

tarı arasında, konsantrasyon değişimlerini izah bakımından, belirli bağıntılar bulunmuştur.

A — GİRİŞ

Bir meşçerenin beslenme ekonomisi tetkik edilmek istenirse, bu durum en iyi bir şekilde hasılat ölçmeleri ile tespit edilebilir. Zira hasılat, diğer faktörler meyanında besin maddeleri tedarikinin de bir neticesidir. Hasılat ölçmeleri ile bir meşçerenin iyi veya kötü geliştiği tespit edilebilir. Fakat farklı artıma sebep olan faktörlerin bu metotla meydana çıkarılması mümkün değildir. Bunun için, bir meşçerenin iyi gelişememe sebebinin, beslenme şartlarından ileri gelip gelmediğinin tahkiki istenirse, ozaman bu hususta mevcut bir takım araştırma metodlarına baş vurmamak icabeder. Bu metodlar da şunlardır: Bahis konusu besin maddelerinin münferit veya kombinasyonlar halinde toprağa verilmesi şeklinde icra edilen *gübreleme tecrübeleri*, toprakta mevcut olup bitkiler tarafından alınabilecek durumda bulunan besin maddelerinin tespitine çalışan *kimyasal toprak araştırmaları* ve yetiştirme muhitinden alınan topraklarla yapılan *saksı tecrübeleri*.

Hava hallerinin ve gübrenin çeşitli kimyasal terkiplerinin netice üzerinde rol oynaması, bitki köklerinin en çok hangi derinlikte yayılıp, hangi köklerin daha çok besin maddesi aldığı henüz pek kat'i olarak bilinmemesi, topraktan besin maddelerini çözündürmek için laboratuvarında kullanılan kimyasal çözeltilerin, aynı maksatla kullanılan ve bitki kökleri tarafından salgılanan çözeltilerle aynı özellikte olmaması, yetiştirme muhiti şartlarının kısmen değiştirilmiş bulunması, yukarıda zikredilen metodların mahzurlu taraflarını ortaya koymaktadır. Bu sebeple yukarıda zikredilen araştırma gayesi için *yaprak ve ibre analizleri* bilhassa son zamanlarda çok kullanılan bir metod haline gelmiştir. Zira yaprak ve ibrelerin kül analizi sonucunda tâyin ve tespit edilen besin maddeleri ile birlikte, bu maddelerin alınmasında rol oynayan diğer faktörler de (iklim, toprak, individual farklar, v.s.) ihata edilmiş bulunmaktadır. C. O. Tamm (37, 38, 39, 40, 41, 42), V. T. Altonen (2,3), D. P. White (45), L. Leyton (17) ve H. Lundegardh (18) bunun en iyi misallerini vermişlerdir. Bilhassa son zamanlarda adı geçen bu araştırmacılar sayesinde yaprak ve ibre analizlerinin esas gayesi odun artımı ile ibre ve yapraklardaki besin maddeleri seviyesi arasında bir münasebet tesbitine yöneltilmiş bulunmaktadır. Bütün bu araştırmacıların müştereken belirttiklerine göre ağaçların asimilasyon organlarında mevcut besin maddeleri miktarları bilhassa yaprak ve ibre *nümunelerinin alınma zamanı*, *nümunelerin tâbi tutulduğu muamele*, *ağaç nevi* ve *yetiştirme muhiti* ile sıkı sıkıya ilgilidir. Bundan çıkarılacak netice her yetiştirme muhiti ve ağaç nevi için ayrı ayrı araştırmalar yapmak lâzım gelmektedir.

KAYIN, MEŞE, KARAÇAM VE GÖKNAR AĞAÇLARININ ASİMİLASYON ORGANLARINDA BAZI ÖNEMLİ BESİN MADDELERİNİN MEVSİMLİK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR ¹⁾

Yazan :

Dr. Necmettin ÇEPEL

Toprak İlimi ve Ekoloji Enstitüsünde Asistan

(İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Enstitüsü araştırmalarından)

Müdür : Prof. Dr. A. IRMAK

Ö Z E T

Bu araştırma ile, Belgrat ormanı ve Orman Fakültesi bahçesinde seçilen 2 şer adet kayın, meşe, göknar ve karaçam tecrübe ağaçlarından alınan yaprak ve ibrelerin kül çözeltilerinde en önemli besin maddelerinden azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum tâyin ve tesbit edilmiştir. Yaprak ve ibre nümuneleri, 1955 ve 1956 yıllarının vejetasyon devreleri zarfında, her ay bir defa olmak üzere alınmıştır. Yukarıda adı geçen besin maddelerinin mevsimlik konsantrasyon değişimi, aynı türe ait iki tecrübe ağacının bu bakımdan arz ettikleri individual farklar, muayyen bir yaprak yüzeyindeki besin maddeleri miktarı, yaprak ağırlığının gelişimi ve bunlar arasındaki münasebetler bu araştırma ile elde edilen neticeler arasındadır. Bilhassa yaprak ağırlığı, muayyen bir yaprak yüzeyi ve bu yüzeyde mevcut besin maddeleri mik-

¹⁾ Bu araştırma, Toprak İlimi ve Ekoloji Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Asaf İrmak tarafından doktora tezi olarak verilmiştir. Bu yazı, adı geçen araştırmanın Orman Fakültesi Dergisi için hazırlanmış bir özetidir.

Memleketimiz şartları için bu vadide şimdiye kadar yalnız A. Mustafa (20) tarafından göknarlar için yapılmış bir araştırma olduğundan, muayyen bir yetişme muhiti üzerinde bulunan en önemli ağaç türlerimizde (Kayın, meşe, karaçam ve göknar) ikinci bir araştırmanın yapılması, bu vadide bundan sonra yapılacak çalışmalara bir başlangıç teşkil etmek üzere ve muhtemel silvikültür problemlerine yardımcı olmak mülâhazası ile tatbik mevkiine konmuştur. Bu araştırma ile şark kayını, sapsız meşe, uludağ göknarı, karaçamın yaprak ve ibrelerinde iki vejetasyon devresi zarfında besin maddesi konsantrasyonlarının (100 gr. mutlak kuru yaprak ve ibrede mevcut besin maddesi miktarları) aydan aya değişimi, topraktan münferit yapraklara gelen besin maddesi miktarı, aynı türden iki ağaca ait individual farklar ve bunların arasındaki münasebetler tesbit edilmiş ve çalışılmıştır.

B — A r a ş t ı r m a n ı n y a p ı l ı ş ı

1) Tecrübe ağaçları ve yetişme muhitleri :

Araştırmada, tecrübe ağacı olarak Kayın (*Fagus orientalis*) ve meşe (*Quercus sessiliflora*) Belgrad ormanının Sarıtoprak mevkiindeki bir karışık meşçereden, Göknarlar (*Abies bornmülleriana*) fakülte bahçesindeki münferit ağaçlardan, karaçamlar ise fakülte civarındaki saf karaçam meşçeresinden seçilmiş bulunmaktadır. Kayın ve meşeler 12 m. boyunda olup 35-40 yaşlarında, göknarlar 10 m. boy ve 20 yaşında, karaçamlar ise 8 m. boyunda ve 20 yaşındadırlar.

Bu tecrübe ağaçlarının içinde bulunduğu yetişme muhiti, denizden ortalama olarak 120 m. yüksekte olup mutedil-sıcak bir iklime sahiptirler. Yıllık yağış yekûnu 1050 mm., yıllık sıcaklık ortalaması 13,2° C olup yağışların ekseriyeti kışın düşer (% 37,9). Tenebbüt mevsim olan yazın ise bu miktar % 14,2 dir. Kayın ve meşeler hafif balçık, göknarlar iskeletçe zengin balçık, karaçamlar ise (toz) kum toprağı üzerinde bulunmaktadır.

2) Nümunelerin alınması ve analizi :

Yapraklar ve bir yaşlı ibreler normal büyüklüğe erişir erişmez ilk nümuneler alınmış, yapraklarda ilk sarı lekeler görülünce nümuneye alınma son verilmiştir. Nümuneler 1955 ve 1956 yıllarının vejetasyon devrelerinde her ay bir defa ağaçların güney kısmından ve her zaman tepe tacının muayyen yüksekliğinden dal makası ile küçük dalcıklar halinde kesilerek alınmıştır. Araştırılan yaprak ve ibreler ışık yaprak ve ibreleridir. Bir yaşlı ibrelerle (tecrübenin yapıldığı yılın ilkbaharında tomurcuklardan çıkmış bulunan) beraber aynı dal üzerinde bulunan 2 yaşlı (bir evvelki senenin ilkbaharında teşekkül edenler) ibreler de araştırılmıştır. Nümuneye almayı müteakip bir ve iki yaşlı ibreler birbirinden ayrılmış, yaprakların ozalit kâğıdı üzerine

şekilleri çıkartılmış (besin maddesi miktarlarını hesaplayabilmek için, ilk önce 105°C de kurutulmuş rutubet muhtevaları tâyin edilmiş, bilâhara de yakma fırınında 550°C de yakılıp kül edilerek tuz asidi ile kül çözeltisi elde edilip bu çözeltide kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum ve ayrıca da azot tâyin edilmiştir.

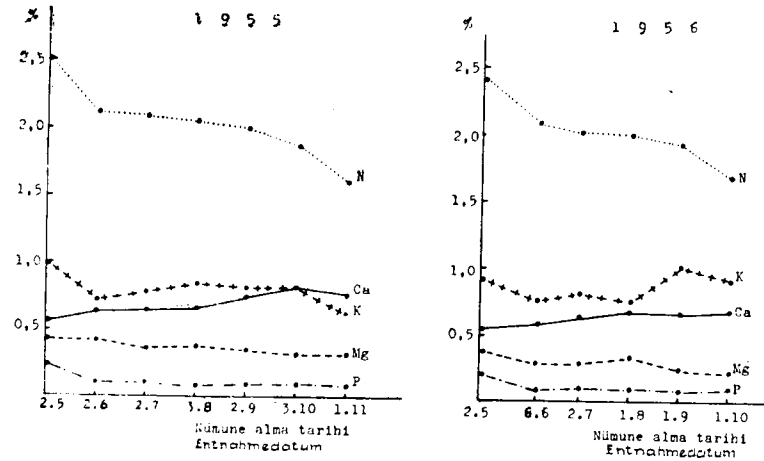
C — Y a p r a k v e i b r e l e r i n a n a l i z n e t i c e l e r i

Her ağaç cinsine ait 2 tecrübe ağacından alınan yaprak ve ibre nümuneleri ayrı ayrı analize tâbi tutulup, neticelerin mütalâasını kolaylaştırma gayesi ile bilâhara analiz neticelerinin ortalaması alınarak cetveller tanzim edilmiş ve bu cetvellere dayanarak da grafikler çizilmek suretiyle neticelerin tetkiki basitleştirilmiye çalışılmıştır. Her iki tecrübe ağacına ait ferdi analiz neticeleri de ayrı bir bahiste münakaşa edilmiştir. Analiz neticeleri şu şekilde özetlenebilir :

I. 1955 ve 1956 vejetasyon devrelerinde besin maddesi (% si) konsantrasyon değişimleri.

1. K a y ı n :

Cetvel la ve grafik 1. de görüldüğü üzere kalsiyumun istisnasile, bütün besin maddeleri konsantrasyonu vejetasyon devresinin başlangıcında az ve-



Grafik No : 1

Kayın yapraklarının 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyonları değişimi. (İki tecrübe ağacına ait neticelerin ortalaması olarak)
Die Nährelementkonzentrationen in Buchenblättern im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956. (Durchschnittlichewerte der 2 Probebäume)

ya çok miktarda düşmektedir. Bu azalış ilkbaharda yaprak ağırlığının şiddetle artmasından ileri gelmektedir. (Grafik 11 ve cetvel 11 ile mukayese et). Bu devrede topraktan yapraklara gelen besin maddelerinin miktarının da artmasına rağmen, bu artış yaprak ağırlığının artışına ayak uyduramadığından konsantrasyon düşmektedir. Kalsiyumda ise durum başkadır. Kalsiyum topraktan oldukça fazla miktarda alınmakta ve bu miktar yaprakların ağırlık artımına nisbetle daha fazla olduğundan kalsiyum konsantrasyonu devamlı olarak artmaktadır. (Grafik 13 ile mukayese et). Ağustos veya Eylül'e kadar oldukça sabit kalan besin maddesi konsantrasyonları Eylül'den itibaren bilhassa azot ve potasyum konsantrasyonu tekrar bir düşüş göstermektedirler. Sonbaharda meydana gelen bu azalma ve bu devrede besin maddelerinin gövde ve dallardaki yedek besin maddesi depolarına çekilmelerinden veya bilhassa bu yetiştirme muhitinde fazlaca düşen sonbahar yağmurları ile yapraklardan yıkanmalarından veyahut da her ikisinin müşterek tesirinden meydana gelebilir. C. O. Tamm (38), Ramann (24) ve N. Swart (36) bu ihtimallerin gerçek olduğunu araştırmaları ile tesbit etmişlerdir. Her ne suretle olursa olsun 11 No. lu cetvelin tetkikinden anlaşılacağı üzere 1955 Ekim ayından Kasım'a kadar 1 cm² yaprak ağırlığının % 10'unu kaybettiği halde potasyum miktarında % 35, Azotta ise % 25 bir azalış bulunmaktadır. Magnezyum ve fosfor ise sonbaharda nisbeten daha küçük miktarlarda bir azalış göstermektedirler.

Her iki yıla ait neticeleri kendi aralarında mukayese edersek her iki yılın (1955 ve 1956) vejetasyon devrelerinde konsantrasyon değişimlerinin seyri umumî olarak birbirlerine çok benzemektedir. Buna rağmen bazı ufak farklar da mevcuttur. Meselâ 1956'nın Mayıs ayındaki konsantrasyon seviyesi 1955'e nazaran düşüktür. Bunun sebebi 1956 ilkbaharının daha sıcak olması hasebile yaprakların erken gelişmiş olmasıdır. (1955 yılının 2 Mayıs'ında 1 cm² yaprak 4,5 mg. iken 1956'nın aynı tarihinde bu miktar 5,3 mg. olarak tesbit edilmiştir). Havaların 1956 yazında da devamlı olarak kurak oluşu yaprakların vaktinden evvel sararmasına mücip olarak 1955 te olduğu gibi 1956 kasımında nümune alınmasına imkân vermemiştir. Diğer inhiraf- lar, bilhassa potasyum için bir izah tarzı bulunamamıştır.

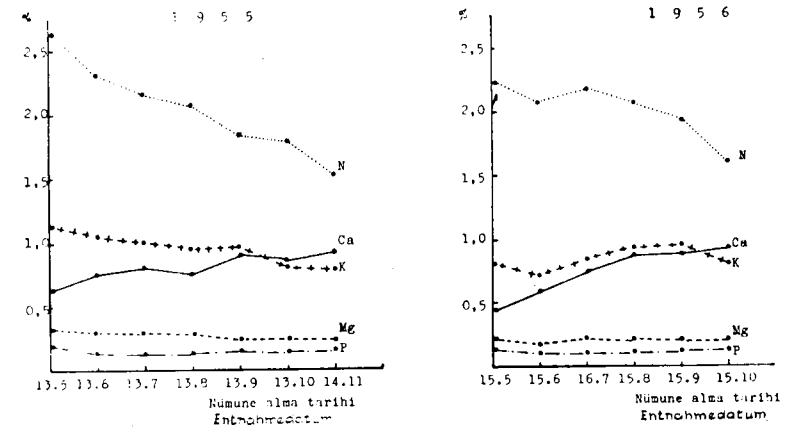
2 — Meşe:

Cetvel 1 b. ve grafik 2. den azot konsantrasyonunun bilhassa 1955 yılı vejetasyon devresinde muntazam olarak azaldığı göze çarpmaktadır. Bunun dışında diğer besin maddeleri kayına benzer şekilde bir seyir göstermektedirler. Yalnız cetvel 1 b. de nazarı dikkati çeken bir cihet, her iki yılın vejetasyon devresi başlarında muayyen besin maddelerine ait konsantrasyon değerleri birbirinden çok farklı olduğu halde devre sonunda bu fark asgarî

hadde inmektedir. Bu, bilhassa aşağıdaki cetvelde bâriz olarak görülmektedir.

		Ca	Mg	P	K	N
1955	Mayıs	0,623	0,319	0,234	1,127	2,635
1956	Mayıs	0,445	0,197	0,190	0,822	2,216
1955	Ekim	0,850	0,240	0,165	0,820	1,784
1956	Ekim	0,911	0,233	0,149	0,833	1,592

Bu neticeler araştırmanın yapıldığı yetiştirme muhiti şartları altında kül analizleri için lüzumlu yaprak nümunelerinin hangi zaman kesiminde alınması lâzım geleceği sualinin münakaşasını ortaya atmaktadır ki bu hususa ileride ayrıca temas edilecektir.



Grafik No: 2

Meşe yapraklarının 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyonları değişimi.
(İki tecrübe ağacına ait neticelerin ortalaması olarak)

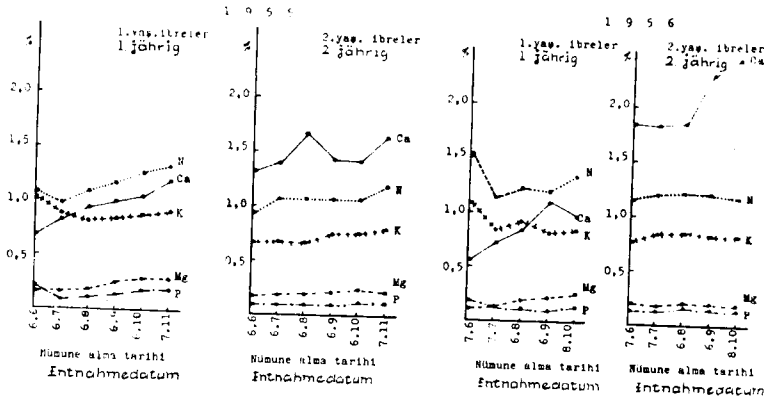
Die Nährelementkonzentrationen in Eichenblättern im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956.
(Durschnittlichewerte der 2 Probestämme)

3 — Gök nar:

Bir yaşlı ibrelerde azot konsantrasyonu, vejetasyon devresinin başında bir miktar azalmakta bundan sonra kayının aksine olarak devamlı bir şekilde artmaktadır. 2 yaşlı ibrelerde ise devamlı bir artış görülmektedir. (Cetvel 2 grafik 3. ile mukayese et). Bir yaşlı ibrelerde potasyum ve fosfor

konsantrasyonları vejetasyon devresi başında bir miktar düşmekte bunu müteakip oldukça konstant kalmaktadır. Magnezyum ise vejetasyon devresinin başından itibaren az da olsa devamlı bir artış göstermektedir. 2. Yaşlı ibrelerde ise kalsiyumun istisnasıyla besin maddeleri konsantrasyonları oldukça dar sınırlar içinde değişmektedir. Kalsiyum konsantrasyonu vejetasyon devresi içinde devamlı olarak artmakla beraber artan ibre yaşı ile de çoğalmaktadır. A. Mustafa (Prof. Dr. Asaf Irmak) (20) da Bozüyük cirında Gökmar ormanlarında yaptığı araştırmada böyle bir neticeye varmıştır. Aşağıdaki rakamlar bunu bâriz olarak göstermektedir.

Küllük % Cao			Kömürsu % Cao			ibreler
1. yaşlı	3. yaşlı	5. yaşlı	1. yaşlı	3. yaşlı	5. yaşlı	
1,773	3,217	4,086	1,741	1,880	2,926	



Grafik No: 3

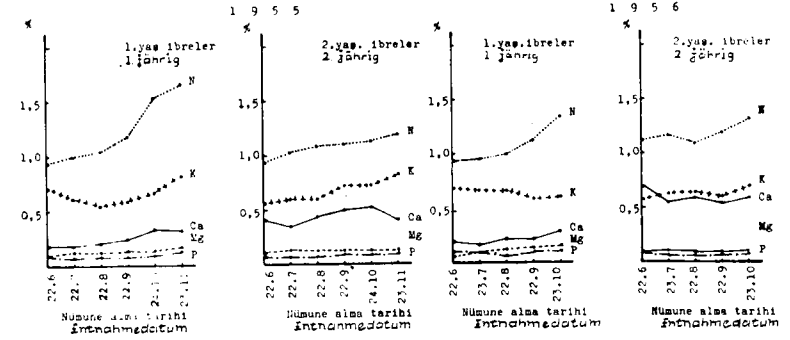
1 ve 2 yaşlı gökmar ibrelerinin 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyonları değişimi. (İki tecrübe ağacına ait neticelerin ortalaması olarak)

Die Nährelementkonzentrationen in Tannennadeln im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956. (Durchschnittlichwerte der 2 Probebäume)

4 — Karaçam :

Cetvel 3. ve grafik 4. ten görüldüğü üzere 1. yaşlı ibrelerde azot daimî olarak artmaktadır. C. O. Tamm (39) in aksine olarak azot konsantrasyonunun vejetasyon devresi başında bir azalış yerine artış gösterme sebebi ilk nümune alma zamanının (22 Haziran) adı geçen araştırmacının nünuneleri

aldığı zamana nazaran biraz geç olması ile izah edilmesi mümkündür. 2 yaşlı ibrelerde de azot daimî olarak artmaktadır. Magnezyum ve fosfor önemli bir değişme göstermemektedirler. Potasyum 2 yaşlı ibrelerde daimî olarak artmakta 1 yaşlı ibrelerde ise 1955 ve 1956 yılları kendi aralarında farklar göstermektedir.



Grafik No: 4

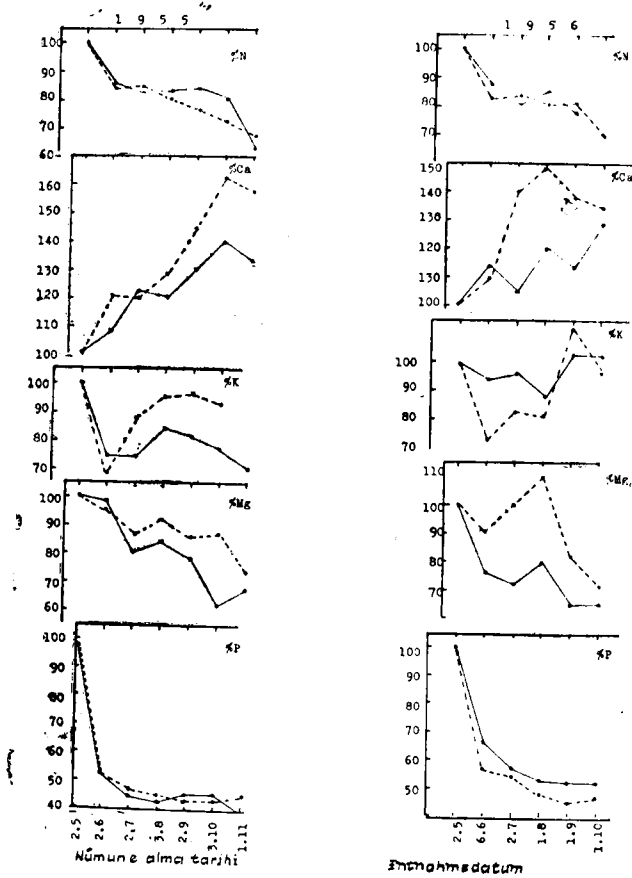
1 ve 2 yaşlı Karaçam ibrelerinin 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyonları değişimi. (İki tecrübe ağacına ait neticelerin ortalaması olarak)

Die Nährelementkonzentrationen in Schwarzkiefernadeln im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956. (Durchschnittlichwerte der 2 Probebäume)

II — Aynı türden iki tecrübe ağacının besin maddesi konsantrasyonu bakımından individüel farkları.

Yaprak ve ibre analizleriyle meşçerenin beslenme ekonomisi ve toprağın besin maddelerini bitkilere verebilme kabiliyeti tesbit edilmek istenirse, aynı yetiştirme muhiti üzerinde bulunan, aynı türe ait münferit ağaçların muayyen zamanlarda ve muayyen besin maddeleri konsantrasyonu bakımından birbirine nazaran ne dereceye kadar farklı olduklarının bilinmesi icabetmektedir. Ancak bundan sonra, iyi bir ortalama nünunenin alınabilmesi için az sayıda ağaçla mı iktifa edilmesi lâzım geldiği yoksa çok sayıda ağaçlardan mı nümune alınması icap ettiği meydana çıkarılmış olur. Bu hususun etraflı bir şekilde bu çalışma içersinde tetkik edilip neticelerin istatistikî olarak sağlanması maddeten imkânsız bulunduğundan, aynı türe ait olan ve yan yana bulunan ağaçlardan ikişer tecrübe ağacı alınmak suretiyle bunların yaprak ve ibreleri ayrı ayrı analize tâbi tutulmuş böylece individüel farklar hakkında umumî bir fikir verilmeye çalışılmıştır. Neticeler Cetvel No. 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve grafik No. 5, 6, 7, 8 de görülmektedir. Adı geçen bu

çetvel ve grafiklerin tetkikinden elde edilecek neticeleri şu şekilde sıralayabiliriz. Aynı türden olan ve aynı yetiştirme muhiti üzerinde bulunan iki tecrübe ağacında :



Grafik No : 5

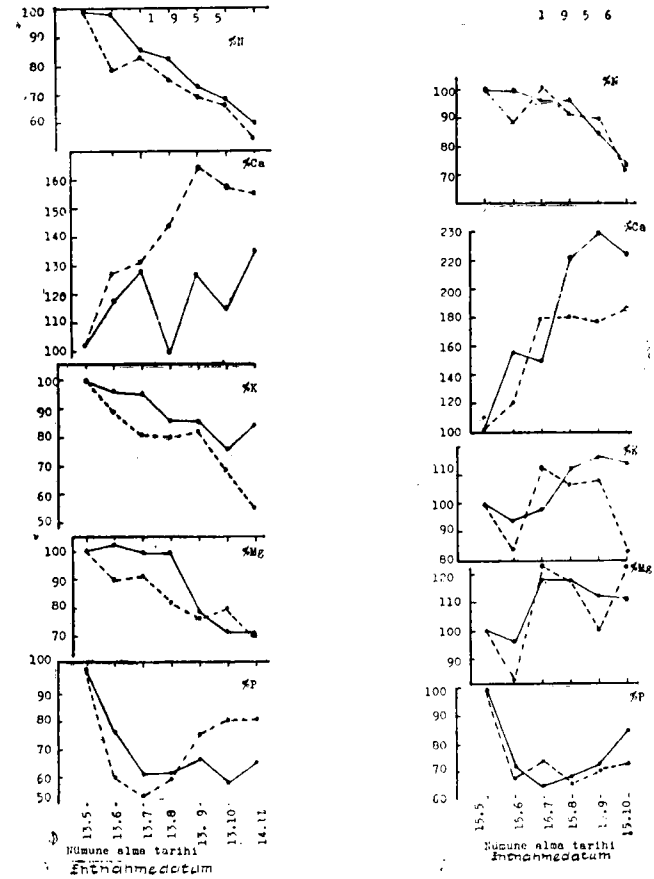
Kayının iki deneme ağacına ait analiz neticelerini (besin maddesi konsantrasyon değişimleri) ayrı ayrı gösterir grafik.

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in Blättern einzelner Probebäume der Buche

- 1.) Besin maddesi konsantrasyonlarının vejetasyon devresi içindeki değişim seyri aynı istikamet ve mânada seyretmektedir.
- 2.) Muayyen besin maddelerinin konsantrasyonu belli bir zaman kesiminde her iki tecrübe ağacı için oldukça büyük farklar gösterebilir. (Grafik 5. teki 1956 yılı kalsiyum ve magnezyum).

- 3.) Vejetasyon devresinin sonuna doğru farklar azalmaktadır.
- 4.) İbrelilerin göstermiş oldukları individüel farklar yapraklılara nazaran daha fazladır.

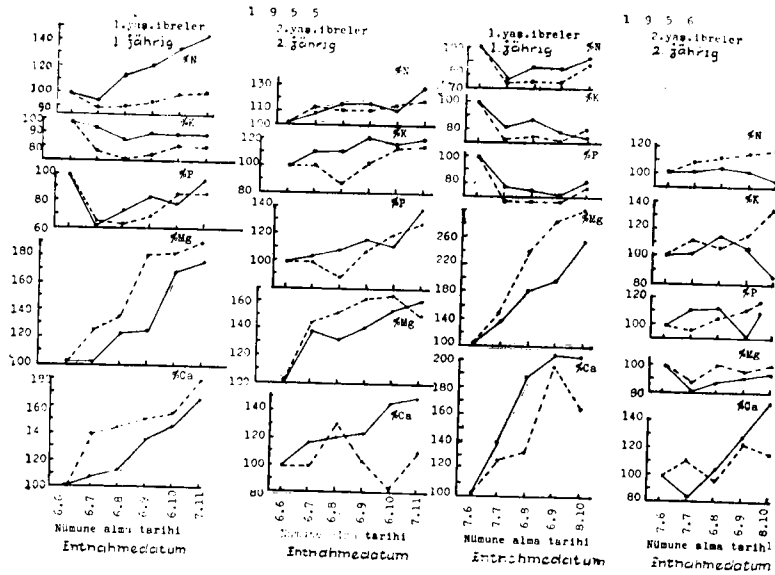
Bu araştırma neticelerinden anlaşılıyor ki her hangi bir yetiştirme muhiti evvelce izah edilen mânada etüdü için bir iki ağaçla iktifa etmek hatalı sonuçlar doğuracaktır. V. T.Aaltonen bu maksatla 1/2 hektarlık sahadan 8-10 tecrübe ağacı alınmasını tavsiye etmektedir.



Grafik No : 6

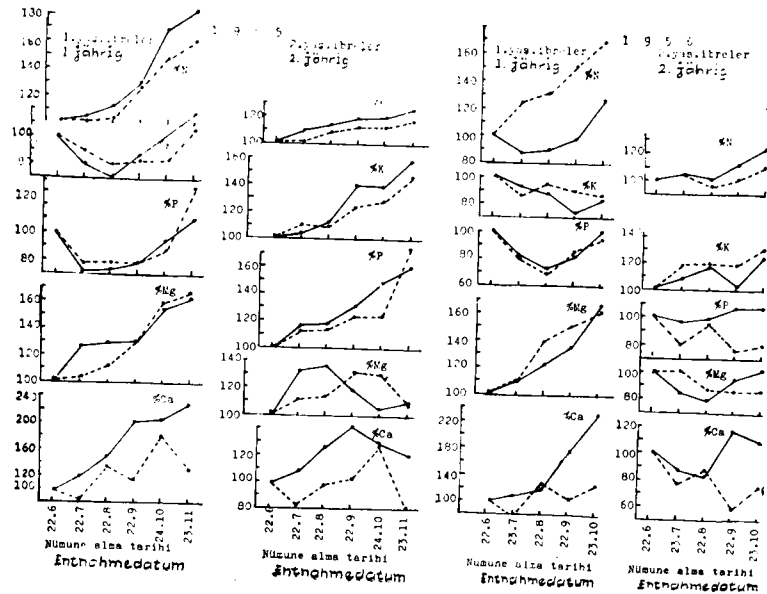
Meşenin iki deneme ağacına ait analiz neticelerini (besin maddesi konsantrasyon değişimleri) ayrı ayrı gösterir grafik.

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in Blättern einzelner Probebäume der Eiche.



Grafik No: 7

Göknaarın iki deneme ağacına ait analiz neticelerini (besin maddesi konsantrasyon değişimlerini) ayrı ayrı gösterir grafik. Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Nadeln einzelner Probabäume der Tanne.



Grafik No: 8

Karaçamın iki tecrübe ağacına ait analiz neticelerini (besin maddesi konsantrasyon değişimleri) ayrı ayrı gösterir grafik. Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Nadeln einzelner Probabäume der Schwarzkiefer

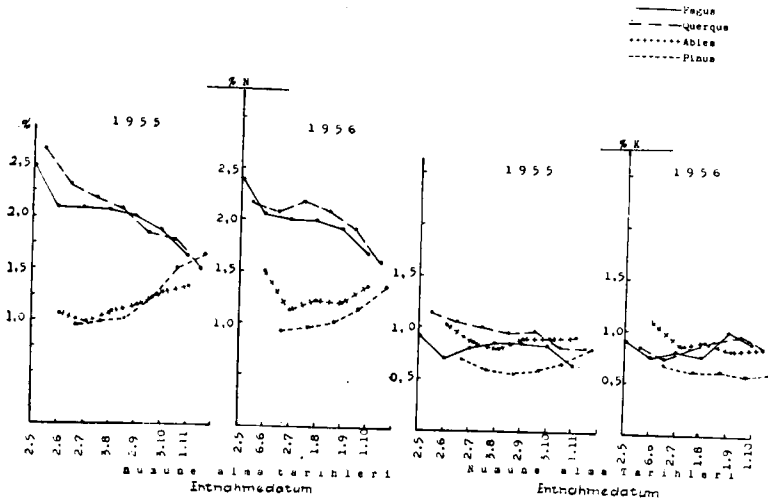
III— Muhtelif ağaç türlerinin, besin maddesi konsantrasyonu bakımından birbirleri ile mukayesesi.

Muayyen besin maddelerinin araştırılan dört ağaç nevinde ne şekilde değiştiğinin ağaç türlerine göre mukayeseli olarak etüdünü yapabilmek ve hangi ağaç nevelerinin besin maddesi konsantrasyonu bakımından diğerlerine nazaran daha yüksek seviyede bulunduğunu gösterebilmek için grafik 9 a. ve 9 b. tanzim edilmiştir. Neticeleri şu şekilde özetleyebiliriz :

- A z o t** : İbre ve yapraklılarda hemen hemen tamamen farklı bir şekilde seyretmektedir. Yapraklılarda Vejetasyon devresi süresince devamlı olarak azaldığı halde, ibrelilerde vejetasyon devresinin başında durum aynı olmakla beraber, bilâhara devamlı bir artış görülmektedir.
- F o s f o r v e** Bu iki besin maddesi azotun aksine olarak her dört ağaç nevinde de benzer seyir göstermektedir.
- M a g n e z - y u m** : Azota Benzer bir seyir göstermektedir.
- K a l s i y u m** : Her dört ağaç nevinde de devamlı olarak artmaktadır. Yalnız karaçamın çok düşük bir seviye ile diğer üç ağaç nevinin takip ettiği nazarı dikkati celbetmektedir.

Konsantrasyon seviyesi itibariyle araştırılan ağaç nevelerini kendi aralarında sıralarsak :

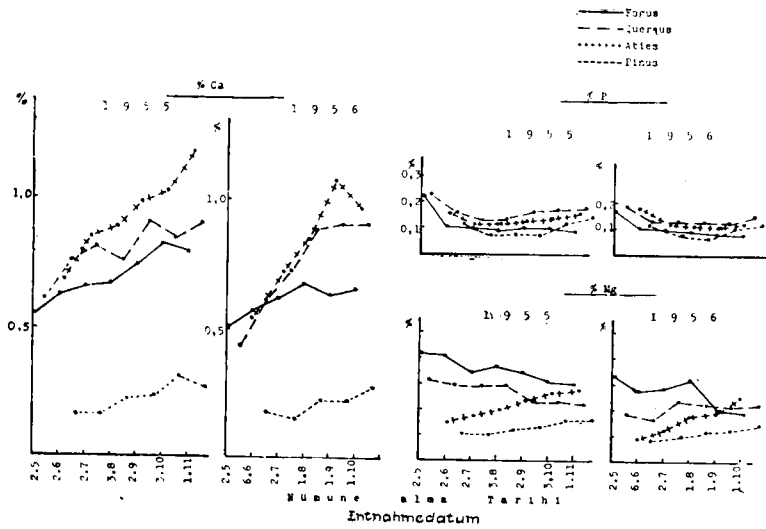
- M e ş e** : N, K, P, Ca Konsantrasyonları bakımından bu dört ağaç nevinin başında gelmektedir. Yalnız göknar kalsiyum konsantrasyonu itibariyle meşeye faiktir.
- K a y ı n** : N, K, P, Mg Konsantrasyonları ile meşeyi takip etmektedir. Hattâ Mg. konsantrasyonu meşeden daha yüksektir.
- G ö k n a r** : Ca Konsantrasyonu itibariyle bu dört ağaç nevinin başında, diğer besin maddeleri bakımından üçüncü mevkide gelmektedir.
- K a r a ç a m** : Oldukça büyük farklarla en sonda gelmektedir. Meselâ 1955 yılının aylık ortalaması olarak meşenin 3/5 i kadar azot, 2/3 ü kadar potasyum ve fosfor, 1/2 si kadar magnezyum, 1/4 ü kadar kalsiyum konsantrasyonuna sahiptir.



Grafik No: 9 a

Muhtelif ağaç nevelerinin ibre ve yapraklarındaki azot ve potasyum konsantrasyonunun değişimini mukayeseli olarak gösterir grafik.

Die Stickstoff- und Kaliumkonzentrationen in den Nadeln und Blättern verschiedener Holzarten.



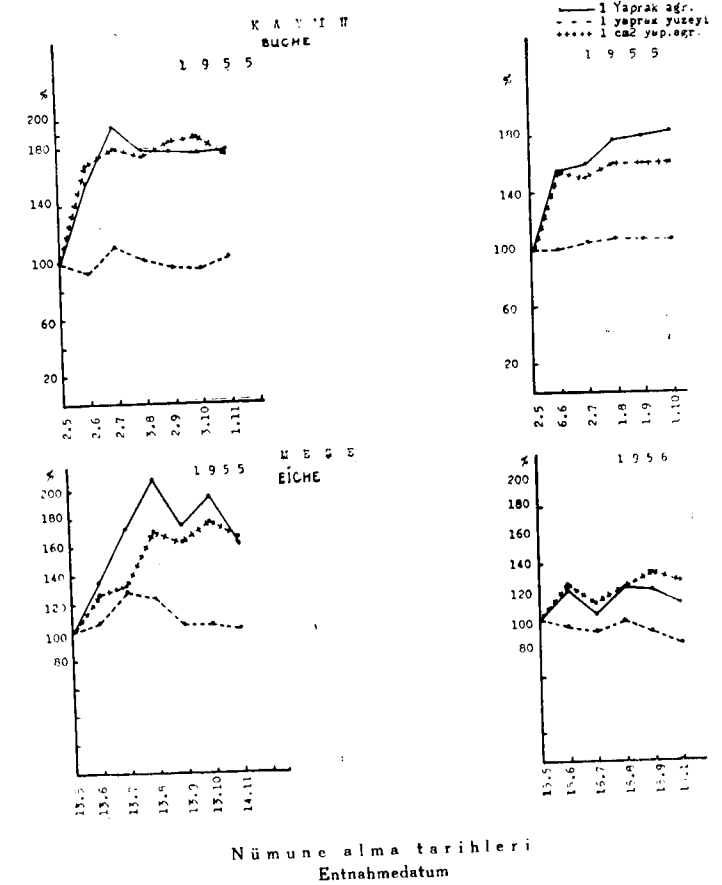
Grafik No: 9 b

Muhtelif ağaç nevelerinin ibre ve yapraklarındaki fosfor, magnezyum ve kalsiyum konsantrasyonunun değişimini mukayeseli olarak gösterir grafik.

Die Phosphor-Magnesia- und Kalziumkonzentrationen in den Nadeln und Blättern verschiedener Holzarten.

IV - Besin maddesi konsantrasyonu, münferit yaprak ağırlıkları ve besin maddesi miktarları arasındaki münasebetler.

Asimilasyon organlarının besin maddesi ekonomisi hakkında bilgi edinilmek istenirse, besin maddesi konsantrasyonları yanında besin maddesi miktarlarının da tesbit edilmesi gerekmektedir. Tek taraflı tesbitler şaşırıcı neticeler verebilir. Zira, meselâ konsantrasyonun azalması, her zaman yaprak ve ibrelere gelen besin maddelerinin de azalmış olacağına delâlet etmez.

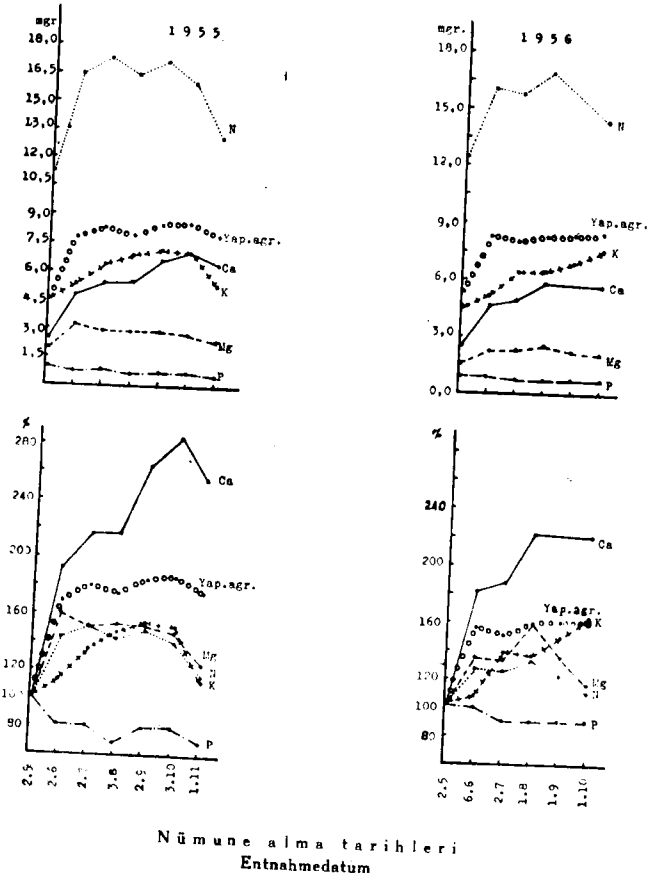


Grafik No: 10

Kayın ve Meşenin münferit yaprak yüzeyi, yaprak ağırlığı ve birim yaprak ağırlığı arasındaki münasebetleri gösterir grafik. (60-70) yaprak ortalaması)

Beziehungen zwischen den Blattflächen, Blattgewichten und Blattflächengewicht von Buche und Eiche. (Durchschnittliche Werte von 60-70 Blättern)

Yaprak veya ibre ağırlık artımının da bunda rolü vardır. Bu sebeple bu nevi çalışmalarda münferit yaprak ağırlıklarının ve yüzeylerinin de tespiti gerekmektedir. Böylece yaprak ağırlığı, konsantrasyon ve besin maddesi miktarı arasında münasebetler meydana çıkarılmış ve konsantrasyon değişimleri sebepleri ile izah edilebilmiş olur. Bu araştırmada kayın ve meşe yapraklarının münferit yüzey ve ağırlıkları tespit edilerek besin maddesi miktarları da hesaplanmıştır. Neticeler Cetvel No. 10, 11 a. ve 11 b. de grafik No. 10, 11 ve 12 de toplu halde görülmektedir.

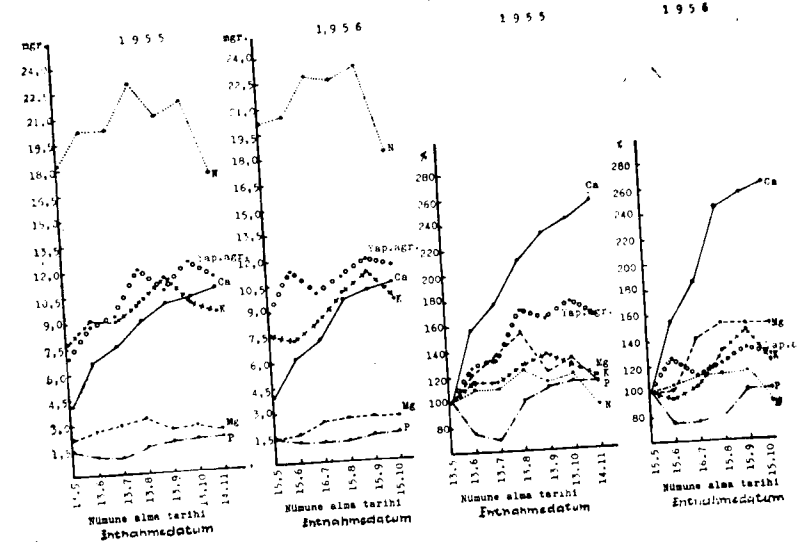


Grafik No: 11

1 Dsm² kayın yaprağında mevcut besin maddeleri miktarının iki vejetasyon devresi zarfındaki değişimi (60-70 yaprağın ortalaması olarak).

Nährelementmengen in einem Qdsm. Blättfläche von Buche.
(Durchschnittliche Werte von 60-70 Blättern).

Cetvel No. 10 ve grafik No. 10 dan kolayca görüleceği üzere her ay alınan yapraklara ait ağırlık seyri gayri muntazam bir durum göstermektedir. Bunun sebebi bir ağaç üzerinde çok çeşitli büyüklükte yaprakların bulunması hesabıyla her ay ortalama büyüklükte yaprakların alınmamasıdır. Bu bakımdan besin maddesi miktarlarının mütalâası için her ay gayrimüsvi yüzeylerin birbirleri ile karşılaştırılarak bir hataya sebebiyet verilmemesi için 1 dsm² yaprakta mevcut besin maddeleri miktarları mg. olarak hesaplanmıştır.



Grafik No: 12

1 Dsm² meşe yaprağında mevcut besin maddeleri miktarının iki vejetasyon devresi zarfındaki değişimi (60-70 yaprağın ortalaması olarak).

Nährelementmengen in einem qdsm. Blättfläche von Eiche.
(Durchschnittliche Werte von 60-70 Blättern).

Bu hesaplardan elde edilen neticelere göre azot miktarı her iki ağaç nevinde de vejetasyon devresinin başından itibaren artmaktadır. Temmuzdan Eylül'e kadar oldukça konstant kalmaktadırlar. Devre sonunda ise bir azalış görülmektedir. Potasyum miktarı da buna benzer bir seyir göstermektedir. Magnezyum ve fosfor dar sınırlar içinde değiştiği halde kalsiyum miktarı daimi, bir artış göstermektedir.

Yapraklarda bulunan besin maddesi miktarları mutlâk değer itibarıyla kendi aralarında karşılaştırılırsa en yüksek miktarla azot başta gelmekte, bunu potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosfor takip etmektedir.

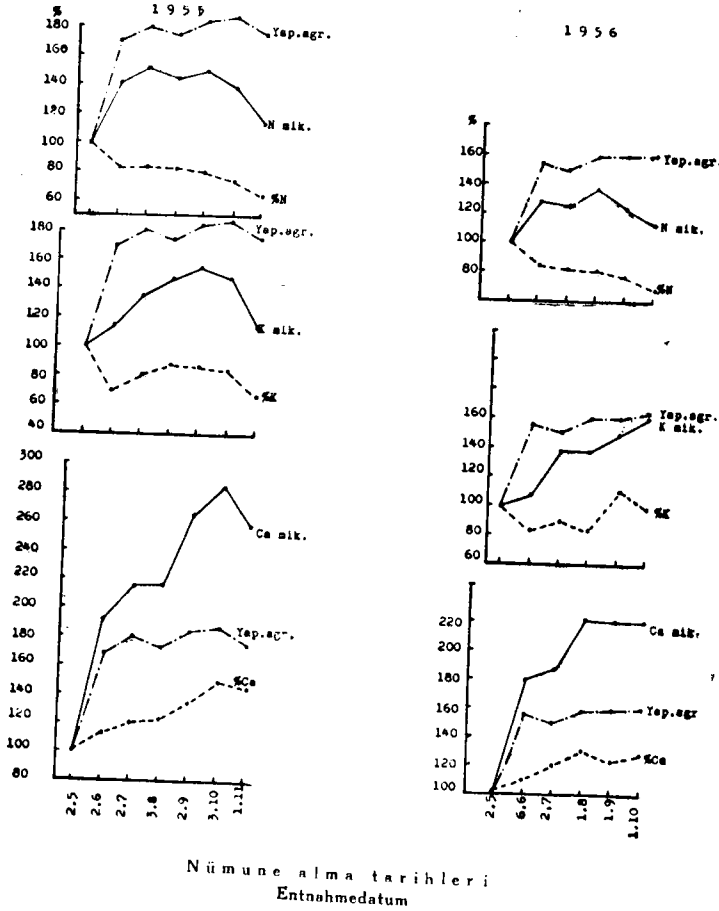
Aralarındaki nispet :

N : P = 18 : 1

K : P = 7 : 1

Ca : P = 6 : 1

Mg : P = 3 : 1 şeklindedir.



Grafik No: 13

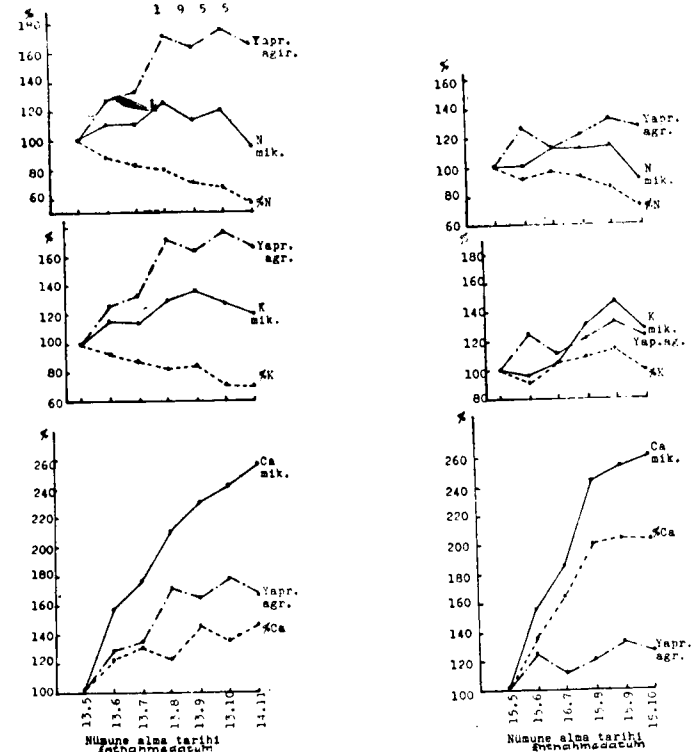
Kayın yapraklarında besin maddesi miktarlarıyla, besin maddesi konsantrasyonu ve yaprak ağırlığı arasındaki münasebetleri gösterir grafik.

Beziehungen zwischen den Nährelementkonzentrationen und Mengen sowie Blattgewichte der Buche.

Kısaca temas edilen bu besin maddesi miktarları ile evvelce izah edilen konsantrasyon değişimleri birbirleri ile karşılaştırılır ve bu arada yaprak

ağırlığı da hesaba katılırsa aradaki münasebetler bâriz bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

cunda varılan neticeyi şu şekilde formüle edebiliriz :



Grafik No: 14

Meşe yapraklarında besin maddesi miktarlarıyla, besin maddesi konsantrasyonu ve yaprak ağırlığı arasındaki münasebetleri gösterir grafik.

Beziehungen zwischen den Nährelementkonzentrationen und Mengen sowie Blattgewichte der Eiche.

(Grafik No. 13 ve 14 yardımı ile yapılacak bu mukayese sonucunda varılan neticeyi şu şekilde formüle edebiliriz :

Bir besin maddesinin alınma miktarı, yaprak kuru maddesinin artımına nazaran fazla ise, artan besin maddesi miktarı ile birlikte konsantrasyon da artacaktır (kalsiyumda olduğu gibi). Tersine olarak, yaprak kuru maddesinin artışı, besin maddesi miktarının artışına nazaran daha fazla bir nispette cereyan ediyorsa bu takdirde konsantrasyon düşecektir. (Grafik 13 ve 14 te azot ve potasyum eğrilerinde gayet bâriz olarak görüldüğü gibi).

D — A r a ş t ı r m a n e t i c e l e r i

Bu araştırma ile elde edilen neticeleri şu şekilde sıralayabiliriz:-

1. Besin maddesi konsantrasyonları aydan aya, yıldan yıla ve ağaç türlerine göre değişmektedir. Bir vejetasyon devresi içinde besin maddesi konsantrasyonlarının değişimi mütaalâ edildiği zaman, bilhassa devrenin başında (ilkbahar) ve sonunda bu değişimler fazla olmakta, bu iki devre arasında oldukça konstant kalmaktadır. Bu bakımdan ibreliler ile yapraklılar arasında farklar mevcuttur.
2. Sonbaharda dökülmek üzere bulunan kayın ve meşe yapraklarında tespit edilen besin maddesi miktarları, yaprak dökümü vasıtasıyla meydana getirilen besin maddesi devri daimî ve orman humusunun değerini bâriz olarak ortaya koymaktadır.
3. Ormanda yapılan gübrelemenin veya tatbik edilen herhangi bir silvikültürel muamelenin, meşçere beslenme ekonomisi üzerinde meydana getirdiği tesiri kül analizleri ile meydana çıkarmak istediğimizde aşağıdaki hususların behamahal nazarı itibare alınması gerekmektedir:
 - a) Aynı türden olan münferit ağaçlardaki konsantrasyon değişimleri aynı istikamet ve mânada seyretmesine rağmen, muayyen zamanlarda çok farklı individüumları gösterdiklerinden ortalama nümüne 1/2 Ha. lık sahaya yayılmış ağaçlardan seçilecek 8-10 ağaçtan alınmalıdır.
 - b) Alınan nümüneler daima ışık veya gölge yapraklarından ve her ağacın aşağı yukarı aynı yüksekliğine tekabül eden kısımlarından olmalıdır. (Avrupa'da ibrelilerin tepeden itibaren üçüncü yıllık halkasına ait ışık ibrelerinden nümüne alınmaktadır).
 - c) Memleketimiz şartları altında kayın ve meşe yapraklarının besin maddesi konsantrasyon değişimleri Temmuz - Ağustos arasında oldukça konstant kaldığından bu devir nümüne alma için müsaittir. Çam ve göknarlardan alınacak nümüneler için müsait zamanın ne olacağı hakkındaki sual bu araştırma neticelerine göre maalesef cevaplandırılmıyacaktır. Ancak bir, hattâ iki sene müddetle ve her ay nümüne alma suretiyle devamlı olarak yapılacak araştırmalar sonucunda bu husus tespit edilebilecektir.
 - d) Tecrübe ağaçları yol hendek kenarı gibi anormal mevkiilerde seçilmemelidir.
 - e) Konsantrasyon değişimlerinin izahını yapabilmek için, yaprak yüzeyleri veya 100 ibreye ait ağırlıkları ölçülüp tespit edilmiştir.

Cetvel (Tabelle) No. 1

Kayın ve meşe yapraklarının 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi değişimi.

(İki tecrübe ağacına ait analiz neticelerinin ortalaması olarak)

Die Nährelementkonzentrationen in Buchen-und Eichenbättern im Laufe der Vegetationsperioden 1955, und 1956

(Durchschnittliche Werte der 2 Probebäume)

a.) Kayın (Buche)

Nümüne alma tarihleri Zeitpunkt der Probenahme	Mutlak kuru yaprak maddesinin % si olarak % i. pflanzl. Trockensubstanz				
	Ca	Mg	P	K	N
2. 5.1955	0,550	0,420	0,220	0,975	2,495
2. 6.1955	0,630	0,410	0,115	0,700	2,108
2. 7.1955	0,665	0,350	0,100	0,778	2,090
3. 8.1955	0,677	0,370	0,095	0,863	2,055
2. 9.1955	0,752	0,345	0,100	0,850	2,008
3.10.1955	0,833	0,315	0,100	0,831	1,880
1.11.1955	0,803	0,300	0,090	0,658	1,620
2. 5.1956	0,510	0,340	0,175	0,890	2,400
6. 6.1956	0,570	0,280	0,106	0,750	2,065
2. 7.1956	0,620	0,290	0,100	0,807	2,001
1. 8.1956	0,680	0,320	0,090	0,760	2,009
1. 9.1956	0,640	0,240	0,085	1,000	1,910
1.10.1956	0,665	0,230	0,085	0,900	1,675

b.) Meşe (Eiche)

13. 5.1955	0,623	0,319	0,234	1,137	2,635
13. 6.1955	0,767	0,304	0,158	1,060	2,305
13. 7.1955	0,819	0,297	0,132	1,003	2,170
13. 8.1955	0,760	0,290	0,140	0,944	2,075
13. 9.1955	0,911	0,246	0,166	0,960	1,865
13.10.1955	0,850	0,240	0,165	0,820	1,784
14.11.1955	0,909	0,224	0,170	0,805	1,514
15. 5.1956	0,445	0,197	0,190	0,822	2,216
15. 6.1956	0,610	0,179	0,132	0,734	2,074
16. 7.1956	0,737	0,239	0,133	0,865	2,185
16. 8.1956	0,890	0,234	0,128	0,906	2,085
15. 9.1956	0,914	0,220	0,137	0,950	1,925
15.10.1956	0,911	0,233	0,149	0,833	1,592

Cetvel (Tabelle) No. 2

1 ve 2 yaşlı göknar ibrelerinin 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyonları değişimi.

(İki tecrübe ağacına ait neticelerin ortalaması olarak)

Die Nährelementkonzentrationen in Tannennadeln im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956. (Durchschnittliche Werte der 2 Probebäume)

Nümune alma tarihi	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i pflanzl. Trockensubstanz									
	Ca		Mg		P		K		N	
Zeitpunkt der Probenahme	İ b r e l e r i n y a ş ı Alter der Nadel									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
6. 6.1955	0,684	1,305	0,157	0,150	0,172	0,105	1,035	0,665	1,080	0,950
6. 7.1955	0,855	1,395	0,178	0,212	0,110	0,107	0,880	0,702	0,985	1,055
6. 8.1955	0,892	1,665	0,205	0,218	0,120	0,105	0,800	0,665	1,090	1,078
6. 9.1955	0,990	1,438	0,240	0,230	0,134	0,117	0,850	0,740	1,150	1,085
6.10.1955	1,035	1,395	0,276	0,240	0,144	0,123	0,884	0,768	1,250	1,080
7.11.1955	1,185	1,645	0,285	0,243	0,160	0,140	0,896	0,790	1,300	1,175
7. 6.1956	0,540	1,830	0,090	0,202	0,167	0,135	1,100	0,755	1,510	1,135
7. 7.1956	0,720	1,820	0,131	0,174	0,124	0,142	0,845	0,841	1,137	1,200
6. 8.1956	0,842	1,830	0,190	0,192	0,123	0,148	0,895	0,842	1,232	1,227
6. 9.1956	1,082	2,307	0,214	0,192	0,115	0,135	0,810	0,825	1,200	1,215
8.10.1956	0,975	2,445	0,214	0,198	0,135	0,150	0,810	0,795	1,357	1,205

Cetvel (Tabelle) No: 3

1 ve 2 yaşlı karaçam ibrelerinin 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyonları değişimi.

(İki tecrübe ağacına ait neticelerin ortalaması olarak)

Die Nährelementkonzentrationen in Schwarzkiefernadeln im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956 (Durchschnittlichewerte der 2 Probebäume).

Nümune alma tarihi	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i pflanzl. Trockensubstanz									
	Ca		Mg		P		K		N	
Zeitpunkt der Probenahme	İ b r e l e r i n y a ş ı Alter der Nadel									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
22. 6.1955	0,165	0,415	0,102	0,100	0,122	0,073	0,716	0,560	0,957	0,975
22. 7.1955	0,162	0,386	0,117	0,120	0,090	0,083	0,613	0,600	0,995	1,025
22. 8.1955	0,232	0,460	0,123	0,124	0,095	0,085	0,550	0,615	1,040	1,080
22. 9.1955	0,245	0,500	0,132	0,125	0,097	0,093	0,607	0,734	1,225	1,117
24.10.1955	0,320	0,535	0,160	0,117	0,112	0,099	0,670	0,745	1,520	1,130
23.11.1955	0,280	0,407	0,167	0,108	0,152	0,123	0,805	0,845	1,654	1,182
22. 6.1956	0,182	0,695	0,093	0,105	0,117	0,100	0,700	0,570	0,940	1,135
23. 7.1956	0,160	0,560	0,103	0,097	0,095	0,088	0,620	0,645	0,965	1,175
22. 8.1956	0,230	0,586	0,122	0,086	0,082	0,097	0,635	0,670	1,010	1,104
22. 9.1956	0,235	0,520	0,133	0,095	0,098	0,090	0,573	0,620	1,135	1,195
23.10.1956	0,285	0,600	0,154	0,097	0,113	0,094	0,595	0,718	1,368	1,304

Cetvel (Tabelle) No : 4

Kayının iki deneme ağacına ait analiz neticelerini ayrı ayrı gösterir cetvel (1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki konsantrasyon değişimleri).

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Blättern einzelner Probebäume von Buche im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956.

Nümune alma tarihi Zeitpunkt der Probenahme	Deneme ağacı (Probebaum) No. I					Deneme ağacı (Probebaum) No. II				
	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i. pflanzl. Trockensubstanz									
	Ca	Mg	P	K	N	Ca	Mg	P	K	N
2. 5.1955	0,582	0,425	0,224	1,125	2,450	0,520	0,418	0,217	0,826	2,540
2. 6.1955	0,632	0,416	0,117	0,837	2,083	0,626	0,402	0,113	0,563	2,132
2. 7.1955	0,710	0,340	0,104	0,932	2,042	0,622	0,365	0,100	0,725	2,135
3. 8.1955	0,699	0,357	0,096	0,943	2,040	0,665	0,390	0,095	0,784	2,067
2. 9.1955	0,756	0,332	0,104	0,902	2,076	0,748	0,360	0,095	0,790	1,940
3.10.1955	0,816	0,265	0,102	0,885	1,950	0,850	0,366	0,095	0,777	1,833
1.11.1955	0,780	0,288	0,083	0,737	1,540	0,826	0,312	0,097	0,579	1,703
2. 5.1906	0,527	0,345	0,168	0,981	2,306	0,492	0,332	0,183	0,810	2,493
6. 6.1956	0,602	0,262	0,111	0,912	2,025	0,543	0,299	0,102	0,583	2,105
2. 7.1956	0,555	0,249	0,095	0,937	1,877	0,685	0,331	0,101	0,678	2,125
1. 8.1956	0,632	0,275	0,090	0,857	1,972	0,728	0,366	0,088	0,661	2,045
1. 9.1956	0,596	0,222	0,088	1,097	1,792	0,682	0,271	0,082	0,908	2,023
1.10.1956	0,674	0,224	0,088	1,021	1,610	0,658	0,235	0,085	0,780	1,740

N. ÇEPTEL

Cetvel (Tabelle) No : 5

Meşenin iki deneme ağacına ait analiz neticelerini ayrı ayrı gösterir cetvel. (1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki konsantrasyon değişimleri).

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Blättern einzelner Probebäume von Eiche im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956.

Nümune alma tarihi Zeitpunkt der Probenahme	Deneme ağacı (Probebaum) No. I					Deneme ağacı (Probebaum) No. II				
	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i. pflanzl. Trockensubstanz									
	Ca	Mg	P	K	N	Ca	Mg	P	K	N
13. 5.1955	0,648	0,319	0,205	1,195	2,380	0,608	0,319	0,263	1,079	2,890
13. 6.1955	0,758	0,327	0,157	1,155	2,320	0,775	0,282	0,159	0,966	2,280
13. 7.1955	0,838	0,315	0,126	1,145	2,030	0,800	0,290	0,138	0,860	2,310
13. 8.1955	0,642	0,315	0,125	1,026	1,965	0,879	0,262	0,155	0,862	2,180
13. 0.1955	0,825	0,247	0,136	1,030	1,737	0,998	0,245	0,196	0,891	1,993
13.10.1955	0,748	0,228	0,120	0,905	1,627	0,966	0,252	0,210	0,736	1,941
14.11.1955	0,876	0,225	0,135	1,003	1,440	0,942	0,224	0,209	0,608	1,587
15. 5.1956	0,407	0,200	0,175	0,887	2,174	0,485	0,195	0,206	0,758	2,258
15. 6.1956	0,637	0,193	0,127	0,839	2,162	0,583	0,160	0,138	0,628	1,986
16. 7.1956	0,607	0,236	0,114	0,867	2,085	0,857	0,241	0,152	0,858	2,285
15. 8.1956	0,896	0,236	0,119	1,002	2,085	0,880	0,231	0,136	0,810	2,043
15. 9.1956	0,932	0,224	0,126	1,079	1,830	0,865	0,215	0,147	0,820	2,020
15.10.1956	0,919	0,222	0,147	1,031	1,583	0,903	0,242	0,151	0,635	1,601

İBRE VE YAPRAKLARDA KÜL ANALİZLERİ

Göknarın ayrı ayrı iki deneme ağacına ait 1955 yılı vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyon değişimleri.

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Nadeln einzelner Probebäume der Tanne im Laufe der Vegetationszeit 1955.

Deneme ağacı (Probebaum)	Nümune alma tarihi	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i. pflanzl. Trockensubstanz									
		Ca		Mg		P		K		N	
		İ b r e l e r i n y a ş ı Alter der Nadel									
No.	Zeitpunkt der Probenahme	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	6. 6.1955	0,657	0,980	0,170	0,154	0,175	0,109	1,008	0,675	0,977	0,939
	6. 7.1955	0,710	1,159	0,172	0,214	0,110	0,113	0,957	0,743	0,910	1,039
	6. 8.1955	0,755	1,194	0,210	0,204	0,130	0,118	0,865	0,753	1,110	1,084
	6. 9.1955	0,899	1,214	0,215	0,217	0,147	0,127	0,913	0,820	1,173	1,091
	6.10.1955	0,959	1,440	0,286	0,238	0,141	0,122	0,900	0,785	1,302	1,056
	7.11.1955	1,090	1,484	0,299	0,246	0,171	0,151	0,906	0,814	1,398	1,204
II	6. 6.1955	0,710	1,629	0,145	0,147	0,171	0,102	1,062	0,655	1,193	0,968
	6. 7.1955	1,002	1,630	0,184	0,210	0,111	0,102	0,804	0,661	1,061	1,075
	6. 8.1955	1,030	2,135	0,199	0,224	0,109	0,091	0,730	0,568	1,068	1,072
	6. 9.1955	1,083	1,662	0,263	0,240	0,120	0,111	0,789	0,674	1,128	1,078
	6.10.1955	1,112	1,345	0,266	0,242	0,148	0,124	0,872	0,751	1,197	1,100
	7.11.1955	1,281	1,810	0,277	0,221	0,150	0,132	0,886	0,760	1,205	1,152

Cetvel (Tabelle) No : 7

Göknarın ayrı ayrı iki deneme ağacına ait 1956 yılı vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyon değişimleri.

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Nadeln einzelner Probebäume der Tanne im Laufe der Vegetationszeit 1956.

Deneme ağacı (Probebaum)	Nümune alma tarihi	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i. pflanzl. Trockensubstanz									
		Ca		Mg		P		K		N	
		İ b r e l e r i n y a ş ı Alter der Nadel									
No.	Zeitpunkt der Probenahme	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	7. 6.1956	0,428	1,650	0,094	0,205	0,175	0,153	1,193	0,893	1,485	1,242
	7. 7.1956	0,592	1,410	0,132	0,169	0,138	0,172	0,972	0,921	1,130	1,283
	6. 8.1956	0,809	1,725	0,174	0,183	0,133	0,171	1,031	1,030	1,290	1,302
	6. 9.1956	0,879	2,050	0,186	0,190	0,121	0,140	0,921	0,950	1,261	1,275
	8.10.1956	0,869	2,525	0,241	0,198	0,142	0,165	0,885	0,767	1,362	1,185
II	7. 6.1956	0,652	2,010	0,087	0,199	0,162	0,117	1,001	0,614	1,538	1,030
	7. 7.1956	0,842	2,230	0,131	0,178	0,109	0,112	0,717	0,682	1,144	1,110
	6. 8.1956	0,874	1,960	0,208	0,201	0,112	0,124	0,759	0,653	1,175	1,152
	6. 9.1956	1,288	2,564	0,240	0,192	0,109	0,130	0,697	0,708	1,135	1,154
	8.10.1956	1,080	2,366	0,247	0,199	0,126	0,136	0,796	0,822	1,352	1,222

Karaçamın ayrı ayrı iki deneme ağacına ait 1955 yılı vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyon değişimleri.

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Nadeln einzelner Probepflanzen der Schwarzkiefer im Laufe der Vegetationszeit 1955.

Deneme ağacı (Probepflanze)	Nümune alma tarihi	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i. pflanzl. Trockensubstanz									
		Ca		Mg		P		K		N	
No.	Zeitpunkt der Probenahme	İ b r e l e r i n y a ş ı Alter der Nadel									
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	22. 6.1955	0,123	0,339	0,090	0,098	0,108	0,070	0,660	0,540	0,927	0,982
	22. 7.1955	0,149	0,369	0,126	0,131	0,078	0,081	0,526	0,563	0,970	1,074
	22. 8.1955	0,191	0,433	0,129	0,133	0,080	0,083	0,469	0,607	1,050	1,115
	22. 9.1955	0,252	0,487	0,130	0,117	0,086	0,092	0,575	0,752	1,194	1,151
	24.10.1955	0,258	0,441	0,154	0,103	0,103	0,103	0,674	0,750	1,573	1,169
23.11.1955	0,285	0,410	0,162	0,107	0,120	0,112	0,785	0,850	1,718	1,231	
II	22. 6.1955	0,206	0,490	0,104	0,102	0,136	0,076	0,773	0,577	0,987	0,965
	22. 7.1955	0,173	0,402	0,109	0,114	0,106	0,085	0,703	0,635	1,017	0,979
	22. 8.1955	0,274	0,482	0,117	0,116	0,108	0,087	0,630	0,624	1,028	1,050
	22. 9.1955	0,238	0,508	0,135	0,135	0,109	0,094	0,691	0,715	1,260	1,085
	24.10.1955	0,381	0,630	0,166	0,132	0,120	0,094	0,647	0,741	1,467	1,094
	23.11.1955	0,273	0,403	0,172	0,110	0,183	0,133	0,824	0,840	1,590	1,132

Cetvel (Tabelle) No : 9

Karaçamın ayrı ayrı iki deneme ağacına ait 1956 yılı vejetasyon devresi zarfındaki besin maddesi konsantrasyon değişimleri.

Analysenwerte der Nährelementkonzentrationen in den Nadeln der einzelner Probepflanzen der Schwarzkiefer im Laufe der Vegetationszeit 1956.

Deneme ağacı (Probepflanze)	Nümune alma tarihi	Mutlak kuru maddenin % si olarak % i. pflanzl. Trockensubstanz									
		Ca		Mg		P		K		N	
No.	Zeitpunkt der Probenahme	İ b r e l e r i n y a ş ı Alter der Nadel									
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	22. 6.1956	0,118	0,541	0,093	0,106	0,104	0,096	0,662	0,546	1,072	1,126
	23. 7.1956	0,128	0,468	0,101	0,088	0,085	0,092	0,609	0,590	0,929	1,162
	22. 8.1956	0,139	0,442	0,115	0,082	0,075	0,094	0,578	0,642	0,960	1,123
	22. 9.1956	0,208	0,628	0,126	0,100	0,085	0,102	0,485	0,555	1,047	1,230
	23.10.1956	0,272	0,588	0,154	0,105	0,103	0,102	0,564	0,670	1,355	1,374
II	22. 6.1956	0,246	0,851	0,094	0,104	0,131	0,106	0,734	0,592	0,814	1,143
	23. 7.1956	0,195	0,652	0,104	0,100	0,105	0,085	0,630	0,700	1,005	1,186
	22. 8.1956	0,317	0,731	0,131	0,090	0,090	0,100	0,691	0,696	1,026	1,080
	22. 9.1956	0,256	0,492	0,141	0,089	0,111	0,080	0,662	0,690	1,227	1,158
	23.10.1956	0,303	0,627	0,153	0,089	0,123	0,086	0,624	0,765	1,380	1,234

Cetvel (Tabelle) No. 10

Kayın ve meşe münferit yaprak ağırlığı, yaprak yüzeyi ve 1 cm² yaprak ağırlığı arasındaki münasebetler.

Beziehungen zwischen den Blattflächen, Blattgewichten und Blattflächengewichten von Buche und Eiche.

a. Kayın (Buche)

Nümune alma tarihi Zeitpunkt der Probenahme	1 yaprak yüzeyi cm ² 1 Blattfläche qcm.	1 yaprak ağırlığı mg. 1 Blattgewicht mg.	1 cm ² yaprak ağırlığı mg. Gewicht eines qcm. Blattes
2. 5.1955	21,5	100	4,6
2. 6.1955	20,2	156	7,8
2. 7.1955	24,0	195	8,3
3. 8.1955	22,0	178	8,0
2. 9.1955	21,0	178	8,5
3.10.1955	20,4	176	8,6
1.11.1955	22,2	178	8,1
2. 5.1956	25,1	132	5,3
6. 6.1956	25,1	208	8,3
2. 7.1956	26,4	211	8,0
1. 8.1956	27,2	235	8,5
1. 9.1956	?	?	?
1.10.1956	27,0	242	8,6

b. Meşe (Eiche)

13. 5.1955	17,5	123	7,0
13. 6.1955	18,5	167	8,9
13. 7.1955	22,8	212	9,3
13. 8.1955	21,8	256	12,0
13. 9.1955	18,7	215	11,5
13.10.1955	18,8	240	12,4
14.11.1955	17,8	198	11,6
15. 5.1956	22,9	204	9,0
15. 6.1956	21,9	250	11,4
16. 7.1956	21,1	214	10,1
15. 8.1956	22,7	251	11,0
15. 9.1956	21,0	248	12,0
15.10.1956	19,3	226	11,5

Cetvel (Tabelle) No. 11

Kayın ve meşe yapraklarının 1 Dsm² sinde mevcut besin maddeleri miktarının 1955 ve 1956 yılları vejetasyon devresi zarfındaki değişimi.

Nährelementmengen in einer qdsm. Blattfläche von Buche und Eiche der Vegetationsperioden 1955 und 1956.

a. Kayın (Buche)

Nümune alma tarihi Zeitpunkt der Probenahme	1 cm ² yaprak ağırlığı mg. Gewicht eines qcm. Blatt mg.	Beher Dsm ² yaprak sahasındaki besin maddeleri miktarı mg. mg. Nährelementmengen je qdem.				
		Ca	Mg	P	K	N
2. 5.1955	4,6	2,5	1,9	1,0	4,7	11,4
2. 6.1955	7,8	4,8	3,1	0,0	5,4	16,3
2. 7.1955	8,3	5,4	2,9	0,8	6,4	17,3
3. 8.1955	8,0	5,4	2,9	0,7	6,9	16,4
2. 9.1955	8,5	6,6	2,9	0,8	7,2	17,2
3.10.1955	8,6	7,5	2,8	0,8	7,0	16,0
1.11.1955	8,1	6,4	2,4	0,7	5,4	13,7
2. 5.1956	5,3	2,6	1,7	0,9	4,7	12,5
6. 6.1956	8,3	4,7	2,3	0,9	5,1	16,1
2. 7.1956	8,0	4,9	2,3	0,7	6,5	15,9
1. 8.1956	8,5	5,8	2,7	0,7	6,5	17,1
1. 9.1956	?	?	?	?	?	?
1.10.1956	8,6	5,7	2,0	0,7	7,7	14,4

b. Meşe (Eiche)

13. 5.1955	7,0	4,3	2,2	1,7	7,9	18,3
13. 6.1955	8,9	6,8	2,7	1,3	9,2	20,2
13. 7.1955	9,3	7,6	3,0	1,2	9,1	20,2
13. 8.1955	12,0	9,1	3,4	1,7	10,2	22,9
13. 9.1955	11,5	10,0	2,7	1,9	10,8	21,0
13.10.1955	12,6	10,4	2,9	2,0	10,1	21,8
14.11.1955	11,5	11,0	2,5	2,0	9,4	17,5
15. 5.1956	9,0	4,0	1,7	1,7	7,6	20,3
15. 6.1956	11,4	6,2	1,7	1,3	7,3	20,5
16. 7.1956	10,1	7,4	2,4	1,3	8,4	22,9
15. 8.1956	11,0	9,8	2,6	1,4	10,0	22,7
15. 9.1956	12,0	10,2	2,6	1,7	11,3	23,2
15.10.1956	11,5	10,5	2,6	1,7	9,5	18,3

L İ T E R A T Ü R

- 1 — Aaltonen, V. T. : Boden und Wald. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1948.
- 2 — Aaltonen, V. T. : Die Blattanalyse als Bontierungsgrundlage des Waldbodens. Comm. Inst. Forest-Fenn 37,8 s: (I-29), 1950.
- 3 — Aaltonen, V. T. : Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens II. Comm. Inst. Forest. Fenn: 45,2, Helsinki 1955.
- 4 — Bauer, H. : Stoffbildung und Stoffaufnahme in jungen Laubhölzern. Naturwissensch. Ztschr. für Forst u. Landwirtsch: 4/5, 1912.
- 5 — Bauer, H. : Stoffbildung und Stoffaufnahme in jungen Nadelhölzern. Naturwissensch. Ztschr. für Forst u. Landwirtsch: 10, 1910.
- 6 — Becker-Dillengen : Die Ernährung des Waldes. Verlagsgesellschaft für Ackerbau. Berlin, 1939.
- 7 — Burger, H. : Holz-Laub-und Nadeluntersuchungen. Buchdruckerei Büchler, Berlin, 1925.
- 8 — Büsgen, M. -Münch, E. : Bau und Leben unserer Waldbäume. Gustav Fischer, Jena, 1927.
- 9 — Ebermayer : Die Gesamtlehre der Waldstreu. Berlin, 1876.
- 0 — Gäumann, E. : Der Stoffhaushalt der Buche. (Fagus silvatica. L.) im Laufe eines Jahres. Buchdruckerei Büchler. Bern, 1935.
- 1 — Goodall, D. W. and Gregory, F. G. : Chemical composition of plants an index of their nutritional status. Imp. Bur. of hort: and plant: crops, Nr. 17, East Malling Kent-Eng. 1947.
- 2 — Huber, B. : Pflanzenphysiologi. Qulle-Meyer-Heidelberg, 1949.
- 3 — Irmak, A. : Belgrad Ormanı Toprak Münasebetleri. Y. Z. E. Ankara, 1940:
- 4 — Kivinen, E. : Koivun ja Lepänlehtien Tyypipi Toisuudesta kasvukauden kuluessa. Journal of the Scientific Agrukultural Society of Finland. vol. 5, 1933, (s. 108-115):
- 5 — 15Krauss, G. : Über die Schwankungen des Kalkgehaltes im Rotbuchenlaub auf verschiedenen Standorten. Forstw, Centralbl., 48, (1928).
- 6 — Laatsch, W. : Dynamik der Deutschen Acker-und Waldböden. Verlag Steinkopf Dresten, 1944.

- 17 — Leyton, L. : The growth and mineral nutrition of Spruce and pine in heathland plantations. Holywell press, Alfred street, Oxford, 1954.
- 18 — Lundegardh, H. : Die Blattanalyse. Gustav Fischer, Jena, 1945.
- 19 — Mitchell, H. L. : Trends in the nitrogen, phosphorus, potassium and calcium content of the leaves of some forest trees during the grawing season. Black Rock Forst papers, I, Juli, 1936.
- 20 — Mustafa, A. : Beitrag zur Ökologie der Tanne. (Dissertation.) Buchdruckerei Otto Franke, Dresten, 1934.
- 21 — Müller, K. : Aschenanalysen über den standörlich verschiedenen Mineralstoffgehalt der Fichtennadeln. Diss. (Herm. Prinz: Buckeburg) Tharandt, 1934.
- 22 — Olsen, C. : The mineral nitrogen and suger content of beech leaves and beech leaf sap at various times, comptes rendus des travaux du Laboratoire Carlsberg (serie chimque) Copenhagne 26 (5), 1948.
- 23 — Piper, C. S. : Soil and plant analysis. Adalaide, 1944.
- 24 — Ramann, E. : Wandern die Nährstoffe beim Absterben der Blätter. Zeitschr. für Forst-und Jagtwesen, 1898.
- 25 — » : Mineralstoffgehalt von Baumblättern zur Tages und zu Nachtzeit. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Verlag Bornträger in Berlin und Leipzig.
- 26 — » : Mineralstoff-und Stickstoffbedarf zur Holzerzeugung von Kiefer, Fichte und Rotbuche im Hochwaldbetrieb. Zeitschr. für Forst-und Jagtwesen Heft 10, 1887.
- 27 — Rippel, A. : Über die Mobilisation der Mineralnährstoffe und des Stickstoffs aus Holz und Rind beim frühjahrlichen Austreiben. Biohmische Zeitschr. 136, Heft 416, (1923).
- 28 — Russel, E. : Boden und Pflanze. Verlag Theodor Steinkopff, Dresten, 1936.
- 29 — Saatçioğlu, F. : Belgrad Ormanında meşenin silvikültürce tâbi olacağı muamele, ekolojik esaslar ve teknik teklifler. (Habiltasyon). Büyükdere, 1940.
- 30 — Scharer, K; und Mengel, K. : Methode zur Bestimmung Kalzium und Magnesium in Bodenextrakten. Zeitschr. für Pflanzener-nährung, Düngung und Bodenkunde. 77, s: 18-36, (1957).
- 31 — Scheffer, F. und Welte, E. : Pflanzenernährung. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart, 1955.

- 32 — Schröder, J. : Forst und Jagdzeitung. Juli, 1877.
- 33 — Schlichting, E. : Bemerkung zur Ausdeutung von Blattanalysen. Plant and soil 6, 92-96, (1955).
- 34 — Sevim, M. (Graf, W. L. den tercüme) : Ormancılıkta toprak işleme, gübreleme ve orman vejetasyonunun toprak üzerine teiri. İstanbul, Halkbasım-evi, 1954.
- 35 — Süchting, H. : Die Ernährungsverhältnisse des Waldes. Allgemeine Forst-und Jagdzeitung, 119, (s. 29-42, und 64-75), 1943.
- 36 — Swart, N. : Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Verlag Gustav Fischer, Jena, 1914.
- 37 — Tamm, C. O. : Seasonal variation in composition of Birch leaves. Physiologia Plantarum, s. 461-468, (1951).
- 38 — » » : Removal of plant nutrients form tree crowns by rain. Physiologia Plantarum. 4, 1951.
- 39 — » » : I — Seasonal variation in the nutrient content of conifer needels.
II — An Experiment with Application of Radioactive Phosphate to young Spruces and Birches. Meddelanden franstatens Skogsforskningsinstitut 45, Nr. 5-6, (1955).
- 40 — » » : III — The Effects of supply of plant nutrients to a forest stand on a poor site. 46, Nr. 3, (1956).
- 41 — » » : IV — The effects of supply of potassium and phosphorus to a poor stand on drained peat. 46, Nr. 7, (1956).
- 42 — » » : A: Study of forest nutrition By Means of foliav Analysis. VIII. e Congrès Intertanional de Botanique - Paris, 1954.
- 43 — Walker, L. C. : Foliar analysis as a method of indicating potassiu-deficient soils for reforestation, soil Sc. Soc. Americ. Proc: 1955::
- 44 — Wehrmann, J. : Die Stickstoffgehalte von Fichtennadeln in abhängigkeit von der Stickstoffversorgung der Bäume. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 29, München, 1957.
- 45 — White, D. P. : Variation in the nitrogen, phosphor and potassium um contens of pine needles with season, crown position and sample treatment. Proc. Amer. Soil Sci. Soc: Vol: 18. nr: 3, 1954:
- 46 — Wiegner, P. : Anleitung zum Quantitativen agriculturchemischen Praktikum Verlag Bornträger, Berlin, 1938.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN MANCHER NAEHRELEMENTEN IN ASSIMILATIONSORGANEN VON BUCHE, EICHE, TANNE UND SCHWARZKIEFER. ¹⁾

von :

Dr. Necmettin ÇEPEL

Assistent im Institut für Bodenkunde und Standortslehre

(Arbeiten aus dem Institut für Bodenkunde und Standortslehre der forstlichen Fakultät der Universität İstanbul)

Leiter : Prof. Dr. Asaf IRMAK

Zusammenfassung

Mit dieser Untersuchung wurden die jahreszeitliche Schwankungen von unentbehrlichen Nährelementen, Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium, Magnesium in den Blättern und Nadeln einheimische Buche, Eiche, Tanne und Schwarzkiefer festgestellt. Als Probestämme dienten je zwei von oben erwähnten Holzarten. Die Proben wurden im Laufe der Vegetationsperioden 1955 und 1956 entnommen. Die Schwankungen der Nährelementkonzentrationen und mengen, im Laufe der Vegetationszeit, und die Beziehungen zwischen den Nährelement-Mengen und Konzentrationen, im Blättern sowie die Unterschiede der Nährelementkonzentrationen in Blättern und Nadeln verschiedener Holzarten und individuelle Unterschiede der 2 Probestämme von gleichen Holzarten sind festgestellt und verglichen.

A. E I N L E I T U N G

Wenn man die Ernährungszustand eines Bestandes erfassen will, misst man zweckmässigerweise d er Ertrag. Dieser ist unter andrem von der

¹⁾ Diese Untersuchung wurde als Doktor-Dissertation bearbeitet.

Nährelementversorgung der Bäume abhängig. Durch die Ertragsermittlung kann man feststellen, ob ein Bestand gut oder schlecht wächst. Die Ursache für das unterschiedliche Wachstum erfährt man durch die Ertragsmessung aber nicht. Wenn man feststellen will, ob die geringe Wuchsleistung eines Bestandes die Folge einer ungenügenden Versorgung mit Nährelementen ist, dann stehen hierfür mehrere Methoden zur Verfügung. Es sind dies der *Düngungsversuch*, bei dem die in Frage kommenden Nährelemente einzeln oder in Kombinationen dem Boden zugeführt werden, die *chemische Bodenuntersuchung*, bei der man bemüht ist, die «Pflanzenverfügbaren» Nährelemente mit konventionellen Extraktionsmitteln aus dem Boden herauszulösen und der *Gefässversuch* mit dem Boden des Versuchsstandortes.

Diese drei Methoden besitzen alle mehr oder minder grosse Nachteile oder Fehlermöglichkeiten. Schliesslich wendet man vereinzelt die *Blatt- oder Nadelanalyse* zur Beurteilung der Nährelementversorgung der Bäume an. Tamm, C. O. (37, 38, 39, 40, 41, 42), Aaltonen; V. T. (2,3), White, D. P. (45). Bei der Blattanalyse misst man die in den Nadeln enthaltenen Nährelementgehalten (Spiegelwerte). Denn die Nährelementversorgung der Pflanzen kommt unter bestimmten Voraussetzungen in den Nährelementgehalten der Assimilierenden Organe gut zum Ausdruck. Schlichting, E. (33), Lundegardh, H. (18). Ihre Vorteile gegenüber der chemischen Bodenuntersuchungen liegt darin, dass die Pflanze selbst als Extraktionsmittel des Boden verwandt wird. Ihr lösende und extrahierende Angriff auf den Boden lässt sich mit der chemischen Bodenanalyse niemals richtig nachahmen, zumal man nie weiss wie stark die einzelnen Bodenhorizonte von den Wurzeln der Bäume ausgenützt werden.

Durch die Untersuchung der Blätter kurz vor dem Laubfall erhält man ausserdem einen Eindruck von den Nährelementmengen, die mit dem Laub dem Boden wieder zugeführt werden und nach ihrer Mineralisierung den Beständen wieder zur Verfügung stehen. Aus diesem Grunde interessierten sich neben anderen Ebermayer (9) und Ramann (24, 25, 26), für die Blattanalysen. In neuer Zeit ist man daran interessiert, als Zentralproblem die Beziehungen zwischen den Spiegelwerten und dem Holzzuwachs aufzudecken. Tamm, C. O. (37, 38, 39, 40, 41, 42). Bei der Durchsicht des Schrifttums ist zu erkennen, dass man von dem angedeuteten Ziel noch weit entfernt ist. Das wird verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die Messwerte der Blatt- und Nadelanalysen von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden. (Wehrmann, J. 44). Unsere Kenntnisse hierüber wurden durch Arbeiten von Leyton (17), Gäumann, E. (10), Goodal and Gregory (11), Lundegardh, H. (18), Walker, L. C. (43), White, D. P. (45) sowie Tamm ergänzt. In diesen Arbeiten bemüht man sich, die Voraussetzungen

für die Anwendung der Nadelanalyse zur Beurteilung der Nährelementversorgung der Bäume zu schaffen. Überstimmend berichten alle Autoren, dass die Messergebnisse, vor allem vom Zeitpunkt der Probenahme und vom Alter der Nadeln abhängen und dass sich ausserdem die verschiedenen Holzarten auf dem gleichen Standort durch die Nährelementgehalte in den Nadeln oder Blättern sehr von einander unterscheiden.

Aus der Türkei liegt bisher nur eine Untersuchung über die Kalzium- und Kieselsäureaufnahme zu diesem Thema vor. - Mustafa, A. (20) - Die Aufgabe meiner Dissertation war es, eine Vorarbeit auf einem Standort und mit den Hauptholzarten Buche, Eiche, Tanne und Schwarzkiefer der Türkei zu leisten, damit weitere Arbeiten mit möglicherweise waldbaulicher Fragestellung angeschlossen werden können.

Von den 15 für die Ernährung der Bäume notwendigen Elementen wurden die Makroelemente Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium und Magnesium gemessen, weil sie nach unserem bisherigen Wissen auf manchen Waldstandorten den Bäumen nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen.

Folgende Fragen wurden in einzelnen geprüft:

- 1 — Wie verändern sich die Nährelementkonzentrationen im Laufe von zwei Vegetationsperioden?
- 2 — Wie unterscheiden sich die Nährelementkonzentrationen in Blättern und Nadeln zweier der gleichen Holzart an demselben Standort?
- 3 — Welche Unterschiede weisen die Nährelementkonzentrationen in Blättern und Nadeln verschiedener auf ähnlichen Standorten gewachsene Holzarten auf?
- 4 — Wie verändern sich die Nährelementmengen in den Blättern im Laufe der Vegetationszeit?
- 5 — Welche Beziehungen bestehen zwischen den Nährelementmengen und Nährelementkonzentrationen?
- 6 — Wann sollten die Proben für die Nadel- bzw. Blattanalyse entnommen werden?

B — Versuchsanstellung und Laboratoriumsmethoden

1 — Versuchsbäume und ihre Standorte.

Im Rahmen mir gegebene Möglichkeiten wollte ich diese Untersuchung an unseren Hauptholzarten durchführen. Darum habe ich als Probepflanzen je zwei Buchen, Eichen, Tannen und Schwarzkiefern gewählt. Die Buchen und Eichen stocken in einen Mischbestand von Eiche, Buche, Weissbuche

und Kastanie. Sie sind 35 - 40 Jahre alt. Die Tannen sind 20 jährige Einzellbäume. Die Schwarzkiefern sind auch 20 jährig und stocken in einem Kiefernreinbestand.

Der Belgraderwald (Buche und Eiche) bzw. der Garten der forstlichen Fakultät der Universität İstanbul (Tanne und Kiefer) sind vom Schwarzen Meer 5 - 6 Km., von İstanbul 20 Km. entfernt. Sie liegen an der europäischen Seite des Bosphorus. Durchschnittliche Meereshöhe: 120 mtr.

Klima: Die mittlere Jahrestemparratur beträgt 13,2°C, acht Monate besitzen eine durchschnittliche Wärme von mehr als 10°C. Im Jahresdurchschnitt fallen 1050 mm. Niederschläge. Ihre Verteilung ist aber infolge der, mehr oder weniger starken Sommerdürre ungünstig. Heissester Monat ist der August (mit 20°C.), kältester Monat der Februar (2,5°C.). Die heisseste Temperatur des Jahres beträgt 38,8°C. Von den Niederschlägen fallen im Winter 37,9 %, im Frühling 19,9 %, im Sommer 14,2, im Herbst 29 %.

Boden: Das Muttergestein und der Untergrund sowohl in Belgraderwald als auch im Fakultätsgarten werden aus Neogensichten gebildet. Irmak, A. (13)- Es handelt sich um nicht verfestigte Lagen aus Sand und Ton. *Der Kiefernboden* besitzt eine 1 - 3 cm. stark L-Lage eine sehr dünne F-Lage und keine H-Lage. Darunter liegt Feinsand mit hohem Anteil an Staub. Ab 20 - 25 cm. Tiefe tritt eine graue Farbe in der Nähe der Wurzeln auf. Das Profil zeigt hier die typische Marmorierung der Pseudogley. Unter den *Tannen* besteht der Boden aus rötlichem, Kies- und steinhaltigem sandigen Lehm. Unter den *Eichen und Buchen* finden wir folgendes Bodenprofil:

A₀: 4 - 5 cm. mächtig und L, F, H Lagen deutlich.

A: 5 cm. humusreich, locker.

(B): Mit einer scharfen Grenze abgesetzt. Gelblich grauer Staublehm, frisch, Hauptwurzelbereich.

G: 60 - 100 cm. unter Grundwassereinfluss, wechselnd feucht.

C: Ab 100 cm., rötlicher brauner sandiger Lehm.

Bodentyp: Gleybraunerde.

2 — Probenahme und Vorbereitung der Proben zur Analyse.

Die ersten Proben wurden entnommen, nachdem die Blätter und diesjährige Nadeln nicht mehr grüngelb aussahen, sondern sich gerade tiefgrün gefärbt und geglättet hatten. Dieser Entwicklungszustand im Jahre 1955 war bei der Buche am 2. Mai, bei der Eiche am 13. Mai, bei der Tanne am 6. Juni und bei der Schwarzkiefer am 22. Juni erreicht. Von diesen Zeitpunkten an wurden bis zum Herbst jeden Monat diesjährige und Vorjährige Nadeln bzw. Blätter entnommen. Die letzten Proben nahmen wir

kurz vor der Vergilbung. Als Probematerial wurden immer Lichtblätter und Lichtnadeln mit der Baumschere als kleine Zweige abgeschnitten. Entnahmeort war immer ein Gürtel an der Südseite des Baumes. Die obere Grenze dieses Gürtels lag bei Schwarzkiefer 1 - 1,5 m., die Untere 3 - 3,5 m. unterhalb des Gipfels. Die entsprechenden Masse sind bei der Tanne 2 - 2,5 m. und 4 - 5 m., bei der Buche und Eiche 3 - 4 m. und etwa 5 - 6 m.

Nach der Probeentnahme wurden die Blätter und Nadeln sofort von den Zweigen abgetrennt und frisch gewogen, dann im Trockenschrank bei 100 - 105°C. 12 Stunden getrocknet, wieder gewogen und verascht. Zur Ermittlung der Blattfläche wurden Blätter vor dem Trocknen auf Fotopapier kopiert, aus der Blattflächen mit einer Planimeter ausgemessen.

Die Asche wurde mit HCL aufgenommen und filtriert. Im Filtrat wurden bestimmt:

Ca: Als Kalziumoxalat durch volumetrische Messung mit 0,1 n KMnO₄.

Mg: Als Mg-Amoniumphosphat durch volumetrische Messung.

P: Grawimetrisch als Amoniumphosphormolybdat,

K: Grawimetrisch mit Natrium Kobaltnitrat.

N: Gesamtstickstoff nach der Kjeldahlmethode.

C. Ergebnisse Blatt- und Nadelanalysen

I — Die Nährelementkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten der Vegetationsperioden 1955 und 1956.

1 — Buche

Wie aus der Fig. 1 bzw. der Tabelle Ia. ersichtlich, nehmen die Konzentrationen aller untersuchten Elemente, mit Ausnahme des Kalziums zu Beginn der Vegetationsperiode ab. Diese Abnahme ist die Folge des im Frühjahr besonders starken Wachstum der Blätter (vergleiche Fig. 11) mit dem die Nährelementaufnahme in die Blätter hinein nicht Schritt hält (Verdünnungseffekt). Die Bildung von Blattmasse eilt in diesem Zeitpunkt der Nährelementaufnahme voraus. Anders bei Kalzium. Der Anstieg der Kalziumkonzentrationen zwischen der ersten und zweiten Probenahme muss, wie auch aus Fig. 11 ersichtlich ist, mit einer intensiven Kalziumaufnahme erklärt werden. Von Anfang Juni bis Anfang August steigen die Kaliumkonzentrationen etwas an, während sich diejenigen des Stickstoffs, des Magnesiums und der Phosphorsäure wenig ändern. Die Blätter nehmen in dieser Zeitspanne also verstärkt Kalium auf. (vergleiche Fig. 13). Etwa von September an sinken die Stickstoff- und Kaliumkonzentrationen ab. Vermutlich werden diese beiden in den Pflanzenteilen leicht beweglichen Elemente aus den Blättern in die Speicherorgane für Reservestoffe heraus-

gezogen oder möglicherweise auch durch Niederschlagswasser herausgewaschen. Diese Möglichkeiten sind uns durch viele Arbeiten, C. O. Tamm (38), Ramann (24), Swart (36) bekannt. Wenn wir einen Blick auf die Tabelle 11 werfen, sehen wir dort Z. B. im Jahre 1955 von Oktober bis November eine 10 % ige Abnahme des 1 qcm. Blättgewichtes aber eine 35 % ige der Kaliummenge und eine 25 % ige der Stickstoffmenge. Da der absolute Kalium und Stickstoff-Gewichtverluste also grösser als die Gewichtsabnahme des Blattes ist, müssen die Kalium- und Stickstoffkonzentrationen sinken.

Das Magnesium und die Phosphorsäure werden dem gegeneber nicht oder nur in geringerem, durch unsere Analysen nicht fassbarem Ausmass aus den Blättern abgezogen. Im gegensatz zu den vier besprochenen Elementen, nehmen die Kalziumkonzentrationen während der gesamten Vegetationsperiode zu, wie die gleiche Beobachtung machten auch andere Autoren. Gäumann (10), Ramann (24), White (45).

Vergleichen wir in Fig. 1 die Messwerte der beiden Versuchsjahre miteinander, dann fällt zunächst die gleichsinnige Verlauf der Nährelementkonzentrationen während der Vegetationsperioden auf. Trotzdem sind kleine Unterschiede festzustellen. Zunächst bemerken wir, dass 1956 die zu Beginn des Versuchsjahres am 2. Mai geernteten Blätter weniger Nährelemente als im Jahr vorher am gleichen Tag enthielten. Die Jahre 1955 und 1956 unterscheiden sich durch die Witterung sehr stark von einander. So war es 1956 viel wärmer und trockener als 1955. Dies kommt in Durchschnittstemperaturen des Monats April besonders zum Ausdruck. Sie betragen 1955, 7,8°C. aber im Jahre 1956 11,4°C. Wegen der höheren Frühjahrstemperaturen entwickelten sich die Blätter 1956 wesentlich schneller, sodass die Gewichte von einem qcm. Blattfläche (Blattflächengewichte) am 2. Mai 1956 mit 5,3 mg. wesentlich höher als mit 4,5 mg. am 2. Mai 1955 waren. Die Blätter 1956 waren am 2. Mai also schon stärker entwickelt. Dieser Entwicklungszustand wäre 1955 erst etwa Mitte Mai erreicht gewesen. Die Witterung im weiteren Verlauf des Sommers war ebenfalls sehr heiss und trocken, sodass die Blätter bereits im Oktober vergilbten. Eine Probenahme im November wie 1955 war ausgeschlossen. Es ist daher nicht verwunderlich, dass 1956 der Rücktransport des Stickstoffes aus den Blättern früher einsetzte. Für die Abweichungen bei den anderen Nährelementen, insbesondere beim Kalium, haben wir keine Erklärungsmöglichkeiten.

2 — Eiche

An den Messwerten der Eichenblätter, die Fig. 2 bzw. Tabelle 1 b eingetragen wurden, fällt der kontinuierliche, relativ starke Abfall der Stickstoffkonzentrationen, der während der ganzen Vegetationsperiode

anhält, auf. Im übrigen verhalten sich die Konzentrationsänderungen ähnlich wie die Buchenblätter. Beachtenswert ist die Tatsache, dass in beiden Versuchsjahren die Nährelementkonzentrationen am Ende der Vegetationsperiode im Oktober nahezu gleich gross sind, während zu Beginn der Vegetationsperiode erhebliche Abweichungen vorliegen. Dies geht besonders deutlich aus der folgenden Tabelle hervor.

	Ca	Mg	P	K	N
1955 Mai	0,623	0,319	0,234	1,137	2,635
1956 Mai	0,445	0,197	0,190	0,822	2,216
1955 Oktober	0,850	0,240	0,160	0,820	1,784
1956 Oktober	0,911	0,233	0,149	0,833	1,592

Diese Ergebnisse werfen die Frage auf, zu welchem Zeitpunkt in der Vegetationsperiode unter den hiessigen Klima verhältnissen Eichenblätter für Blattanalysen geerntet werden müssen. Diese Frage wird später für alle untersuchte Holzarten gemeinsam besprochen.

3 — Tanne

Bei den Nadelbäumen wurden nicht nur diesjährigen (im Jahre der Probenahme entwickelten) sondern auch die Vorjährigen Nadeln desselben Zweiges untersucht. Wie bereits bei der Buche beobachtet, nehmen die Stickstoffkonzentrationen in den diesjährigen Assimilationsorganen zunächst etwas ab (Verdünnungseffekt) später steigen sich im gegensatz zur Buche jedoch an. (Vergleiche mit der Tabelle 2 und Fig. 3). Diese Zunahme erstreckt sich über die ganzen Vegetationsperiode. Wir bemerken aber, dass zwischen November und Juni Stickstoff aus den Nadeln herausgezogen wird, denn die Vorjährigen Nadeln enthielten im Juni 1956 weniger Stickstoff als die diesjährigen im November 1955. Während die Vorjährigen Nadeln weniger Stickstoff und Kalium und fast die gleichen Konzentrationen an Magnesium und Phosphor wie die diesjährigen Nadeln enthalten, sind die vorjährigen Nadeln wesentlich reicher an Kalzium. Ein ähnliches Ergebnis erzielte Mustafa, A. (20) wie aus den nachfolgenden Zahlen abzulesen ist.

	Küllük (Türkei)			Kömürsu (Türkei)		
	Ca % in den Tannennadeln					
Einjähr	dreijähr.	fünfjähr.	Einjähr.	dreijähr.	fünfjähr.	
1,773	3,217	4,086	1,741	1,880	2,990	

4 — Schwarzkiefer

Die Ergebnisse der Nadelanalysen der Schwarzkiefer (Tabelle 3) wurden in Fig. 4 eingetragen. Auffällig ist der ständige Anstieg der Stickstoffkonzentrationen, der zumindest 1955 ein erhebliches Ausmass annimmt. Ein Abfall der Stickstoffkonzentrationen zu Beginn der Vegetationsperiode ist nicht gemessen worden, weil die Nadeln im Gegensatz zu den Untersuchungen von Tamm, C. O. (39) bei der ersten Probenahme im Juni bereits verhältnismässig weit entwickelt waren. Den kontinuierlichen Anstieg der Stickstoffkonzentrationen, den Tamm ebenfalls messen konnte, führen wir auf ein ständiges Stickstoffangebot, von Boden her zurück. Im Jahre 1955 war die Witterung für die Tätigkeit der Mikroorganismen wesentlich günstiger als 1956, einem extrem trocknen Jahr. Vielleicht kann hiermit die 1955 gemessene stärkere Stickstoffaufnahme erklärt werden. Die Konzentrationen der übrigen Nährelemente stimmen in den beiden Versuchsjahren bemerkenswert gut ein.

II — Unterschiede zwischen den Nährelementkonzentrationen in Blättern und Nadeln von 2 Bäumen der gleichen Holzart.

Wenn man sich mit Hilfe der Blattanalyse einen Eindruck von der Nährelementversorgung der Bäume verschaffen und die Nährelementanlieferung des Bodens messen will, dann ist es wichtig, dass man eine richtige Vorstellung von der Streuung hat, welche die Konzentrationswerte eines Nährelementes von Baum zu Baum aufweisen können. Nur dann lässt sich sagen, ob man bei der Untersuchung des Standortes sich auf die Analyse einiger weniger Bäume beschränken kann, oder ob man zahlreiche Bäume zur Erhaltung eines sicheren Mittelwertes untersuchen muss.

Um einen Beitrag zu dieser Frage zu liefern, untersuchte ich auf jedem der beiden Standorte 2 Bäume derselben Holzart und führte die Messungen der Nährelementkonzentrationen in ihren Nadeln getrennt durch. Das Ergebniss dieser Untersuchung ist aus Fig. 5 für die Buchen, Fig. 6 für die Eichen, Fig. 7 für die Tannen, Fig. 8 für die Schwarzkiefern oder aus den Tabellen 4, 5, 6, 7, 8, 9 abzulesen.

Zusammenfassend ist festzustellen:

- 1.) Der Verlauf der Nährelementkonzentrationen während der Vegetationsperiode ist in 2 Bäumen der gleichen Holzart ähnlich.
- 2.) Die Unterschiede von Baum zu Baum können in einem bestimmten Zeitpunkt jedoch erheblich viel sein wie z. B. aus Fig. 5 an den Kalzium- und Magnesiumanalysen des Versuchsjahres 1956 abzulesen ist.

- 3.) Gegen Ende der Vegetationsperiode sind die Unterschiede zwischen den Nährelementkonzentrationen in den Nadeln und Blättern zweier Bäume der gleichen Holzart im allgemeinen verhältnismässig gering.
- 4.) Im Durchschnitt weichen die Messwerte bei den Nadelbäumen stärker von einander ab als bei den untersuchten Laubbäumen.

Das Ergebnis diese Untersuchungen lässt den Schluss zu, dass man sich bei der Beurteilung von Standorten nicht mit der Analyse einiger weniger Bäume begnügen darf, sondern dass man zahlreiche Bäume zur Gewinnung eines sicheren Mittelwertes untersuchen muss. Ausserdem die gemessenen Abweichungen zwischen den Nährelementkonzentrationen in Nadeln und Blättern zweier Bäume derselben Holzart brauchen nicht durch individuelle Unterschiede der Bäume, z. B. im Aneignungsvermögen bedingt zu sein. Die Gunst des Standortes und aller Wachstumsfaktoren sind sicherlich von grossem Einfluss. Zu ähnlichen Ergebnissen kam C. O. Tamm (40), als er die Nährelementgehalte in Kiefer und Fichten Nadeln mehrere Jahre gemessen hatte.

III — Unterschiede zwischen den Nährelementkonzentrationen in Blättern und Nadeln verschiedener Holzarten.

Um die Schwankungen der Nährelementkonzentrationen, die während der Vegetationsperiode in den Nadeln und Blättern verschiedener Holzarten auftreten, besonders gut vergleichen zu können, wurden die Werte der 4 untersuchten Holzarten in den Figuren 9 a und 9 b zusammengestellt.

Weitgehende Schlussfolgerungen über das verschiedene Nährstoffaneignungsvermögen lassen sich jedoch nicht ziehen, weil nur Eiche und Buche den gleichen Standort haben.

Aus Fig. 9 a ist abzulesen, dass die Stickstoffkonzentrationen in den Blättern der untersuchten Laubbäume ab-von Beginn bis zum Schluss der Vegetationszeit abnehmen. Wären die Nadeln der Tanne und Schwarzkiefer auch schon von Mai an auf ihren N-Gehalt untersucht worden, so wäre die gleiche fallende Tendenz, wie beim Laubholz im 1. Abschnitt der Vegetationszeit sicher gut in Erscheinung getreten. Von 2. Juli an steigen die Stickstoffkonzentrationen in den Nadeln jedoch im Gegensatz zu den entsprechenden Werten des Laubholzes laufend an. Dieser charakteristische Unterschied tritt in den beiden Versuchsjahren deutlich hervor. Eine ähnliche Tendenz ist aus den Magnesium-Analysen, nicht aber aus den Kalziumanalysen zu erkennen. Die Kalzium-Konzentrationen nehmen, wie aus Fig. 9 b ersichtlich, in allen vier Holzarten während der ganzen Vegetationsperiode zu. Die niedrigen Kalzium-Spiegelwerte in den Schwarzkiefernadeln sind sicherlich in erster Linie auf das geringe Aneignungsvermögen

dieser Holzart zur Kalzium zurückzuführen. Bei allen 4 Holzarten nehmen die Phosphor-Konzentrationen zu Beginn der Vegetationsperiode ab, um gegen Ende der Vegetationsperiode wieder in geringem Umfang anzusteigen.

IV – Beziehungen zwischen den Nährelementkonzentrationen einerseits und den Einzelblattgewichten, Blattflächengewichten und Nährelementmengen andererseits zu verschiedenen Vegetationspunkten.

Will man einen Eindruck von dem Nährelementhaushalt der assimilierenden Pflanzenorgane erhalten, so darf man sich nicht mit der Feststellung der Nährelementkonzentrationen begnügen. Eine Abnahme der Nährelementkonzentrationen, wie wir sie beim Stickstoff zu Beginn der Vegetationsperiode gemessen haben, kann sowohl das Ergebnis eines N-Verlustes als auch einer Zunahme des Blattgewichtes. Oder beide Vorgänge sein. Um über die Zunahme bzw. die Verluste der Blätter an einem bestimmten Nährelement Aussagen machen zu können, müssen deshalb auch laufend die Blattgewichte gemessen werden. Ein kleines Beispiel aus einer unveröffentlichten Untersuchung des Institutes für Bodenkunde und Standortlehre München macht diese Zusammenhänge deutlich.

Bei dieser Untersuchung wurden die Nährelementkonzentrationen in den Nadeln gedüngter und ungedüngter Kiefern gemessen und aus den Nadelgewichten und den Nährelementkonzentrationen die Nährelementmengen berechnet.

Tabelle :

Nährelementkonzentrationen und Nährelementmengen in 1/2 jährigen Kiefernadeln in % planzlicher Trockensubstanz bzw. mg. in 100 Nadeln.

	N %	P %	K %	Mg %	Trockengewicht von 100 Nadeln
Gedüngt (mit N)	1,49	0,14	0,48	0,10	389 mg.
Ungedüngt	1,22	0,22	0,89	0,13	176 mg.

Nährelementmengen mg./in 100 Nadeln

	N	P	K	Mg
Gedüngt (mit N)	58	5,4	19	3,8
Ungedüngt	21	3,8	16	2,3

Als Folge der Düngung sind die Nadeln schwerer geworden und darum

haben die P, K, Mg-Konzentrationen abgenommen. Trotz der Konzentrationsabnahme hat die N-Düngung jedoch eine grössere Aufnahme von P, K und Mg bewirkt, wie der 2. Teil der Tabelle zeigt.

Um diesen Verhältnissen weiter nachzugehen, haben wir die folgende Fragen untersucht :

- 1.) Welche Beziehungen bestehen zwischen den Blattgewichten, den Blattflächen und den Blattflächengewichten bei Buche und Eiche?
- 2.) Welche Nährelementmengen enthalten die Blätter zu verschiedenen Vegetationszeitpunkten?
- 3.) Welche Beziehungen bestehen zwischen den Nährelementkonzentrationen und den Nährelementmengen?

Während der Vegetationsperiode 1955 und 1956 wurden bei jeder Probenahme die Blattflächen und die Trockengewichte der einzelnen Blätter der Buchen und Eichen gemessen. Das Ergebnis dieser Messung ist aus der Fig. 10 bzw. den Tabellen 10 und 11 abzulesen.

Während die Blattflächen verhältnismässig konstant bleiben und sich während des untersuchten Zeitraumes nicht in charakteristischer Weise verändern, nehmen die Blattgewichte zu Beginn der Vegetationsperiode stark zu. Diese Zunahme stellten wir bei der Eiche bis in den August hinein fest. Auffällig ist, dass die Blattgewichte sich nicht, wie wir vermutet hatten, kontinuierlich ändern, sondern dass sprunghafte Unterschiede sind in erster Linie auf die durch die Art der Probenahme bedingte Ungleichheit des Blattmaterials zurückzuführen.

Um nun durch die Probenahme bedingte Fehler bei der Berechnung der Nährelementmengen (Produkt aus Nährelementkonzentration \times Blattgewicht) weitgehend auszuschalten, haben wir das Gewicht einer bestimmten Blattflächeneinheit (mg: Trockensubstanz je qcm Blattfläche) berechnet. Die entsprechenden Werte sind ebenfalls aus der Fig. 10 abzulesen. Sie zeigen, dass die durch unterschiedliche Blattgrößen bedingte Gewichtsschwankungen teilweise ausgeschaltet wurden. Die Blattflächengewichte haben wir der Berechnung der Nährelementmengen zugrunde gelegt. Das Ergebnis dieser Berechnung ist aus den Figuren 11 und 12 ersichtlich. Wie zu erwarten, nehmen die Stickstoffmengen zu Beginn der Vegetationszeit bei beiden Holzarten stark zu, bleiben dann über einen längeren Zeitraum vom Juli bis September annähernd konstant und nehmen dann gegen Ende der Vegetationsperiode ab, weil Stickstoffverbindungen aus den Blättern in die Reservekörper des Baumes zurückgezogen werden. Ein ähnliches Ergebnis fanden wir beim Kalium. Während die Phosphorsäure- und Magnesiummengen im allgemeinen...

der Blätter bis in den Oktober bei der Eiche sogar bis in den November hinein. Vergleicht man die absoluten Mengen der einzelnen Nährelemente untereinander, dann stellt man fest, dass sie in der Reihenfolge Stickstoff, Kalium, Kalzium, Magnesium und Phosphor abnehmen. Die Nährelementmengen in den Blättern z. B. der untersuchten Buchen im Jahre 1955 verhalten sich durchschnittlich wie folgt zueinander:

$$N : P = 18 : 1$$

$$K : P = 7 : 1$$

$$Ca : P = 6 : 1$$

$$Mg : P = 3 : 1$$

Vergleicht man die Nährelementmengen, die in den Blättern der beiden Versuchsjahre enthalten sind, miteinander, dann stellt man keine grosse Unterschiede fest. Aus den Figuren 11 b und 12 b eingetragenen relativen Werten der Nährelementmengen sind die prozentualen Schwankungen deutlich abzulesen und von Nährelement zu Nährelement zu vergleichen.

Eindeutend war gesagt worden, dass nicht der Nährelementkonzentrationen, sondern ihre Mengen für die Beurteilung des Nährelementhaushaltes der Blätter von grosser Bedeutung sind. Dies wird besonders deutlich, wenn man in den Figuren 13 und 14 die Mengen und Konzentrationen der Nährelemente N, K und Ca mit einander vergleicht. Während beispielweise bei der Buche die Stickstoffkonzentrationen zu Beginn der Vegetationsperiode abnehmen, nimmt die Stickstoffmenge erheblich zu. Die Abnahme der Konzentration ist eine Folge des Verdünnungseffektes, dann die prozentuale Zunahme des Blattgewichtes war grösser als die Zunahme der Stickstoffmenge. Wenn der umgekehrte Fall vorliegt, wenn also wie beim Kalzium die Nährelementaufnahme die Produktion von Blattmasse übertrifft, dann steigt auch die Konzentrationen an dem entsprechenden Nährelement ständig an.

Die geeignete Zeit für die Blattprobenahme

Wenn man die Nährelementversorgung von Bäumen mit Hilfe der Blattanalyse untersuchen will, muss der Termin für das Abschneiden des Analysenmaterials sorgfältig gewählt werden. Gute Vergleichsmöglichkeiten bieten sich nur, wenn die Blätter in dem Abschnitt der Vegetationszeit genommen werden, in dem ihre Nährelementkonzentrationen nur geringen Änderungen unterworfen sind.

Wie aus Fig. 1 abzulesen ist, ändern sich bei der Buche die Spiegelwerte aller Nährelemente in den Zeitspannen Juli/August nur wenig, sodass dieser Zeitraum für die Blattprobeaufnahme am günstigsten ist. Dies Ergebnis stimmt mit den Werten, die von H. L. Mitchell (19) bei anderen Laubholzarten erzielte, nahezu überein.

Für die Bestimmung der Spiegelwerte in den *Eichenblättern* sind auch die Monate Juli-August günstig, sofern man von Stickstoff absieht. (Fig. 2). Nach unseren Ergebnissen können aus den Stickstoffkonzentrationen der Eichenblätter zu keinem Zeitpunkt der Vegetationsperiode Schlüsse gezogen werden, weil sie ständig und gleichmässig abnehmen. Dies Ergebnis steht teilweise im Gegensatz zu den Amerikanischen Erfahrungen, die aber unter andren klimatischen Verhältnissen gewonnen wurden.

Die Nährelementkonzentrationen in den diesjährigen *Tannennadeln* steigen wie aus Fig. 3 abzulesen ist, im allgemeinen während der ganzen Untersuchungszeit bis zum November an. Es ist die Frage ob der von andren Atoren (Tamm—39—, Aaltonen—2—) unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen bei Fichte und Kiefer gemessene physiologische Zeitpunkt, zu dem die Nährelementkonzentrationen nahezu gleich hoch bleiben, auf meinen Versuchsstandorten für die Tanne schon im November erreicht war. Sicherlich nehmen die Nährelementkonzentrationen mit Ausnahme des Kalziums während des Winters ab.

Wie aus einem Vergleich der Messwerte diesjähriger Nadeln (November 1955) mit denjenigen vorjährigen Nadeln (im Juli 1956) abzulesen ist, ob und wann die Messwerte im Spätherbs oder der beginnenden Winter konstant bleiben, muss durch weitere Untersuchungen geklärt werden.

Die Frage nachdem günstigsten Erntezeitpunkt für Analysen der Tannennadeln kann daher nicht beantwortet werden. Mit Sicherheit lässt sich jedoch sagen, dass die Kalzium-Versorgung eines Baumes Nadelanalytisch nicht exakt erfasst werden kann, weil die Kalzium-Konzentrationen ständig stark zunehmen. Es hat den Anschein, als wenn die Nährelementkonzentrationen der Vorjährigen Nadeln besser als die jänigen der diesjährigen Nadeln für die Nadelanalyse geeignet sind. Weil die Konzentrationschwankungen in den älteren Nadeln geringer sind, für die Untersuchung der diesjährigen Nadeln sprechen jedoch die durchschnittlich höheren Konzentrationen, die beim Standortvergleich wahrscheinlich zu grösseren Unterschieden führen.

Das für die Tanne Gesagte gilt auch für die *Schwarzkiefer*. Bei ihr aber sind die Mg- und P-Spiegelwerte von dem Zeitpunkt der Probenahme unabhängig.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Beantwortung der Frage nach dem günstigsten Zeitpunkt für die Probenahme von Nadeln der Tanne und Schwarzkiefer und von Eichenblättern für die Stickstoff-Analyse offen bleibt. Sie kann erts nach ergänzenden Untersuchungen beantwortet werden.