

ALADAĞ KÜTLESİNİN (BOLU) KUZEY YAMACINDA ULUDAĞ GÖKNARI İBRELERİNDEKİ MİNERAL MADDE MİKTARLARININ YÜKSELTİ - İKLİM KUŞAKLARINA GÖRE DEĞİŞİMİ

Doç. Dr. M. Doğan KANTARCI

K I S A Ö z e t

Aladağ Kütesinin Bolu Ovasına inen kuzey yamacında Uludağ Gök-
narı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) 900 m'den yukarıya doğru saf meş-
cereler kurmaktadır. Daha önceki bir araştırmamızda (1978) bu yamaç
üzerinde yükselti - iklim kuşaklarına göre ölü örtü ve toprak özellikle-
rinin değişimi incelenmiştir. Aynı yükselti - iklim kuşaklarına göre gök-
nar ibrelerindeki mineral madde miktarlarının değişimi ise bu araştı-
rma da incelenmeğe çalışılmıştır. Yükselti ile değişen iklim özelliklerinin
gök nar ibrelerindeki mineral madde miktarları üzerinde de önemli de-
recede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

1. GİRİŞ

A. Irmak (Mustafa Asaf 1934) Uludağ Gök narı ile Avrupa orijinli göknarların
ibre analizlerini yaparak göknar ibrelerindeki mineral madde miktarlarını araştı-
rmış, ibrelerdeki bu miktarların anakaya ve dolayısı ile toprak özelliklerine göre farklı
olduğunu ortaya koymuştur. A. Irmak'ın araştırmalarına göre göknar ibreleri fazla
miktar da kalsiyum, buna karşılık az miktarda SiO₂ ihtiva etmektedirler. Ayrıca gök-
nar ibrelerindeki mineral madde miktarları da ibre yaşına bağlı olarak artış gös-
termektedir.

Türkiye'de bir yandan selüloz sanayiinin ihtiyaçlarını karşılayacak göknar or-
manlarının yetiştirilmesi için, bir yandan da ormancılık eğitimi ve öğretiminde yük-
sek lisans seviyesinde bilgilerin sağlanması için Uludağ Gök narının (*Abies bornmül-
leriana* Mattf.) beslenmesi üzerinde durulması gerektiği kanaatindeyiz. Bu amaçla
Aladağ Kütesinin (Bolu) kuzey bakılı genel yamacı ayrıntılı araştırmaların yapı-
labileceği, özellikle yükseltiye bağlı olarak değişen iklim özelliklerinin Uludağ Gök-
narının beslenme ve büyümesi üzerindeki etkilerinin araştırılabileceği bir alan ola-
rak seçilmiştir. Araştırma alanında toprakların oluştuğu anakayanın aşağıdan yu-
karı bazaltik andezit olması, göknarların beslenme ve büyümesi üzerindeki iklimin
yarattığı farkları inceleyebilmemiz için çok değerli bir yeknesaklık sağlamaktadır.
Daha önce yükselti - iklim kuşaklarına göre Uludağ Gök narı ormanları altındaki ölü

¹ İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü Bahçeköy - İstanbul.

Teşekkür: Araştırmanın laboratuvar çalışmalarında titiz ve gayretli yardımlarını esirgememiş olan
Kimya Mühendisi Nilüfer Yönel'e teşekkürlerimi sunarım.

örtü ve toprak özelliklerinin önemli derecede farklar gösterdiği ortaya konulmuştur (KANTARCI, M.D. 1978). Bu defa aynı örnek alanlardan alınan göknar ibrelerinde madde miktarlarının bulunuşu yükselti ile değişen iklim özelliklerine göre incelenmiştir. Yetiştirme ortamı özellikleri ve bu özelliklere göre ibrelerdeki madde miktarlarının değişimi üzerindeki araştırmalar Uludağ Göknarının beslenme durumu hakkında bilgilerimizin artmasını sağlayacaktır. Ancak bu bilgilerin uygulamaya dönük sonuçlara ulaşabilmesi için aynı yerde Uludağ Göknarının beslenme ve büyüme ilişkilerinin de araştırılması gerekmektedir. Bu yöndeki çalışmalarımıza devam etmekteyiz.

2. ARAŞTIRMA ALANINDA YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ

Uludağ Göknarının orman kurduğu Aladağ Kütlesinin kuzey bakılı genel yamacı üzerinde dört yükselti - iklim kuşağı ayrırdılmıştır. Kuşaklar sıra ile; I. 900 - 1100 m, II. 1100 - 1300 m, III. 1300 - 1500 m ve IV. 1500 - 1634 m yükseltileri arasında yer almaktadırlar. Bu kuşaklardaki iklim özellikleri Bolu Meteoroloji İstasyonunun (742 m) ölçmelerine göre hesaplanmıştır. Yapılan iklim hesaplarının tek istasyonun ölçmelerine dayandırılma mecburiyeti yüzünden, iklim özelliklerindeki değişim ağaç ve çalı türlerinin yayılışı da incelenerek desteklenmiştir. Ayrıca 1300 m yükseltiden yukarıda (yazın genellikle 1400 - 1500 m'den yukarıda) oluşan dağ sisi arazi çalışmaları esnasında pek sık gözlenmiştir. C.W. Thornthwaite metoduna göre yapılan hesaplamalarda; yamaç üzerinde 900 m civarında yarı nemli, orta sıcaklıkta ve yaz devresinde orta derecede su noksanı gösteren bir iklim tipinin, 1100 m civarında nemli, orta sıcaklıkta ve yaz devresinde orta derecede su noksanı gösteren bir iklim tipinin, 1300 ve 1500 m'lerin civarında nemli, düşük sıcaklıkta ve yaz devresinde su noksanı olmayan bir iklim tipinin, 1600 m civarında çok nemli, düşük sıcaklıkta ve yaz devresinde su noksanı olmayan bir iklim tipinin hüküm sürdüğü sonucuna varılmıştır. İklimin yükselti arttıkça daha nemli ve daha serin bir karakter kazanması ölü örtü ve topraktaki organik madde miktarında da önemli bir artışa sebep olmuştur. Organik maddeye bağlı olarak total azot miktarları arasında da önemli derecede farkların bulunduğu anlaşılmıştır. Diğer taraftan yükselti arttıkça 1 m³ hacimdeki ince toprak miktarının önemli derecede azalması toprağın daha gevşek bir yapı kazanmasına sebeb olmuştur. Toprağın gevşekliği ise 1300 m'den yukarıda ve özellikle 1500 - 1634 m kuşağında kolloidal organik maddenin sızıntı suyu ile toprağın derinliklerine taşınmasını sağlamıştır. Bu durumda organik maddeye bağlı olan azotun (ve büyük bir ihtimalle fosforun da) üst kuşaklarda toprağın derinliklerine daha iyi dağıldığı ortaya çıkmıştır (KANTARCI, M.D. 1978). Diğer taraftan toprakların bütün yamaç boyunca bazaltik andezit anakayasından oluşması, topraklarda anakayadan gelebilecek farkları azaltmaktadır. Ayrırtedilen yükselti - iklim kuşaklarında toprak özelliklerinde, bilhassa bitki besin maddelerinde bulunan farklar üzerinde iklimin büyük ölçüde etkili olduğu anlaşılmıştır (Tablo 1 ve Şekil 1 (Geniş bilgi için KANTARCI, M.D. 1978)).

3. İBRE ÖRNEKLERİ VE YÖNTEM

Uludağ Göknarı ibrelerinin alındığı örnek alanlar yukarıda belirtilen kuşaklarda ölü örtü ve toprak örneklerinin de alındığı örnek alanlar arasından seçilmiştir. Bu örnek alanların numaraları, Bolu araştırmalarında kullandığımız arşiv numaraları, yükseltileri, örnek ağaçların sayısı ve yaşları tablo 2'de verilmiştir. Örnek alanların yetiştirme ortamı ve toprak özellikleri daha önce yayınlanmıştır (KANTARCI M.D. 1978).

Tablo 1

Aladağ Kütlesinin (Bolu) kuzey yamacında ölü örtüde (1 m² de) ve toprakta (1 m³ te) bulunan bazı madde miktarlarına ve bitki besin maddelerine ait ortalama değerlerin yükselti - iklim kuşaklarına göre değişimi.

(Variierung manche Substanzen und Nahrungsmittel in der Streuschicht (in 1 m²) und im Boden (in 1 m³) aus Andesitgestein unter den Uludağ Tannenwäldern am Nordabfall des Aladağ - Massivs bei Bolu).

Kalınlık Kuru madde Kül Silis Org. madde	(Müchigkeit) (Trockensubstanz) (Asche) SiO ₂ Org. Substanz	cm. gr/m ² gr/m ² gr/m ² gr/m ²	Yükselti - iklim kuşakları (Vertikal - zonalen Höhenstufen)				Güvenlik derecesi (F-wert) (Sicherheit) %
			I 900 - 1100 m.	II 1100 - 1300 m.	III 1300 - 1500 m.	IV 1500 - 1600 m.	
		2.0	1.8	2.6	2.6	1.912	85.3
		378	3398	4044	4175		
		28.16	19.46	22.70	17.95		
		18.58	11.62	13.54	10.54		
		2692	2735	3126	3418	3.064	95.8
		1143	1074	1300	1229	1.383	73.4
		47.061	44.415	52.73	60.348	3.905	93.4
		1.896	1.75	1.823	2.066	0.829	50.9
		5.938	5.262	5.469	5.144	0.492	30.6
		0.850	0.532	0.589	0.609	4.266	98.8
		117.969	94.612	107.521	103.417	1.044	61.2
		13.868	16.793	20.449	20.321	4.019	93.4
		74	57	57	50		
		871	811	738	627	5.986	99.7
		221	169	183	166	1.525	87.3
		895	9453	10332	13931	5.519	99.6
		545	474	811	1211	17.392	> 99.9
		93.441	131.951	107.504	81.434	1.700	81.4
		37.632	28.165	20.035	14.059	14.982	> 99.9
		2723	1612	2234	1597	9.206	> 99.9
		646	349	379	210	15.747	> 99.9
		194	140	146	100	7.840	99.9
		338	252	287	270	2.639	93.4

a) Ölü örtüde (In der Streuschicht) (65°C kuru madde için - für 65°C TS)

b) Toprakta (Im Boden) (105°C'ta kuru madde için - für 105°C TS.)

S değeri
T değeri

Tablo 2

Aladağ Kütesinin (Bolu) kuzey yamacında Uludağ Göknaarı ibre örneklerinin alındığı örnek alanların yükselteleri ile ağaçların yaşları.
(Die Nummer der Probeflächen, ihre Höhe üd NN und alter der Uludağ Tanen im Nordabfall des Aladağ Massives bei Bolu).

Yükselti - iklim kuşakları (Vertikal-zonale Höhenstufen) m.	Örnek alan nu. (Nr. der Probeflächen)	Arşiv nu. (Archiv Nr.)	Yükselti (Höhe) m.	Örnek ağaç sayısı (Baumzahl)	Örnek ağaçların 0.30 m'deki yaşı (Alter der Probebäume im 0.30 m Höhe)
I. 900-1100	7	B-44	1000	3	105-120
	8	B-1	1020	3	79-145
	9	B-17	1020	3	68-85
II. 1100-1300	11	B-49	1100	3	104-119
	12	B-48	1110	2	71-84
	14	B-47	1200	3	138-144
III. 1300-1500	21	B-51	1300	3	93-100
	22	B-50	1310	3	79-139
	23	B-23	1370	3	59-69
IV. 1500-1600	33	B-35	1600	3	87-225
	35	B-39	1615	4	87-186
Toplam (Summe)				33	

İbre örnekleri son yılın ibrelerinden alındıktan başka, 1 yaşında ve 3 yaşında olmak üzere geçmiş yılların ibrelerinden de alınmıştır. Böylece 1976, 1977 ve 1978 yıllarına ait ibre örnekleri alınmıştır. Geçen yıllardaki ibrelerden örnek alınmasından murad, araştırmanın esas konusu yanında göknar ibrelerinde yaşlanma ile incelenen madde miktarlarındaki değişimin yükselti-iklim kuşaklarına göre durumunun belirlenmesidir.

İbre örnekleri 65°C'ta kurutulup öğütülerek analize hazırlanmıştır. Örneklerde aşağıdaki analizler yapılmıştır:

- (1) 1000 ibre ağırlığı (65°C kuru ibrede),
- (2) Kül miktarı (450°C'ta yakılarak),
- (3) SiO₂ miktarı (850°C'ta yakılarak),
- (4) Total azot (N_t) sömi - mikro Kjeldhal metodu ile (IRMAK, A. 1954).

(5) Total potasyum (K_t), total sodyum (Na_t) ve total kalsiyum (Ca_t) ibre örneklerinin HCl+HNO₃ karışını ile muamele edilmesi ve su banyosunda elde edilen çözeltilerinin sert filtre kâğıdından süzölmüş süzöntülerinde alev fotometresinde tayin edilmiştir. Bu tayinde demir ve alüminyum maskeleyesinin önlemek amacı ile lantanoksit (La₂O₃) çözeltisi kullanılmıştır.

(6) Total fosfor (P_t) aynı süzöntülerde molibden mavisi metodu ile kolorimetrik yoldan tayin edilmiştir (IRMAK, A. 1954).

Laboratuvarda elde edilen sonuçlar % değerler olarak 65°C'ta kurutulmuş madde için verilmiştir. Gerektiğinde 1000 ibre ağırlığına göre hesap yapılabilmesi için

1000 ibre ağırlığı da (65°C kuru madde olarak) birlikte verilmiştir. İbrelerdeki madde miktarlarının yükselti-iklim kuşaklarına göre gösterdikleri farkların önem dereceleri F testi ile incelenmiştir.

4. BULGULAR

(1) 1000 ibre ağırlığı I. kuşakta 4.7 gr, III. kuşakta 3.5 gr, III. kuşakta 4.6 gr, IV. kuşakta 3.8 gr olarak bulunmuştur. Bu ortalama değerler arasında önemli derecede bir farkın bulunmadığı hesaplanmıştır (Tablo 3.1).

(2) İbrelerdeki kül miktarı yükselti artışına paralel bir artış göstermektedir. Kül miktarı I. kuşakta % 4.92, II. kuşakta % 5.33, III. kuşakta % 5.91, IV. kuşakta % 6.41 olarak bulunmuştur. Bu ortalama değerler arasındaki farkın % 99.0 güvenle önemli derecede olduğu hesaplanmıştır (Tablo 3.1).

(3) İbrelerdeki silis miktarı en üst yükselti kuşağında artmaktadır. Silis (SiO₂) I. kuşakta % 0.17, II. kuşakta % 0.15, III. kuşakta % 0.16 ve IV. kuşakta % 0.36 olarak bulunmuştur. Bu ortalama değerler arasındaki farkın > % 99.9 güvenle önemli derecede olduğu hesaplanmıştır (Tablo 3.1).

(4) İbrelerdeki total azot (N_t) miktarı yükselti arttıkça çok önemli derecede (> % 99.9 güvenle) bir artış göstermektedir. İbrelerdeki total azot miktarı I. kuşakta % 1.090, II. kuşakta % 1.290, III. kuşakta % 1.447 ve IV. kuşakta % 2.173 olarak bulunmuştur (Tablo 3.1).

(5) İbrelerdeki total fosfor (P_t) miktarları yükselti arttıkça çok önemli derecede (> % 99.9) güvenle bir artış göstermektedir. Total fosfor miktarları I. kuşakta % 0.166, II. kuşakta % 0.227, III. kuşakta % 0.242 ve IV. kuşakta % 0.321 olarak bulunmuştur (Tablo 3.1).

(6) İbrelerdeki total potasyum (K_t) miktarları yükselti arttıkça doğrusal bir artış göstermekle beraber ortalama değerler arasındaki farkların önemli derecede bulunmadığı anlaşılmaktadır. Total potasyum miktarları I. kuşakta % 0.950, II. kuşakta % 1.088, III. kuşakta % 1.150 ve IV. kuşakta % 1.245 olarak bulunmuştur (Tablo 3.1).

(7) İbrelerdeki total sodyum (Na_t) miktarlarının yükselti arttıkça azaldığı görülmektedir. Ancak ortalama değerler arasındaki farkların önemli derecede olmadığı anlaşılmıştır. Total sodyum miktarları I. kuşakta % 0.013, II. kuşakta % 0.010, III. kuşakta % 0.010 ve IV. kuşakta % 0.009 olarak bulunmuştur (Tablo 3.1).

(8) İbrelerdeki total kalsiyum (Ca_t) miktarları yükselti artışına paralel bir artış göstermektedir. Total kalsiyum miktarları I. kuşakta % 2.178, II. kuşakta % 2.333, III. kuşakta % 2.501 ve IV. kuşakta % 2.533 olarak bulunmuştur. Bu ortalama değerler arasındaki farkın > % 99.9 güvenle önemli derecede olduğu hesaplanmıştır (Tablo 3.1).

(9) İki ve üç yaşındaki ibrelerde bulunan madde miktarları da yükselti-iklim kuşaklarına göre farklar göstermektedir. Özellikle kül, total azot ve total kalsiyum miktarlarının yükselti artışına paralel olarak artış göstermesi dikkat çekicidir (Tablo 3.2 ve 3.3).

(10) İbre yaşı arttıkça ibredeki ham kül, silis ve total kalsiyum miktarları artmakta, buna karşılık total azot (1300 m'den yukarıda), total fosfor, total potasyum ve total sodyum miktarları azalmaktadır (Tablo 4).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Aladağ Kütlesinin kuzey yamacında yükselti ile değişen iklim özelliklerinin, ölü örtü ve toprak özelliklerini etkilediği gibi Uludağ Gökknarlarının ibrelerindeki madde miktarlarını da önemli derecede etkilediği sonucuna varılmıştır. Daha önce yapılmış araştırmalar da göz önüne alınarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki sıra ile yorumlanmıştır.

(1) İklim özelliklerinin yarı nemliden çok nemliye doğru değişimi ve sis oluşumu Uludağ Gökknarının ibrelerindeki madde miktarlarının artışına sebep olmuştur. (Tablo 3, Şekil 1). Araştırma sahasında alpin zona yaklaşan daha yüksek kesimler bulunmamaktadır. Yükselti arttıkça ibrelerdeki madde miktarlarının da artması, Aladağ Kütlesinin yüksek kuşaklarında yetişme ortamı özelliklerinin göknarın beslenmesi için daha uygun olduğu anlamına gelmektedir. Gökknarın 1300 m'nin altında ve özellikle 900-1100 m yükselti iklim kuşağında yaz kuraklığından dolayı bir istirahat dönemine girmesi ve vejetatif faaliyetini asgariye indirmesi, buna karşılık yukarıdaki yükselti-iklim kuşaklarında yaz kuraklığı olmadığı için vejetatif faaliyetin devam etmesi ihtimali gözönünde tutulmalıdır.

(2) İbrelerdeki azot ve fosforun total miktarları alt kuşaklarda düşük, 1300 m'den yukarıda ise yüksektir. Alt kuşaklardaki N₂ değerleri, Rehfuess'un (1968) güney-batı Almanya'daki Abies alba (Mill.) için verdiği sınır değerlerin altında kalmaktadır. Rehfuess (1968) bir yıllık ibrelerdeki total azot için sınır değerini % 1.30-1.32, total fosfor için ise % 0.16-0.17 olduğunu, bu değerlerin altında azot ve fosfor eksikliğinin başladığını bildirmiştir. Araştırma sahasında da total azot I. kuşaktan alınan ibre örneklerinde % 1.090, II. kuşaktan alınan örneklerde % 1.290, total fosfor ise I. kuşaktan alınan ibre örneklerinde % 0.166 olarak bulunmuştur. Bu değerler Rehfuess'in verdiği sınır değerlerin altındadır. I. kuşakta göknarların bodurlaştığı ve ekserisinin kanserli olduğu tarafımızdan gözlenmiştir. Aynı şekilde II. kuşaktaki göknarların da boylarındaki kısıklık dikkati çekmektedir. Ancak III. ve IV. kuşakta, yani 1300 m'nin yukarısında, göknarların iyi bir büyüme gösterdiği daha önce de bildirilmiştir (KANTARCI, M.D. 1978). Bu durumda Rehfuess'un güney-batı Almanya için verdiği sınır değerlerin araştırma sahasımızda da geçerli olduğunu kabul etmek gerekir. Ancak göknarların ayırdedilen yükselti-iklim kuşaklarına göre büyüme ilişkilerinin gövde analizleri ile de incelenerek konunun bir de bu yönü ile araştırılması gerekmektedir.

(3) Araştırma alanındaki Uludağ Gökknarı ibrelerinde total potasyum miktarları ortalama % 0.950-1.245 arasında bulunmuştur. ÇEPEL (1963) Bahçeköy'deki göknar ibrelerinde potasyum miktarının mevsimlik değişimini % 0.697-1.193 arasında bulmuştur. REHFUESS (1968) güney Württemberg'deki Abies alba ibrelerindeki total potasyum miktarlarının % 0.67-0.75 arasında değiştiğini bildirmiştir. HÖHNE (1968) ise çeşitli anakayalardan oluşan topraklarda yetişmiş göknarların ibrelerindeki total potasyum miktarlarının % 0.61-1.17 arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırma alanında yükselti arttıkça göknarların potasyum alımının da arttığı ve potasyum beslenmesinin optimumda olduğu anlaşılmaktadır.

(4) Gökknar ibrelerinin yüksek miktarda kalsiyum ihtiva ettiğini, bu konuda çalışanlar bildirmektedirler. Aladağ Kütlesindeki Uludağ Gökknarlarının da ibrelerinde total kalsiyum miktarları yüksek bulunmuştur. Değerler Irmak'ın (MUSTAFA ASAF 1934) bulgularını teyid etmektedir. Irmak da Gökknar ibrelerinde çok yüksek miktarlarda total kalsiyum bulmuştur. Irmak Türkiye'den almış olduğu Uludağ Gök-

knarı ibrelerinde total kalsiyum miktarlarının; (bir yaşındaki ibrelerde) Küllük'te mermer topraklarında yetişmiş göknarlarda % 1.268 (% 1.773 CaO), Kömürsu'da gnays topraklarında yetişmiş göknarlarda % 1.245 (% 1.741 CaO) olduğunu bildirmiştir (MUSTAFA ASAF 1934, sh. 25 tablo 2). Rehfuess ise güney Württemberg'deki göknarların ibrelerinde kalsiyum miktarlarını % 0.62-1.16 arasında bulmuştur (1967 b-c). HÖHNE (1968) çeşitli anakayalardan oluşmuş topraklarda yetişmiş 10-15 yaşındaki göknarların 1/2 yaşlı ibrelerinde total kalsiyum miktarlarının % 0.55-0.99 arasında bulunduğunu bildirmektedir. Araştırma sahasındaki Uludağ Gökknarı ibrelerindeki total kalsiyum miktarları yükselti-iklim kuşaklarına göre önemli derecede farklar göstermektedir. Ancak 1. yıldaki ibrelerin total kalsiyum miktarları % 2.178-2.534 ortalama değerleri ile gerek Irmak'ın gerekse Rehfuess'un değerlerinden yüksektir. Irmak'ın üç yaşındaki ibreler için verdiği değerler ise (özellikle mermer topraklarındaki göknarlar için) Aladağ göknarlarındaki bulgularımıza yaklaşmaktadır (bak. madde 6 ve 8). Gökknar ibrelerindeki total kalsiyum miktarlarının yüksek olduğu REEMTSMA (1964-1966) tarafından da bildirilmiştir. Ancak Almanya'daki göknarların ibrelerindeki kalsiyum miktarlarının daha az olduğu Irmak tarafından verilmiş değerlerden anlaşılmaktadır (1934). Keza IRMAK (1934) ve tarafımızdan (tablo 3) verilen kalsiyum değerlerinin REHFUESS (1967) ve HÖHNE (1968) tarafından verilmiş değerlerin karşılaştırılması Uludağ Gökknarının ibrelerinde daha fazla kalsiyum ihtiva ettiğini göstermektedir. ÇEPEL (1963) Bahçeköy'deki Uludağ Gökknarı ibrelerinde kalsiyum miktarlarının mevsime göre 1 yaşında % 0.428-1.288, 2 yaşında % 1.410-2.564 arasında değiştiğini bildirmektedir. Araştırma alanındaki yüksek miktarda plajyoklaşmış andezit topraklarında değiştirilebilir kalsiyum miktarlarının fazla olması göknar ibrelerinin de daha yüksek kalsiyum ihtiva etmesini sağlamış olabilir. Diğer taraftan Almanya'daki göknarların ibrelerinde, Türkiye'deki Uludağ Gökknarı ibrelerinden daha az kalsiyum bulunması, daha güneyde bulunan Türkiye'de transpirasyonun yüksekliğine de bağlanabilir. Ancak yükselti arttıkça ibrelerdeki kalsiyumun artması bu ikinci görüşün aksini işaret etmektedir. Yükselti arttıkça artan nem ile birlikte ibrelerdeki kalsiyum miktarı da artmaktadır. Bu durum üst yükselti kuşaklarında beslenme şartlarının daha iyi olduğunu belirtmektedir.

(5) Araştırma alanındaki göknarların ibrelerinde silis (SiO₂) miktarları düşük bulunmuştur. Silis miktarı bir yaşındaki ibrelerde % 0.15-0.36 arasında değişmektedir. Irmak (MUSTAFA ASAF 1934) da Türkiye'deki göknarların (Abies bornmülleriana Mattf.) bir yaşındaki ibrelerinde silis miktarlarının % 0.061-0.120 arasında bulunduğunu, Almanya'daki göknarlarda ise % 0.034-0.200 arasında bulunduğunu bildirmiştir. Keza Reemtsma (1964-66) ve HÖHNE (1968) de göknar ibrelerinde silis miktarlarının düşük olduğunu bildirmişlerdir. Aladağ Kütlesindeki Uludağ Gökknarlarının ibrelerinde düşük miktarda silis bulunması da bu genel kurala uymaktadır.

(6) İbrelerde yaşlanma ile birlikte kül, SiO₂ ve total kalsiyum miktarlarının arttığı, buna karşılık total azot, fosfor ve potasyum miktarlarının azaldığı anlaşılmıştır. Bu yöndeki bulgularımız Irmak (MUSTAFA ASAF 1934)'ın bulgularına uymaktadır. Irmak Uludağ Gökknarı ibrelerinde SiO₂ miktarını bir yaşında % 0.061-0.120 arasında, üç yaşında % 0.069-0.111 arasında, beş yaşında % 0.073-0.130 arasında bulmuştur. Irmak'ın bulgularına göre total kalsiyum miktarları da bir yaşındaki ibrelerde % 1.245-1.268 arasında iken, üç yaşındaki ibrelerde % 1.344-2.300 arasındadır. Araştırma alanında ilk yıldaki ibrelerde SiO₂ miktarı % 0.15-0.36 arasında iken, üç yaşındaki ibrelerde % 0.20-0.34 arasında, kül miktarı ilk yıldaki ibrelerde % 4.92-6.41 arasında iken üç yaşındaki ibrelerde % 5.92-7.50 arasında, to-

tal kalsiyum miktarı ilk yıldaki ibrelerde % 2.178-2.534 arasında iken üç yaşındaki ibrelerde % 2.714-3.166 arasında bulunmuştur. Buna karşılık total azot (1300 m'den yukarıda), total fosfor ve total potasyumun miktarlarının ibreler yaşlandıkça azalması dikkat çekicidir (Tablo 4).

(7) Yaşlı ibrelerdeki madde miktarları da, bir yıllık ibrelerde olduğu gibi, yükselti artışına paralel olarak (Na_i hariç) artmaktadır (Tablo 3.2, 3.3). Yaşlı ibrelerdeki bu durum, ilk yıllık ibrelerdeki sonuçları teyid etmektedir. Böylece bir yaşındaki ibrelerde elde edilen sonuçların 1978 yılının hava hallerine bağlı olabileceği endişesi de ortadan kalkmış olmaktadır.

(8) 1000 ibre ağırlığı yükselti-iklim kuşakları arasında önemli derecede fark göstermemektedir. Ancak 1000 ibre ağırlığının ibre yaşı arttıkça arttığı anlaşılmıştır. İlk yıldaki ibrelerde 3.54-4.71 gr arasında olan 1000 ibre ağırlığı üç yaşındaki ibrelerde 7.28-8.47 gr arasında bulunmuştur. Irmak (MUSTAFA ASAF 1934) 1000 ibre ağırlığını bir yaşında 4.30 gr, üç yaşında 5.10 gr ve beş yaşında 6.14 gr olarak bulmuştur. Herhalde ibrelerin yaşlanması ile artan silis ve kalsiyum oranları ile bunlara bağlı olarak artan kül miktarı ağırlaşmaya sebep olmaktadır. Bu durum yaşlı ibrelerin dökülmesi ile daha çok kalsiyumun toprağa ulaştığını işaret etmektedir. Böylece göknar ekosistemlerinde iyi bir kalsiyum dolaşımının var olduğu ortaya çıkmaktadır. Kalsiyumun bu şekilde göknar ekosisteminde dolaşabilmesi toprağın da aşırı derecede yıkanmasını önlemektedir.

(9) Ölü örtü analizlerinden alınan sonuçlara göre 1 m²'deki ölü örtü total azot yükselti arttıkça önemli ölçüde bir artış göstermektedir. Buna karşılık total fosforun yükselti-iklim kuşaklarına göre değişimi önemsiz bulunmuştur. Total potasyum ile total kalsiyumun ise pek az da (önemsiz de) olsa yükselti arttıkça azaldığı saptanmıştır (Tablo 1 ve Şekil 1).

Toprak analizlerinden alınan sonuçlara göre; toprakta organik karbon ve total azot yükselti arttıkça önemli derecede artış göstermektedir. Buna karşılık değiştirilebilir katyonlardan potasyumun (K⁺) önce arttığı sonra azaldığı, kalsiyum (Ca⁺⁺) ve sodyumun (Na⁺) ise yükselti arttıkça azaldığı anlaşılmaktadır. Topraktaki değiştirilebilir katyonların toplamı olan S değeri de yükselti arttıkça azalmaktadır (Tablo 1 ve Şekil 1). Toprak için verilen bu değerler 1 m² yüzeye ve 1 m derinliğe sahip bir toprak hacmindeki madde miktarlarıdır.

Toprakta özellikle değiştirilebilir katyonlar yükselti artışına ters orantılı olarak azaldıkları halde, aynı maddelerin ibredeki miktarları yükselti artışı ile doğrusal bir ilişki içinde artış göstermişlerdir. Bu durum bir yandan yükselti arttıkça göknarların beslenme durumunun da iyileştiğini göstermektedir.

Sonuç olarak yükselti arttıkça artan yağışın toprağı bir dereceye kadar yıka-dığı, ancak bu yıkamanın Uludağ Göknarının beslenmesi üzerinde olumsuz etki yapacak bir dereceye ulaşmadığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç iki önemli sebebe dayanmaktadır :

— Toprak yıkanmasının göknarın beslenmesini etkileyecek kadar ileri dereceye varamamasına bir yandan anakayadan gelen yüksek kalsiyum miktarının, öte yandan göknar ibrelerindeki ve dolayısı ile ölü örtüdeki yüksek kalsiyum ve düşük silisyum miktarlarının etkili olduğuna şüphe yoktur. Böylece göknar ölü örtüsü kolayca ayrışabilmekte ve ekosistemdeki madde dolaşımını olumlu yönde etkilemektedir.

— Yağışın artışı ile artan sızıntı suyu kolloidal organik maddeyi yüksek kesimde daha gevşek olan toprağın derinliklerine taşımaktadır. Böylece üst yükselti kuşaklarındaki göknarların kök sistemleri daha geniş bir hacimdeki toprağa dağılmış olan bitki besin maddelerini alabilmektedirler.

Ayrıca yükselti arttıkça nemin artması ve 1300 m'den yukarıda sis oluşumu Uludağ Göknarının beslenmesini olumlu yönde etkilemektedir.

Tablo 3

Aladağ Kütlesinin (Bolu) kuzey yamacındaki Uludağ Göknarı ibrelerindeki madde miktarlarının yükselti-iklim kuşaklarına göre değişimi.

(Variation manche Substanzen und Närelemente in den Nadeln der Uludağ Tannen Abies bornmülleriana Mattf. nach den vertikal-zonalen Höhenstufen im Nordabfall des Aladağ-Massives bei Bolu).

3.1. Bir yaşındaki (1978) ibrelerdeki maddeler *) (Gehalte der 1 jährigen Nadeln)

Madde (Substanz)	Yükselti - iklim kuşakları (Vertikal - zonalen Höhenstufen)				F - değeri (F - Wert)	Güvenlik derecesi (Sicherheit)
	I	II	III	IV		
	900-1100	1100-1300	1300-1500	1500-1600		
Kül (Asche) 450°C %gr	4.92	5.33	5.91	6.41	5.76	% 99.0
SiO ₂ 850°C %gr	0.17	0.15	0.16	0.36	7.13	>% 99.9
N _i %gr	1.090	1.290	1.447	2.173	13.04	>% 99.9
P _i %gr	0.166	0.227	0.242	0.321	10.68	>% 99.9
K _i %gr	0.950	1.088	1.150	1.245	2.61	<% 95.0
Na _i %gr	0.013	0.010	0.010	0.009	1.37	<% 95.0
Ca _i %gr	2.178	2.332	2.501	2.534	9.144	>% 99.9
1000 ibre ağırlığı gr (Nadelngewicht)	4.71	3.54	4.56	3.75	2.09	<% 95.0

3.2. İki yaşındaki (1977) ibrelerdeki maddeler *) (Gehalte der 2 jährigen Nadeln)

Kül (Asche) 450°C %gr	5.40	6.14	5.88	7.25	3.60	% 95.0
SiO ₂ 850°C %gr	0.23	0.16	0.16	0.27	5.44	% 99.0
N _i %gr	1.141	1.222	1.317	1.605	8.94	>% 99.9
P _i %gr	0.127	0.184	0.231	0.191	4.37	% 95.0
K _i %gr	0.667	0.881	0.890	0.759	2.52	<% 95.0
Na _i %gr	0.012	0.009	0.010	0.009	1.45	<% 95.0
Ca _i %gr	2.600	2.661	2.738	3.218	2.25	<% 95.0
1000 ibre ağırlığı gr (Nadelngewicht)	7.65	6.88	9.33	9.78	4.05	% 95.0

3.3. Üç yaşındaki (1976) ibrelerdeki maddeler *) (Gehalte der 3 jährigen Nadeln)

Kül (Asche) 450°C %gr	5.92	6.02	6.67	7.50	1.63	<% 95.0
SiO ₂ 850°C %gr	0.25	0.20	0.20	0.34	8.06	>% 99.9
N _i %gr	1.139	1.234	1.278	1.553	8.78	>% 99.9
P _i %gr	0.126	0.165	0.221	0.171	5.06	% 99.0
K _i %gr	0.587	0.731	0.908	0.742	5.62	% 99.0
Na _i %gr	0.011	0.008	0.007	0.007	0.30	<% 95.0
Ca _i %gr	2.714	2.762	2.924	3.166	0.87	<% 95.0
1000 ibre ağırlığı gr (Nadelngewicht)	7.59	7.28	8.42	8.47	1.11	<% 95.0

*) 65°C'ta kuru ibre ağırlıklarına göre hesaplanmış ortalama değerlerdir.
(Mittelwerte für 65°C getrockneten Nadeln).

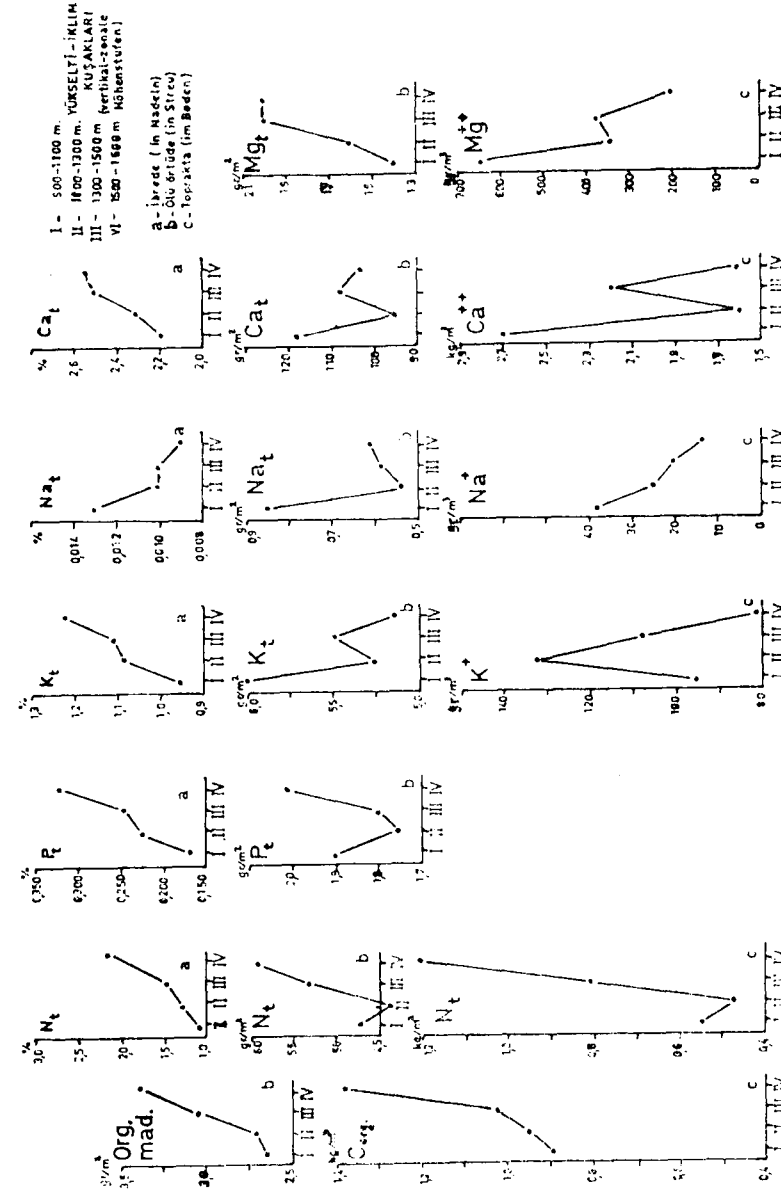
Tablo 4

Aladağ Kütlesinin (Bolu kuzey yamacında farklı yükselti - iklim kuşaklarındaki Uludağ Göknağlarının ibrelerinde bulunan maddelerin ibre yaşına göre değişimi.*)

(Variation manche Substanzen und Närelemente in den Nadeln der Uludağ Tannen bornmülleri riana Mattf. nach den Nadelalter in verschiedenen vertikal - zonalen Höhenstufen im Nordabfall des Aladağ - Massives bei Bolu).*)

Madde (Substanz)	Yükselti - iklim kuşakları (Vertikal - zonalen Höhenstufen)	İbre yaşı (Nadelalter)			F - değeri (F - Wert)	Güvenlik (Sicherheit)
		1	2	3		
Kül (Asche) %gr 450°C	900-1100	4.92	5.40	5.92	2.22	< % 95.0
	1100-1300	5.33	6.14	6.60	1.68	< % 95.0
	1300-1500	5.91	5.88	6.67	1.26	< % 95.0
	1500-1600	6.41	7.25	7.50	3.00	< % 95.0
SiO ₂ 850°C %gr	900-1100	0.17	0.23	0.25	2.37	< % 95.0
	1100-1300	0.15	0.16	0.20		
	1300-1500	0.16	0.16	0.20		
	1500-1600	0.36	0.27	0.34		
N _t %gr	900-1100	1.090	1.141	1.139	0.22	< % 95.0
	1100-1300	1.290	1.222	1.234	0.21	< % 95.0
	1300-1500	1.447	1.317	1.278	1.24	< % 95.0
	1500-1600	2.173	1.605	1.553	6.65	> % 99.0
P _t %gr	900-1100	0.166	0.127	0.126	5.61	> % 99.0
	1100-1300	0.227	0.184	0.165	3.01	< % 95.0
	1300-1500	0.242	0.231	0.221	0.16	< % 95.0
	1500-1600	0.321	0.191	0.171	16.81	> % 99.9
K _t %gr	900-1100	0.950	0.667	0.587	16.29	> % 99.9
	1100-1300	1.088	0.881	0.731	8.59	> % 99.0
	1300-1500	1.150	0.890	0.908	3.33	< % 95.0
	1500-1600	1.245	0.759	0.742	12.67	> % 99.9
Na _t %gr	900-1100	0.013	0.012	0.011		
	1100-1300	0.010	0.009	0.008		
	1300-1500	0.010	0.010	0.007		
	1500-1600	0.009	0.009	0.007		
Ca _t %gr	900-1100	2.178	2.600	2.714	4.79	> % 95.0
	1100-1300	2.332	1.661	2.762	1.71	< % 95.0
	1300-1500	2.501	2.738	2.924	1.41	< % 95.0
	1500-1600	2.534	3.218	3.176	2.67	< % 95.0
1000 ibre ağırlığı (Nadelgewicht)	900-1100	4.71	7.65	7.59	6.96	> % 99.0
	1100-1300	3.54	6.88	7.28	20.60	> % 99.9
	1300-1500	4.56	9.33	8.42	21.64	> % 99.9
	1500-1600	3.75	9.78	8.47	36.59	> % 99.9

*) 65°C'ta kuru madde ağırlıklarına göre hesaplanmış ortalama değerlerdir.
(Mittelwerte für 65°C getrockneten Nadeln).



Şekil 1. Aladağ Kütlesinin (Bolu kuzey yamacında) Uludağ Göknağlarının ibrelerinde bulunan maddelerin ibre yaşına göre değişimi. (Mittelwerte für 65°C getrockneten Nadeln).

Abb. 1. Aladağ Kütlesinin (Bolu kuzey yamacında) Uludağ Göknağlarının ibrelerinde bulunan maddelerin ibre yaşına göre değişimi. (Mittelwerte für 65°C getrockneten Nadeln).

Zum 75. Lebensjahr meinen
verehrten Lehrer Herrn Ord. Prof. Dr. Asaf Irmak

VARIATION DER ELEMENTENGHALTE IN DEN TANNENADELN NACH VERTIKAL-ZONALEN HÖHENSTUFEN IM NORDABFALL DES ALADAĞ-MASSIVS BEI BOLU (TÜRKEI)

Doc. Dr. M. Doğan KANTARCI*

A b s t r a c t

Uludağ Tanne (*Abies bornmülleriana* Mattf.) verbreitet im Nordabfall des Aladağ-Massives, und sie bildet hier ab 900 m ü.d.NN die Wälder als reinen oder herrschenden Baumart. Die Klimaverhältnisse auf dem Nordabfall zeigen deutliche Unterschiede von 900 m bis 1600 m NN in 5 Km Horizontalfentfernung. Nach den klimatischen, geomorphologischen und vegetationskundlichen Differenzen wurde im Nordabfall des Massives vier vertikal-zonalen Höhenstufen unterschiedet. Nach den Untersuchungen wurde es festgestellt, dass die Streu- und Bodeneigenschaften unter den Tannenwäldern signifikante Unterschiede zeigen, obwohl die Böden aus basaltischen Andesitgesteinen entstanden sind (KANTARCI, M. D. 1978). Mit dieser Arbeit ist die Elementengehalte der Tannenadela nach den vertikal-zonalen Höhenstufen untersucht und signifikante Unterschiede sind festgestellt.

1. EINLEITUNG

In der Türkei hatte erstes Mal Irmak (MUSTAFA ASAF 1934) als seinem Dissertation über die Elementengehalte der Tannennadeln gearbeitet. Irmak hatte nach seinen Untersuchungen über den Nadeln von Uludağ Tannen (*Abies bornmülleriana* Mattf.) festgestellt, dass die Tannennadeln mehr Calcium aber weniger SiO₂ enthalten und die Elementengehalte der Nadeln nach den Ausgangsgesteine der Böden, und alter der Nadeln variieren (MUSTAFA ASAF 1934).

Einerseits für die Rohstoffproduktionsprobleme der Zelluloseindustrie eine Lösung von standortskundlicher Seite zu finden, Anderer seits für die Deckung der forstlichen Lehr- und Praxisbedarf in der Türkei sind die weiteren Untersuchungen über die Ernährung und Wachstum von Uludağ Tannen nötig gefunden. Um diesen Zweck zu erreichen ist der Nordabfall des Aladağ-Massives bei Bolu als einem Untersuchungsgebiet ausgewählt. Hier sind die Böden von Unten bis oben aus dem basaltischen Andesitgesteinen entstanden. Deswegen sind die Effekte der mit Höhenunterschiede variierenden Klimaverhältnissen über die Ernährung und Wachstum

der Uludağ Tannen besonders bedeutend zu untersuchen. Die Differenzen der Streu- und Bodeneigenschaften nach den vertikal-zonalen Höhenstufen sind untersucht und signifikante Unterschiede sind herausgebracht (KANTARCI, M. D. 1978). Mit dieser Arbeit ist es die Variierung der Elementengehalte in den Nadeln von Uludağ Tannen nach den Klimaunterschiede der vertikal-zonalen Höhenstufen untersucht. Um die Beziehungen zwischen den Ernährungs- und Wachstumszustände der Bäume zu untersuchen genügen die Streu-, Boden- und Nadelanalysen nicht. Es muss in selben Standorten auch das Wachstum der Tannen mit den Stammanalysen untersucht werden. Die weitere Untersuchungen dauern in dieser Richtung.

2. STANDORTSEIGENSCHAFTEN DES UNTERSUCHUNGSGBIETES

Untersuchungsgebiet liegt an der Nordabfall des Aladağ-Massives bei Bolu in der Nord-West Türkei zwischen den 31° 33' 30" - 31° 38' 00" östlichen Länge und 40° 37' 40" - 40° 41' 30" nördlichen Breite. Tannenwälder liegen in diesem Nordabfall ab 900 m ü.d.NN bis über Wasserausscheide 1550 m ü.d.NN im Südabfall des Massives in etwa 5 Km Horizontalfentfernung. Die Wasserausscheide liegt im Untersuchungsgebiet zwischen 1600-1634 m. Klimaverhältnisse variieren zwischen 900-1600 m von mässig feuchten-mittel warmen Klimatyp mit der mässigen Wasserdefizit im Sommer, über feuchten und kalten zu sehr feuchten und kalten Klimatyp ohne Wasserdefizit im Sommer. Im Frühling und im Herbst über 1300 m, im Sommer über 1400-1500 m beobachtet man eine Bergnebelbildung öfters. Bergnebel ist besonders am Nordhang dicht. Nach diesen geomorphologischen-klimatischen Differenzen variieren auch die Artenzusammensetzung, Wachstum, Vitalität und Gesundheitszustände der Tannenwälder. Unter der Berücksichtigung dieser Differenzen und auch die Stellen der Frühlings- und Herbstalmen und Sommeralmen ist das Tannengebiet im Nordabfall des Massives zu vier vertikal-zonalen Höhenstufen gegliedert. Sie umgeben; I. Stufe die Unterhänge 900-1100 m, II. Stufe unterer Teil der Mittelhänge 1100-1300 m, III. Stufe oberer Teil der Mittelhänge 1300-1500 m und IV. Stufe die Oberhänge 1500-1634 m.

Nach den über die Streu- und Bodeneigenschaften durchgeführten Untersuchungen üben die Klimaverhältnisse auch gewisse Rolle und sie verursachen signifikante Unterschiede nach den vertikal-zonalen Höhenstufen (KANTARCI, M. D. 1978). Organische Substanz und Kohlenstoffgehalte, auch gesammte Stickstoffgehalte in der Streuschicht (in 1 m²) und im Boden (in m².m) nehmen mit der Höhe deutlich zu. Dagegen nehmen die Gehalte der austauschbaren Kationen (K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) mit der Höhe ab. Die gesamte Phosphorgehalte zeigen eine eigenartige Kurve nach den vertikal-zonalen Höhenstufen in der Streuschicht. Diese Ab- und Zunahme der Nährelemente deuten die Klimaeffekte an. Einerseits laufen die Auswaschungsvorgänge von austauschbaren Kationen durch die Zunahme des Niederschlags- und auch die Feuchtigkeit mit der Höhe starker. Andererseits nimmt die Streuakkumulation durch die herabsetzende Wärmeverhältnisse nach Berg auf mit der Höhe zu. Damit nehmen auch die organische Kohlenstoff- und gesammte Stickstoffgehalte mit der Höhe zu (Tabelle 1, Abb. 1).

3. METHODE

Die Probestämme sind zwischen den Streu- und Bodenentnahmeflächen ausgewählt. Die alter der Bäume sind zwischen 59-149 Jahre in 0.30 m Höhe (Tabelle 2).

*): Istanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü Bahçeköy - İstanbul.

Die Nadelproben sind aus den letztjährigen, 2-jährigen und 3-jährigen Trieben der Bäume entnommen.

Die Nadeln sind in 65°C getrocknet und folgende Analysen sind durchgeführt;

- (1) 1000 Nadelgewicht in 65°C getrockneten Nadeln.
- (2) Aschenanteil in 450°C.
- (3) SiO₂-anteil in 850°C.
- (4) Gesamte Stickstoff (N_t)-anteil nach der sömi-micro Kjeldhalmethode (IRMAK, A. 1954).
- (5) Gesamte Kalium (K_t)-, Natrium (Na_t)-, Calcium (Ca_t)-anteile sind in den HCl+HNO₃-Aufschlüsse auf Wasserbad Flammenphotometrisch bestimmt. Um die Maskierung der söskioksyden zu beseitigen ist es von der La₂O₃-Lösung benutzt.
- (6) Gesamte Phosphoranteile (P_t) sind auch in den HCl+HNO₃-extrakten nach der Molybdat-Vanadatmethode bestimmt (IRMAK, A. 1954).

Die Ergebnisse der Analysen sind als %-Werte für die in 65°C getrockneten Nadeln gegeben. Die Variationen der Nadelgehalte nach Höhenstufen sind mit F-Test untersucht.

4. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Laboranalysen der letztjährigen Nadeln (1978) sind herausgebracht, dass die Elementenanteile in Nadeln nach den Höhenstufen im Nordabfall des Aladağ-Massives signifikante Unterschiede vorzeigen (Tabelle 3.1, Abb. 1).

(1) Die 1000 Nadelgewichte sind in I. Stufe 4.7 gr., in II. Stufe 3.5 gr., in III. Stufe 4.6 gr. und in IV. Stufe 3.8 gr. Zwischen diesen Mittelwerten liegen keine signifikante Unterschiede nach F-Test (Tabelle 3.1).

(2) Die Aschenanteile der Nadeln sind in I. Stufe 4.92 %, in II. Stufe 5.33 %, in III. Stufe 5.91 % und in IV. Stufe 6.41 % gefunden. Zwischen diesen Mittelwerten liegen signifikante Unterschiede mit >99.9 % Sicherheit (Tabelle 3.1).

(3) Die SiO₂-anteile der Nadeln sind in I. Stufe 0.17 %, in II. Stufe 0.15 %, in III. Stufe 0.16 % und in IV. Stufe 0.36 % gefunden. Zwischen diesen Mittelwerten liegen signifikante Unterschiede mit >99.9 % Sicherheit (Tabelle 3.1).

(4) Die gesamte Stickstoffanteile (N_t) der Nadeln sind in I. Stufe 1.090 %, in II. Stufe 1.290 %, in III. Stufe 1.447 % und in IV. Stufe 2.173 % gefunden. Zwischen diesen Mittelwerten liegen signifikante Unterschiede mit >99.9 % Sicherheit (Tabelle 3.1).

(5) Die gesamte Phosphoranteile (P_t) der Nadeln sind in I. Stufe 0.166 %, in II. Stufe 0.227 %, in III. Stufe 0.242 % und in IV. Stufe 0.321 % gefunden. Zwischen diesen Mittelwerten liegen signifikante Unterschiede mit >99.9 % Sicherheit (Tabelle 3.1).

(6) Die gesamte Kaliumanteile (K_t) der Nadeln sind in I. Stufe 0.950 %, in II. Stufe 1.088 %, in III. Stufe 1.150 % und in IV. Stufe 1.245 % gefunden. Zwischen diesen Mittelwerten liegen keine signifikante Unterschiede (Tabelle 3.1).

(7) Die gesamte Natriumanteile (Na_t) der Nadeln sind in I. Stufe 0.013 %, in II. Stufe 0.010 %, in III. Stufe 0.010 % und in IV. Stufe 0.009 % gefunden. Zwischen diesen Mittelwerten liegen keine signifikante Unterschiede (Tabelle 3.1).

(8) Die gesamte Calciumanteile (Ca_t) der Nadeln sind in I. Stufe 2.178 %, in II. Stufe 2.332 %, in III. Stufe 2.501 % und in IV. Stufe 2.533 % gefunden. Zwischen diesen Mittelwerten liegen signifikante Unterschiede mit >99.9 % Sicherheit (Tabelle 3.1).

(9) Auch zeigen die Elementenanteile in den 2- (1977) und 3- (1976) jährigen Nadeln deutliche Differenzen nach den Höhenstufen. Besonders nehmen die Anteile von der Asche, gesamten Stickstoff und gesamten Calcium mit der Höhe zu (Tabelle 3.2 und 3.3).

(10) Manche Elementenanteile wie Asche, SiO₂ und Ca_t nehmen mit dem Alter der Nadeln zu. Dagegen nehmen die Anteile von N_t (über 1300 m), P_t, K_t und Na_t mit dem Alter der Nadeln ab (Tabelle 4).

5. DISKUSSION

Ergebnisse von bisherigen Untersuchungen über den Nadelgehalte, Streu- und Bodeneigenschaften in den Tannenwäldern im Nordabfall des Aladağ-Massives bei Bolu sind unter der Berücksichtigung vorherigen Forschungen über Tannennadeln wie unten diskutiert.

(1) Variierung der Klimaverhältnisse mit der Höhe von Halbflecht-mässig warmen Klimatyp zu sehr feucht-kalten Klimatyp hat über die Elementenanteile der Nadeln auch beeinflusst. Im Nordabfall des Aladağ-Massives liegt es keine Alpenregion. Die Gehalte der Tannennadeln nehmen mit der Höhe deutlich zu. Unter Berücksichtigung der Bergnebelbildung über 1300 m NN deutet diese Elementenzunahme in Nadeln günstige Standortverhältnisse für die Ernährung der Tannen in den höheren Stufen (Tabelle 3 und Abb. 1).

(2) Die gesamte Stickstoff- und Phosphoranteile in Nadeln sind in unteren Stufen (Stufe I und II) niedrig. Dagegen sind sie in oberen Stufen über 1300 m (Stufe III und IV) höher (Tabelle 3). Die Stickstoff- und Phosphorwerte der Stufe I und II liegen unter dem von REHFUESS (1968) gegebenen Grenzwerten. REHFUESS (1968) hatte die Grenzwerte für die Beziehung zwischen der Ernährungs- und Wachstumzustände der Abies alba Mill. in Süd-West Deutschland bei Stickstoff 1.30-1.32 %, bei Phosphor 0.16-0.17 % gefunden. Krebskrankheitserscheinungen in der Stufe I, und die zurück bleibende Höhenzuwachs in der Stufe I, II, der Tannen sind merkwürdig (KANTARCI, M. D. 1978). Eine enge Beziehung zwischen diesen Erscheinungen und Stickstoff- und Phosphorgehalte der Nadeln kommt in Frage in den unteren Stufen. Möglicherweise sind die obengenannten Grenzwerte auch in Nord-West Türkei gültig. Die Beziehungen zwischen den Stickstoff- und Phosphorgehalte der Nadeln mit dem Wachstum der Tannen zu erklären werden weiteren Untersuchungen durchgeführt.

(3) Die Mittelwerte gesamte Kaliumanteile (K_t) in Nadeln variieren zwischen 0.950-1.245 % nach den Höhenstufen. K_t-Werten der Nadeln nehmen mit der Höhe zu (Tabelle 3.1 und Abb. 1). ÇEPEL (1963) fand die kaliumanteile in 1-jährigen Nadeln von Uludağ Tanne im Bahçeköy nach jahreszeiten zwischen 0.697-1.193 %. Nach REHFUESS (1968) liegen die K_t-Werte in den Nadeln von Abies alba Mill. in Süd Württemberg (Deutschland) zwischen 0.67-0.75 %. Nach HÖHNE (1968) liegen die K_t-Werte in den 1/2 jährigen Nadeln der 10-15 jährigen Tannen, die auf den aus verschiedenen Gesteinen entstandenen Böden gewachsen sind, in Erzge-

birge und Thüringer-Wald zwischen 0.61 - 1.17 %. Die Ergebnisse der K_1 -Werten in Nadeln im Untersuchungsgebiet zeigen, dass die K-ernährung der Tanne in den nebeligen und feuchten Höhenstufen über 1300 m NN günstiger ist.

(4) Wie es von Autoren; IRMAK (MUSTAFA ASAF, 1934), Reemtsma (1964-66), REHFUESS (1967) und HÖHNE (1968) hingewiesen ist, enthalten die Tannennadeln hohe Calciumanteile als anderen Nadelbaumarten. Irmak fand die gesamte Calciumanteile in 1-jährigen Nadeln von Uludağ Tannen im Küllük (Türkei) auf Marmorböden 1.268 % (1.773 % CaO), im Kömürsu (Türkei) auf Gneissboden 1.245 % (1.41 % CaO) (1934). Rehfuess mitteilte, dass die Ca_1 -werte in Nadeln von Abies alba in Süd-Württemberg (Deutschland) zwischen 0.62 - 1.16 % variieren. Nach Höhne variieren die Ca_1 -gehalte in 1/2-jährigen Nadeln der 10-15-jährigen Tannen auf den Böden verschiedener Ausgangsgesteinen zwischen 0.55 - 0.99 %. Im Nordabfall des Aladağ-Massives liegen die durchschnittliche Ca_1 -werte in erst-jährigen Nadeln von Uludağ Tanne zwischen 2.178 - 2.534 %. Auch ÇEPEL (1963) fand die Ca-anteile der Nadeln von Uludağ Tannen im Bahçeköy bei 1-jährigen Nadeln zwischen 0.428 - 1.288 % und bei 2-jährigen Nadeln zwischen 1.410 - 2.564 % nach den Jahreszeiten. Nach den Angaben oben genannten Autoren liegen die Ca_1 -werte der Nadeln von Uludağ Tannen im Aladağ höher als anderen Tannenarten, die besonders in Deutschland wachsen. Die hohe Ca_1 -werte der Tannennadeln sind möglicherweise nach den hohen austauschbaren Calciumgehalte der Böden, die aus reiche plagioklasse enthaltenden basaltischen Andesitgesteinen entstanden sind, abhängig. Auch die optimale Kaliumversorgung konnte im Untersuchungsgebiet die Calciumaufnahme der Tannen erfordern (vergl. Tabelle 1 und 3). Andererseits konnte die Calciumwerte in den Nadeln von Uludağ Tannen eine Art spezifische Eigenschaft sein, oder es kann wegen der höheren Transpiration in südlicher Breite vorkommen. Aber die letzte Gesichtspunkt ist nicht anzunehmen, denn die Ca_1 -anteile der Nadeln nehmen mit Feuchtigkeit zu.

(5) SiO_2 -anteile in erst-jährigen Nadeln von Uludağ Tannen liegen 0.15 - 0.36 % nach den Höhenstufen im Forschungsgebiet (Tabelle 3.1). Irmak fand die SiO_2 -anteile in den 1-jährigen Nadeln von Uludağ Tannen aus verschiedenen Herkünften in der Türkei zwischen 0.061 - 0.120 %, und in 3-jährigen Nadeln von verschiedenen Tannenarten in Deutschland zwischen 0.034 - 0.200 %. Reemtsma (1964-66) und HÖHNE (1968) fanden auch die SiO_2 -werte in den Tannennadeln niedrig.

(6) Die Anteile von Asche, SiO_2 und Ca_1 in den Nadeln nehmen mit dem Alter zu. Im Nordabfall des Aladağ-Massives liegen die SiO_2 -werte in erst-jährigen Nadeln zwischen 0.15 - 0.36 % und in 3-jährigen Nadeln zwischen 0.20 - 0.34 %. Aschenanteile liegen in erst-jährigen Nadeln zwischen 4.92 - 6.41 % und in 3-jährigen Nadeln zwischen 5.92 - 7.50 %. Gesamte Calciumanteile liegen in erst-jährigen Nadeln zwischen 2.178 - 2.534 % und in 3-jährigen Nadeln 2.174 - 3.166 % (Tabelle 4). Dagegen nehmen die Anteile von Stickstoff (über 1300 m NN), Phosphor und Kalium in den Nadeln mit dem Alter ab (Tabelle 4). Auch hatte IRMAK (1934) hingewiesen, dass die Anteile von SiO_2 in 1-jährigen Nadeln zwischen 0.061 - 0.120 %, in 3-jährigen Nadeln zwischen 0.069 - 0.111 % und in 5-jährigen Nadeln zwischen 0.073 - 0.130 % liegen. Nach IRMAK (1934) liegen die Anteile von gesamten Calcium in den 1-jährigen Nadeln zwischen 1.245 - 1.268 %, in 3-jährigen Nadeln zwischen 1.344 - 2.300 %.

(7) Die Elementenanteile in den 2- und 3-jährigen Nadeln nehmen ausser Na, auch mit der Höhe zu, wie es in den erst-jährigen Nadeln ist (Tabelle 3.2 - 3.3).

(8) 1000 Nadelgewichte variieren nach den vertikal-zonalen Höhenstufen nicht signifikant (Tabelle 3.1). Aber es nimmt mit dem Nadelaltern deutlich zu (Tabelle 4). Gewichte der 1000 Nadeln sind bei erst-jährigen Nadeln zwischen 3.54 - 4.71 gr. bei 2-jährigen Nadeln zwischen 6.88 - 9.78 gr und bei 3-jährigen Nadeln 7.28 - 8.47 gr. IRMAK (MUSTAFA ASAF 1934) fand die 1000 Nadelgewichte der Uludağ Tannen bei 1-jährigen Nadeln 4.30 gr, bei 3-jährigen Nadeln 5.10 gr und bei 5-jährigen Nadeln 6.14 gr. Die Zunahme der Aschen-, Ca- und SiO_2 -anteile in Tannennadeln mit dem Alter hat eine gewisse Rolle über die Zunahme der Nadelgewichte mit dem Alter. Es bedeutet, dass es in den Tannenökosystemen eine günstige Calciumkreislauf durch die Zersetzung der Tannenstreu läuft. Damit ist die Bodenreaktion in günstigen Bereichen bleibt und die Auswaschung des Bodens läuft nicht so stark wie unter den Sauerhumusbildenden Nadelbaumarten.

(9) In der Tannenstreu nimmt die totale Stickstoffgehalte in 1 m³ mit der Höhe zu. Dagegen variieren die Phosphorgehalte nach den vertikal-zonalen Höhenstufen nicht deutlich, und die totale Kalium-, und Calciumgehalte nehmen mit der Höhe ab (Tabelle 1).

Nach den Ergebnissen der Bodenanalysen nehmen die organische Kohlenstoffgehalte und totale Stickstoffgehalte in 1 m³ Bodenvolum mit der Höhe zu. Dagegen nehmen die austauschbare Kalium-, Natrium- und Calciumgehalte mit der Höhe ab. Auch nehmen die Summe der austauschbaren Kationen (S-Wert) und totale Austauschkapazität (T-Wert) mit der Höhe ab (Tabelle 1).

Die Kalium- und Calciumanteile nehmen in den Tannennadeln mit der Höhe zu, obwohl austauschbare gehalte dieser Kationen im Boden (in 1 m³) mit der Höhe abnehmen. Auch nehmen die totale Stickstoff- und Phosphorgehalte in den Tannennadeln mit der Höhe zu (Tabelle 3 und Abb. 1). Diese Ergebnisse bedeuten, dass die Ernährungszustände der Uludağ Tannen in den oberen Stufen (ab 1300 m) günstiger sind. Denn Einerseits begünstigt die leicht zersetzende Tannenstreu eine gute Nährelementenkreislauf in den Tannenökosystemen und die hohe Ca-gehalte der Tannennadeln, -streu und Boden verhindern starke Auswaschung im Boden. Andererseits sind die Böden in oberen vertikal-zonalen Höhenstufen (über 1300 m) lockerer als unteren Stufen. Kolloidale Humuspartikeln werden mit der Hilfe des Sickerwassers der hohen Niederschläge in die Tiefe des Bodens transportiert, und sie zersetzen sich dort. Damit können die Tannenwurzeln die Nährelemente aus grösseren Bodenvolumen entnehmen. Auch die feuchte Klimaverhältnisse und Bergnebelbildung über 1300 m begünstigen die Ernährung der Tannen.

KAYNAKLAR

ÇEPEL, N. 1963. Kayın, meşe, karaçam ve göknar ağaçlarının asimilasyon organlarında bazı önemli besin maddelerinin mevsimlik değişimi üzerine araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü yayını, sıra No. 348, seri No. 35, Yenilik Basımevi - İstanbul.

Özeti: İst. Üni. Orman Fakültesi Dergisi seri A, cilt 8 sayı 1, 1958 (92 - 138).

HÖHNE, H. 1968. Die methodischen Grundlagen der Nadelanalyse unter besonderer Berücksichtigung von *Picea abies* (L.) und *Pinus sylvestris* (L.) Habilitation. TU Dresden (Tharandt).

IRMAK, A. (MUSTAFA ASAF) 1934. Beitrag zur Ökologie der Tanne. Dissertation, Sächsischen TH Dresden (Tharandt) Buzra, Buchdruckerei Otto Franke.

IRMAK, A. 1954. *Arazide ve laboratuvarında toprağın araştırılması metodları*. İst. Üni. Yay. No. 599, Orman Fakültesi Yay. No. 27, Halk Matbaası - İstanbul.

KANTARCI, M. D. 1978. *Aladağ Kütlesinin (Bolu) kuzey aklanındaki Uludağ Gök-narı ormanlarında yükselti-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması*.

(*Analytische Untersuchungen mancher Streu- und Bodeneigenschaften in den Tannenwäldern nach vertikal-zonalen Stufen auf dem Nordabfall des Aladağ-Massives bei Bolu-Türkei*).

İst. Üni. Yay. No. 2634, Orman Fakültesi Yay. No. 274, Matbaa Teknisyenleri Basımevi - İstanbul.

Özeti: İst. Üni. Orman Fakültesi Dergisi seri A, cilt 28, sayı 2 (60-116), 1978.

REEMTSMA, J. B. 1964. *Untersuchungen an Fichte und anderen Nadelbaumarten über den Nährstoffgehalt der lebenden Nadeljahrgänge und der Streu*. Dissertation, Göttingen.

REEMTSMA, J. B. 1966. *Untersuchungen über den Nährstoffgehalt der Nadeln verschiedenen Alters an Fichte und anderen Nadelbaumarten*. Flora, Abt. B - 156 (105-121).

REHFUESS, K. E. 1967/a. *Standort und Ernährungszustand von Tannenbeständen (Abies alba Mill.) in der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft*. Forstwiss. Cbl. 86 (321-348).

REHFUESS, K. E. 1967/b. *Ernährungszustand und Wuchsleistung südwestdeutscher Tannenbestände*. Mitt. Staatsforstverw. Bayern, 36 (244-265).

REHFUESS, K. E. 1968. *Beziehungen zwischen dem Ernährungszustand und der Wuchsleistung südwestdeutscher Tannenbestände (Abies alba Mill.)*. Forstwiss. Cbl. 87 (36-58).