der Fichte (*Picea abies* Karst.) in Süddeutschland. Forstw. Cbl. 89
- MITCHELL, H. L., 1934. Pot culture tests of forest soil fertility. Black Rock Forest Bull., Nr. 5
- MITCHELL, H. L., 1939. The growth and nutrition of white pine (*Pinus strobus*) Seedlings in cultures with varying nitrogen, phosphorus, potassium and calcium. Black Forest Bull., Nr. 9.
- MUSTAFA, A., 1934. Beitrag zur Ökologie der Tanne Dissertation, Dresden.
- REHFUESS, K. E., 1967. Standort und Ernährungszustand von Tannenbeständen (*Abies alba* Mill.) in der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft. Forstw. Cbl. 86.
- REHFUESS, K. E., 1968. Beziehungen zwischen dem Ernährungszustand und der Wuchsleistung südwestdeutscher Tannenbestände (*Abies alba* Mill.) Forstw. Cbl. 87.
- REHFUESS, K. E., 1969. Der Ernährungszustand süddeutscher Tannenbestände (*Abies alba* Mill.) in Abhängigkeit von den Nährelementvorräten im Boden. Forstw. Cbl. 88.
- SAATÇIOĞLU, F., 1976. Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri, I.Ü. Orman Fak. Yay. O. F. Yayın No. 222.
- SHRIVASTAVA, M. B., 1976. Quantifizierung der Beziehungen zwischen Standorts-faktoren und Oberhöhe am Beispiel der Fichte (*Picea abies* Karst.) in Hessen. Dissertation Göttingen.
- STREBEL, O., 1960. Mineralstoffernährung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen in Bayern. Forstw. Cbl. 79.

- STREBEL, O., 1961. *Nadelanalytische Untersuchungen an Fichten-Altbeständen sehr guter Wuchsleistung im bayerischen Alpenvorland. Forstw.Cbl. 80.*
- STONE, E. L., 1953. *Magnesium deficiency in some northeastern pines. Proc. Soil.Sci. Soc. Amer., 17.*
- TAMM, C. O., 1956. *The effects of nitrogen fertilization on tree growth and foliage composition in a forest stand VI.Congrés International de la Science du Sol, Paris.*
- THOMASIUS, H., 1963. *Untersuchungen über die Brauchbarkeit einiger Wachstumsgrößen von Bäumen und Beständen für die quantitative Standortsbeurteilung. Archiv für Forstwesen, 12 Band 12.*
- WALKER, L. C., 1955. *Foliar analysis as a method of indicating potassiumdeficient Soils for reforestation. Proc.Soil Sci. Amer.19.*
- WEHRMANN, J., 1959. *Die Mineralstoffernährung von Kiefernbeständen (Pinus sylvestris ) in Bayern. Forstw. Cbl, 78.*
- WEHRMANN, J., 1961. *Mangan-und Kupferernährung bayerischer Kiefernbestände Forstw.Cbl. 80.*
- WITTICH, W., 1958a. *Auswertung eines forstlichen Düngungsversuches auf einem Standort mit für weite Gebiete Deutschlands typischen Nährstoffhaushalt. Auswertung von Düngungs- und Meliorationsversuchen in der Forstw.Ruhr-Stickstoff. Bochum.*
- WITTICH, W., 1958b. *Bodenkundliche und pflanzenphysiologische Grundlagen der mineralischen Düngung im Walde und Möglichkeiten für die Ermittlung des Nährstoffbedarfs. Allg. Forstztschr, 13.*
- ZAHNER, R., 1958. *Site - quality relationship of pine forests in southern Arkansas and northern Louisiana, Forest Sci. 4.*
- ZECH, W., 1968. *Kalkhaltige Böden als Nährsubstrat für Koniferen Dissertation München.*
- ZECH, W., 1970. *Nadelanalytische Untersuchungen über die Kalkklorose der Waldkiefer (Pinus sylvestris) Z. Pflanzenernähr. Bd. Kunde. 125.*
- ZECH, W., ÇEPEL, N., 1972. *Güney anadolu'daki Pinus brutia meşcerelerinin gelişimi ile toprak ve relief özellikleri arasındaki ilişkiler. I.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, 1753/191.*
- ZÖTTL, H., 1958. *Ein Vergleich zwischen Ammoniakgas- und Stickstoffsalzdüngung in Kiefern und Fichtenbeständen Bayerns. Forstw. Cbl.77.*