

SERİ
SERIES
SERIE A
SÉRIE

CİLT
VOLUME
BAND 30
TOME

SAYI
NUMBER
HEFT 1
FASCICULE 1980

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



SARIÇAM EKOSİSTEMLERİNDE İĞNE YAPRAK ANALİZLERİ İÇİN ELVERİŞLİ ÖRNEK ALMA ZAMANININ BELİRLENMESİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Doç. Dr. Münir DÜNDAR¹⁾

Kısa Özet

Araştırmanın amacı sarıçamların besleme ve gelişme ilişkilerini incelemeye bir yöntem olarak kullanılan yaprak analizleri için hangi devrede örnek alınmasının uygun olacağını saptanmasıdır.

Bu amaçla sarıçamın ülkemizde önemli yayılış gösterdiği Karadeniz, Karadeniz'de, İç ve Doğu Anadolu'da sabit deneme alanları seçilmiş, buralardan vejetasyon devresinin başlamasından sonra son yılda oluşan iğne yapraklar periyodik olarak toplanarak analiz edilmiş ve çeşitli besin maddeleri konsantrasyonlarının en az değişim gösterdiği devreye saptanmaya çalışılmıştır.

İğne yaprak analiz sonuçları, birçok besin maddeleri konsantrasyonlarının Eylül sonu Mart başı arasındaki dönemde büyük ölçüde değişmediğini ortaya koymuştur. Bu nedenle yaprak analizleri için sarıçamlardan, bu aylar arasında örneklerin alınmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

1. GİRİŞ

Son yıllarda orman ağaçlarının mineral maddelerle beslenmeleri ile gelişimleri arasındaki ilişkilerin ortaya konmasında bitki analizleri sonuçlarından giderek artan bir oranda yararlanılmaktadır. Gerçi orman meşcerelerinin artım ilişkileri doğrudan hasılat ölçmeleri ile de saptanabilir. Ancak bu yöntemle farklı artıma neden olan faktörlerin ortaya konmasına olanak yoktur. Diğer taraftan meşcerelerin gelişmeleri ile beslenmeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde gübreleme, kimyasal toprak analizleri vb. araştırma yöntemlerinden yararlanılabilir. Sayılan bu yöntemlerin bazı yararlarının yanısıra sakıncaları da vardır (geniş bilgi için bakınız: WEHRMANN 1959; ÇEPEL 1963; ÇEPEL, DÜNDAR 1978). Özellikle tarım alanında başarı ile uygulanan gübreleme ve kimyasal toprak analizi yöntemleri, ormançılık alanında yeterince yarar sağlamamaktadır. Bu nedenle son zamanlarda orman bitkilerinin beslenme ve büyüme ilişkilerini aydınlatmak konusunda yapılan araştırmalarda bitki analizleri bir yöntem olarak kullanılmakta ve bu yöntemle çoğu kez başarılı sonuçlar alınmaktadır. Zira bitki analizleri ile bitkilerin doğal koşullar al-

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü, İstanbul.

ında alabildiği besin maddelerini belirleme olanağı vardır. Gerçekten herhangi bir ağacın bünyesindeki besin maddeleri, o ağacın yetiştiği çevrenin su ekonomisi, sıcaklık koşulları, ağacın ekotipi, topraktaki besin maddeleri gibi dış koşulların özellik ve şiddetini de yansıtmaktadır. Böylece bitki organlarındaki besin maddeleri, diğer üretimi faktörlerinden bir kısmını da kapsamı içine almış olmaktadır. Onun için, bitkilerin besin maddeleri miktarları ile artım arasında sıkı bir ilişkinin bulunması gerekir. Bu nedenle özellikle son yıllarda orman ekosistemlerinin beslenme ekonomisini belirleme, besin maddelerinin biyolojik çevrimini kavrama, iyi ve kötü artımın besin maddelerine bağlı olup olmadığını ortaya koyma gibi çeşitli amaçlarla bitki analizleri yapılmaktadır.

Bitki beslenme araştırmalarında analiz işinde amaca göre kök, gövde, yapraklar, ya da tüm bitki kullanılabilir. Ormanlık araştırmalarında genellikle son yıl içinde oluşan yapraklar analiz edilmektedir.

Beslenme problemlerinin çözümü ile orman ekosistemlerinin verim güçlerine göre sınıflandırılmasında bir araç olarak kullanılan yaprak analizlerinin de bazı sınırları vardır. Diğer bir anlatımla, bitki organlarındaki besin maddelerine ilişkin değerler yalnız bitkinin artım gücüne göre değil; bitki türüne, bitkinin çeşitli organlarına, bitki veya organların yaşına, ışık ve gölge yapraklarına, iklimik, edafik ve fizyografik koşullar gibi diğer faktörlere göre de değişmektedir. Bunun için bitki analizleri yöntemi uygulamasında bu hususların göz önünde bulundurulması gerekir. Özellikle (1). Ağaç türü, (2). İğne yaprak yaşı, (3). İğne yaprakların tepe tacı üzerindeki dağılımı, (4). Vejetasyon süresi içinde örnek alma zamanı yapraklardaki besin maddeleri konsantrasyonlarının önemli ölçüde değişmesine neden olmaktadır. Yapılan bu araştırmada ağaç türü olarak yalnız sarıçam alınmış olup, ağacın tam ışık alan yerinde bulunan son yıla ilişkin iğne yapraklardaki besin maddeleri incelenmiş, böylece adı geçen faktörlerden üç tanesinin eşdeğer olması sağlanmıştır. Geri kalan faktör yani elverişli yaprak örneği alma zamanının saptanması son derece önemli görülmüş, araştırmada da bu husus üzerinde durularak, bir yıllık bir çalışma ile çeşitli coğrafi bölgelerdeki sarıçam ormanlarında yaprak analizleri için elverişli örnek alma zamanı saptanmaya çalışılmıştır. Böylece bu araştırma ile şu sorulara cevap aranmıştır :

(1). Çeşitli sarıçam yetişme bölgelerinde iğne yapraklardaki besin elementleri konsantrasyonları bir yıl içinde ne şekilde değişmektedir?

(2). Değişik bölgelerde analizler için iğne yaprak örnekleri hangi aylarda alınmalıdır?

Yukarıdaki soruların cevaplandırılması için, ilerde açıklanacak araştırma yöntemine göre, değişik yetişme bölgelerini temsil edecek biçimde 13 sabit deneme alanı seçilmiş, bu alanlardan vejetasyon devresinin başlamasından sonra bir yıl, ya da altı ay süre ile periyodik olarak iğne yaprak örnekleri toplanıp N, P, Si, Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Mn, Zn, Cu ve B elementleri analizler sonucunda belirlenerek söz konusu elementlerin iğne yapraklardaki konsantrasyonunun zaman içinde nasıl bir değişiklik gösterdiği ve analizler için örneklerin hangi dönemde alınmasının uygun olduğu saptanmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırma materyalini sarıçamın ülkemizde geniş yayılışa sahip olduğu Karadeniz, Karadenizardı, İç ve Doğu Anadolu'da seçilen 13 deneme alanından bir yıl,

ya da altı ay süre ile periyodik olarak alınan toplam 97 iğne yaprak örneği oluşturmaktadır. Deneme alanlarının sarıçam yetiştirme bölgelerine dağılımı ve bazı meşcereye ve yetiştirme çevresine ilişkin özellikler Tablo 1 de görülmektedir.

2.2. Yöntem

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

2.2.1. Arazi çalışmaları

Arazi çalışmalarını elverişli yaprak örneği alma zamanının belirlenmesi için deneme alanlarının seçimi ve buralardan iğne yaprak örneklerinin alınması, ayrıca bu sahalarda bazı meşcereye ilişkin ve fizyografik özelliklerin saptanması oluşturmaktadır. Deneme alanlarının seçiminde meşcerelerin normal sıklıkta, eşit yaşlı, saf ve yakın geçmişte teknik müdahale görmemiş olmasına özen gösterilmiştir. Deneme alanlarında örnek alma amacıyla her seferinde 3-5 ağaç kesilmesinin zorunlu olduğu nedeniyle, gerek meşcere yapısının bozulmaması, gerekse kesimlerden sonra meşcerede kalan ağaçların beslenme ilişkilerinin etkilenmemesi için deneme alanlarının geniş bir alan üzerinde homojen yapıdaki meşcerelerden seçilmesine özellikle dikkat edilmiştir. Böylece periyodik iğne yaprak alma işleminin benzer yapı ve koşullardaki geniş bir deneme alanı içersine serpiştirilmesi sağlanabilmektedir. Periyodik örnek toplama işine Doğu Anadolu'da Temmuz sonunda, diğer bölgelerde Haziran sonunda başlanmış ve bu çalışma ilk altı aylık dönemde birer ay, ikinci altı aylık dönemde ikişer ay ara ile sürdürülmüş ve tüm deneme alanlarından örneklerin alınması, her defasında yaklaşık bir hafta içinde gerçekleştirilmiştir. Ancak Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinden, çetin kış koşulları ve ulaşım güçlükleri nedeniyle, ikinci altı aylık dönemde örnek alınmamıştır. Doğu Anadolu'da seçilen deneme alanında ilk dönemden sonraki örnek toplama çalışmaları Doğu Anadolu Ormancılık Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmıştır.*)

2.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü ve Göttingen Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Orman Beslenmesi Enstitüsü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Deneme alanlarından toplanan iğne yaprak örnekleri çalışmaların yapıldığı bölgelerdeki laboratuvar olanaklarından da yararlanılarak en kısa sürede kurutma dolabında 65°C de kurutulmuş, daha sonra iğne yapraklar ayıklanıp, temizlenmiş ve mikserde öğütülerek kimyasal analizlerde kullanılmaya hazır hale getirilmiştir. Öğütülmüş 2 g iğne yaprak materyali kül fırınında 500°C dolayında yakılarak kül elde edilmiştir. Kül damıtık su ile nemlendirildikten sonra kum banyosu üzerinde 3 defa derişik HCl ile buharlaştırılıp, 0.5 n HCl ile alınarak filtre edilmiştir (SiO₂). Bu işlem sırasında katyonların çözünebilir kloritler halinde bağlanması sağlanmaktadır. Elde edilen kül çözeltisinde :

Na, K	:	Perkin - Elmer 403 atom absorpsiyon spektrometresinde direkt olarak,
Ca, Mg	:	Perkin - Elmer 403 atom absorpsiyon spektrometresinde kül çözeltisine lantanoksit (La ₂ O ₃) eklenmesinden sonra,

*1) Araştırmanın yürütülmesine olan katkıları nedeniyle, başta bu kuruluşun Müdürü Or. Yük. Mühendisi Mahmut Sevimsoy olmak üzere tüm ilgililere teşekkürü borç bilirim.

- Mn, Zn ve Cu : Perkin - Elmer 403 atom absorpsiyon spektrometresinde direkt olarak,
 Fe : 2,2 - Bipyridin ile Zeiss spektralfotometre M4 Q II de kolorimetrik olarak,
 Al : Aluminon kompleksi olarak Zeiss spektralfotometre M4 Q II de kolorimetrik yolla,
 P : Kolorimetrik yolla molibden mavisi yöntemine göre Zeiss spektralfotometre M4 Q II ile belirlenmiştir.
 N : H₂SO₄-Se karışımı ile yakılan bitki materyalinde Kjeldahl yöntemine göre,
 B : Ayrı olarak yakılan ve 1 n H₂SO₄ ile alınan bitki materyalinde 1, l'dianthrimid ile renklendirme yoluyla Zeiss spektralfotometre M4 Q II de kolorimetrik yolla belirlenmiştir.

(Analiz yöntemleri konusunda geniş bilgi için bakınız: FASSBENDER ve AHRENS 1975).

2.2.3. Değerlendirme çalışmaları

Daha önce de değinildiği gibi araştırmanın amacı çeşitli sarıçam yetişme bölgelerinde iğne yapraklardaki besin elementlerinin en az değişim gösterdiği devreyi, yani yaprak analizleri için en uygun örnek alma zamanını saptamaktır. Bu amaçla değişik aylarda alınan iğne yapraklarda kül içeriklerinin yanısıra 13 mineral besin maddesi analizler sonucu belirlenmiştir. Bu besin maddeleri makro ve mikro olarak iki gruba ayrılmaktadır :

Makro besin maddeleri : Silisyum, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum

Mikro besin maddeleri : Sodyum, alüminyum, demir, mangan, çinko, bakır, bor

Ancak bu ayırımın tamamen kantitatif ölçülere dayandırıldığını belirtmek yerinde olacaktır. Makro besin maddeleri bitkinin hayati faaliyetleri için fazla miktarda gereksinme duydukları, mikro besin maddeleri ise çokaz miktarda buldukları takdirde gereksinmeyi karşılamaya yeten besin maddeleridir. Ancak yapılan çalışmada yapraklarda konsantrasyonları saptanan yukarıda sayılan elementlerden Si, Na, Al'un bitki gelişiminde oynadıkları rol henüz kesinlikle bilinmemektedir.

Analizleri yapılan makro besin maddelerine ilişkin sonuçlar mutlak kuru maddede yüzde (%) ve mikro besin maddelerine ilişkin sonuçlar da mutlak kuru maddede ppm (milyonda birim=kg da mg) olarak gösterilmiştir. Konsantrasyon, yani % ve ppm değerlerinin yanısıra bitkinin tümünde, ya da bazı kısımlarındaki örneğin 1000 iğne yapraktaki besin maddeleri miktarlarından da bitkilerin mineral maddelerle beslenme düzeyinin hükümlendirilmesinde yararlanılabilir. Ancak söz konusu değerlerden daha çok gübreleme çalışmalarının etkisini ortaya koymakta, ya da noksanlık belirtilerinin açıklığa kavuşturulmasında önemli yararlar sağlanmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmada % ve ppm değerlerinin verilmesi ile yetinilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesinde istatistik yöntemlerden yararlanılmamış, değişik zamanlarda toplanan iğne yapraklardaki besin maddesi konsantrasyonları karşılaştırılarak sonuca gidilmeye çalışılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

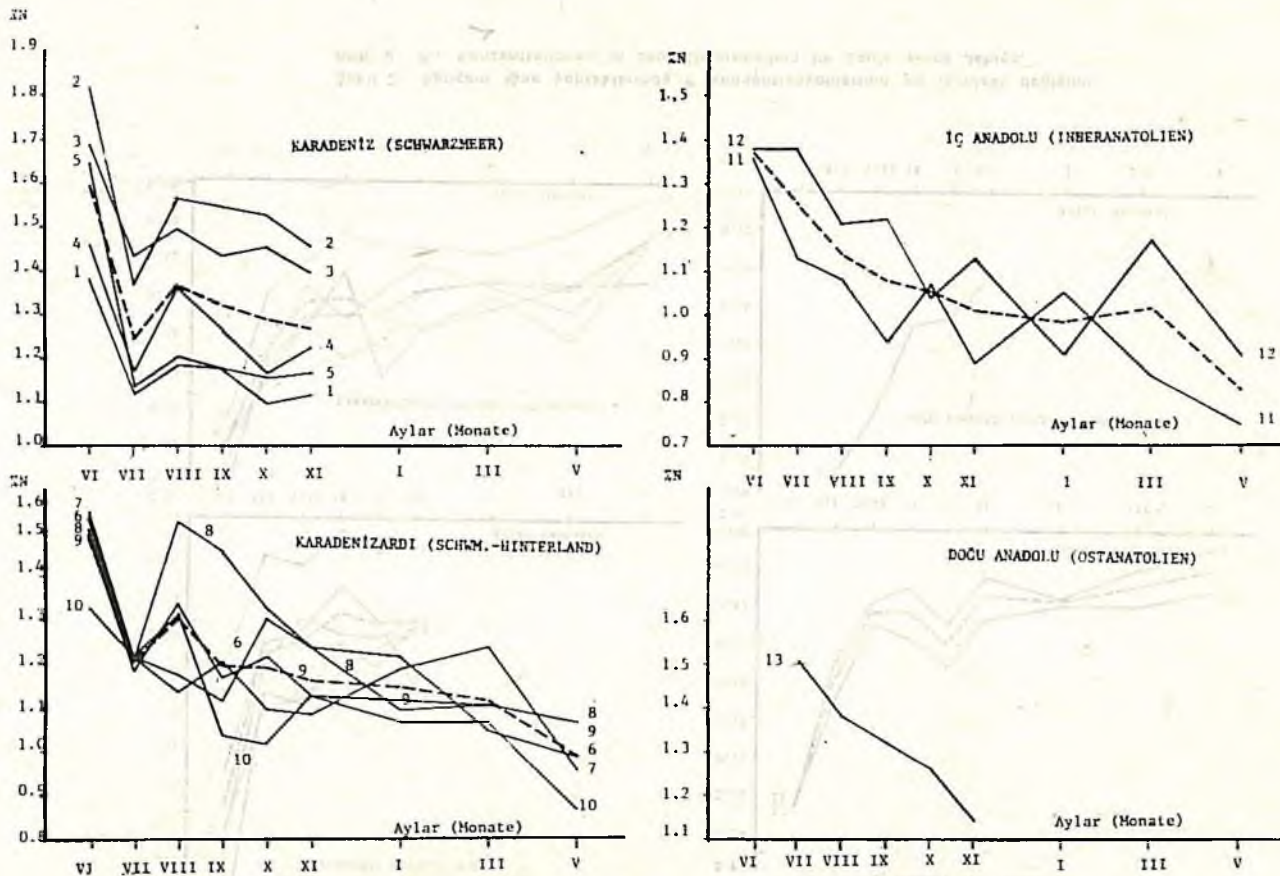
Sarıçam ormanlarının gelişimi ile yapraklardaki besin maddeleri konsantrasyonları arasındaki ilişkilerin saptanması ancak yaprak örneği alma hususunda uyulması gerekli bazı koşulların yerine getirilmesine bağlıdır. Elverişli yaprak örneği alma zamanının saptanması bu koşulların en önemlisidir ve yapılması zorunlu bir ön çalışma olarak nitelenebilir. İğne yapraklardaki besin maddesi konsantrasyonu ile artım arasındaki ilişkilerin ortaya konması için artım dışındaki faktörlerden hangileri yaprakların besin maddesi içeriği üzerinde etkili oluyorsa, bu faktörlerin aynı veya benzer olduğu koşullarda araştırma yapılması gereklidir. Bu, bilimsel araştırmalarda genel bir kuraldır. Onun için araştırmamızın yöntem bölümünde açıklandığı üzere, iğne yaprakların tepe tacı üzerindeki yeri, iğne yaprak yaşı, elverişli yaprak örneği alma zamanı gibi iğne yapraklardaki besin maddelerini etkileyen faktörler her zaman göz önünde bulundurulmuştur. Bunlardan ilk ikisi örnek alırken kolayca belirlenebilecek koşullardır. Fakat üçüncüsü, ancak bir araştırma ile elde edilen sonuçlara göre uygulama alanına konulabilir. Zira yaprakların besin maddeleri içeriği ağacın gelişim veya verim gücüne göre değiştiği gibi, yaprak yaşına, diğer bir deyimle yaprağın gelişim gösterdiği aylara göre de değişir. Onun için, besin maddesi ile gelişim arasındaki ilişki meydana çıkarılmak isteniyorsa, besin maddelerinin enaz değişim gösterdiği bir zamanda yaprak örneği alınarak analiz edilmelidir. Çeşitli besin maddelerinin iğne yapraklardaki konsantrasyonu bir vejetasyon devresi boyunca aynı kalsaydı, örnek alma zamanının değiştirilmesi herhangi bir önem taşımayabilirdi (WEHRMANN 1959). Ancak yukarıda da değinildiği gibi, böyle bir durum söz konusu değildir ve vejetasyon devresi içerisinde besin maddeleri konsantrasyon düzeylerinde önemli değişiklikler olduğu çeşitli ekolojik koşullarda yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur (KIVINEN 1933, MITCHELL 1936; TAMM 1951, 1955, WHITE 1954, WEHRMANN 1957, 1959, 1961; ÇEPEL 1958; IRMAK-ÇEPEL 1959; AHRENS 1964; HÖHNE 1964; GUHA ve MITCHELL 1966; HOFFMANN 1967, 1969, 1970; CZERNEY ve FIEDLER 1968; LEROY 1968; DÜNDAR 1973).

Yapraklardaki besin maddelerinin aylara göre değişimi, özellikle iklimatik etkenlerin aylara göre farklı oluşundan ve yaprak gelişim sürecinin buna bağlı olarak değişmesinden ileri gelmektedir. Bu nedenle, iklim koşulları değişik olan her bölge için yapraklardaki besin maddelerinin mevsimlik değişiminin de farklı olması beklenir. Bundan dolayı, ülkemiz sarıçam ormanlarının yayılış gösterdiği çeşitli coğrafi bölgeler için, diğer bir deyimle her makro iklim bölgesi için ayrı ayrı deneme alanları seçilerek araştırma yapılmıştır.

Analiz sonuçları tablo 2-14 te gösterilmiş olup, bu değerlerden yararlanılarak makro elementlerin tümü ve mikro elementlerden ilginç bir gidış gösteren demir ve bakırın mevsimlik değişimlerine ilişkin grafikler de düzenlenmiştir (şekil 1-7). Elde edilen sonuçların makro ve mikro elementler için ayrı ayrı açıklanması uygun görülmüştür. Bu arada sarıçam iğne yapraklarındaki konsantrasyonları belirlenen, ancak bitkilerin gelişmesi üzerinde oynadıkları rol henüz kesinlikle açıklığa kavuşmamış olan silisyum, sodyum ve alüminyumun mevsimlik değişimleri konusunda açıklama yapmaya gerek görülmemeyerek, yalnızca bu elementlere ilişkin analiz sonuçlarının verilmesiyle yetinilmiştir.

3.1. İğne yapraklardaki makro besin maddeleri konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi

Farklı ekolojik özelliklere sahip 4 araştırma bölgesinde seçilen 13 deneme meş-

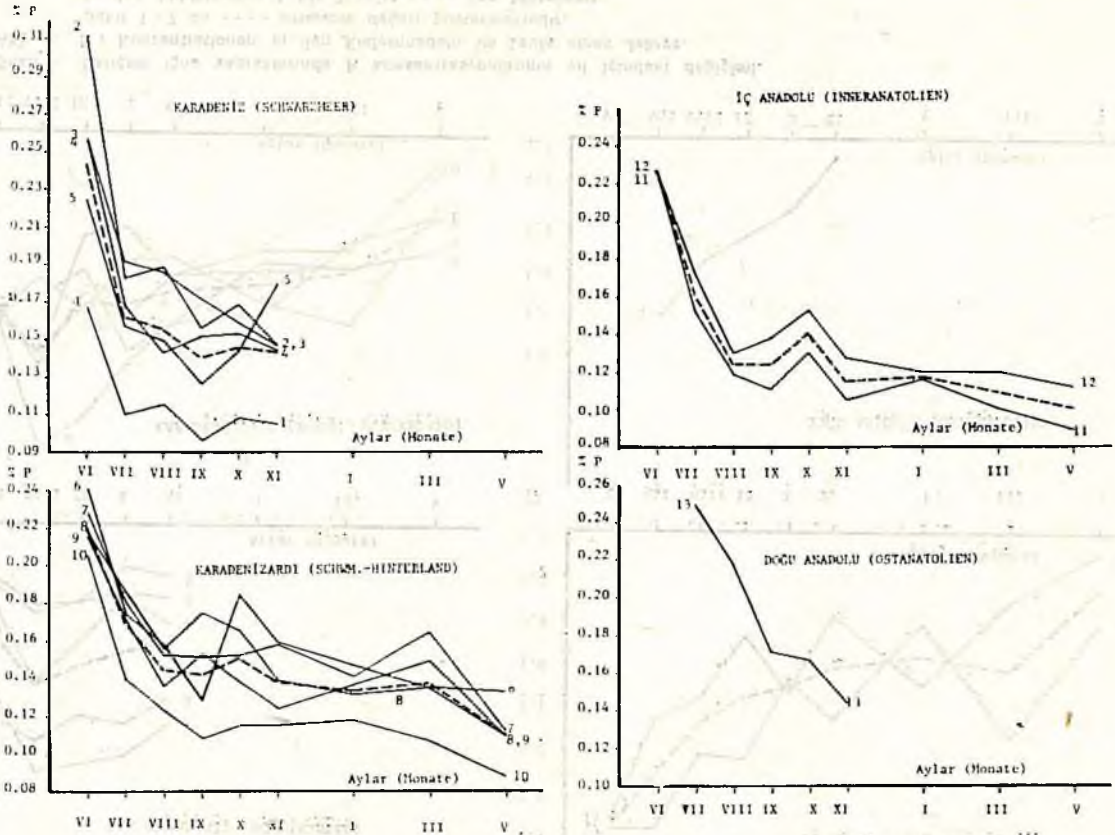


Şekil 1. Sarıçam iğne yapraklarında N konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.

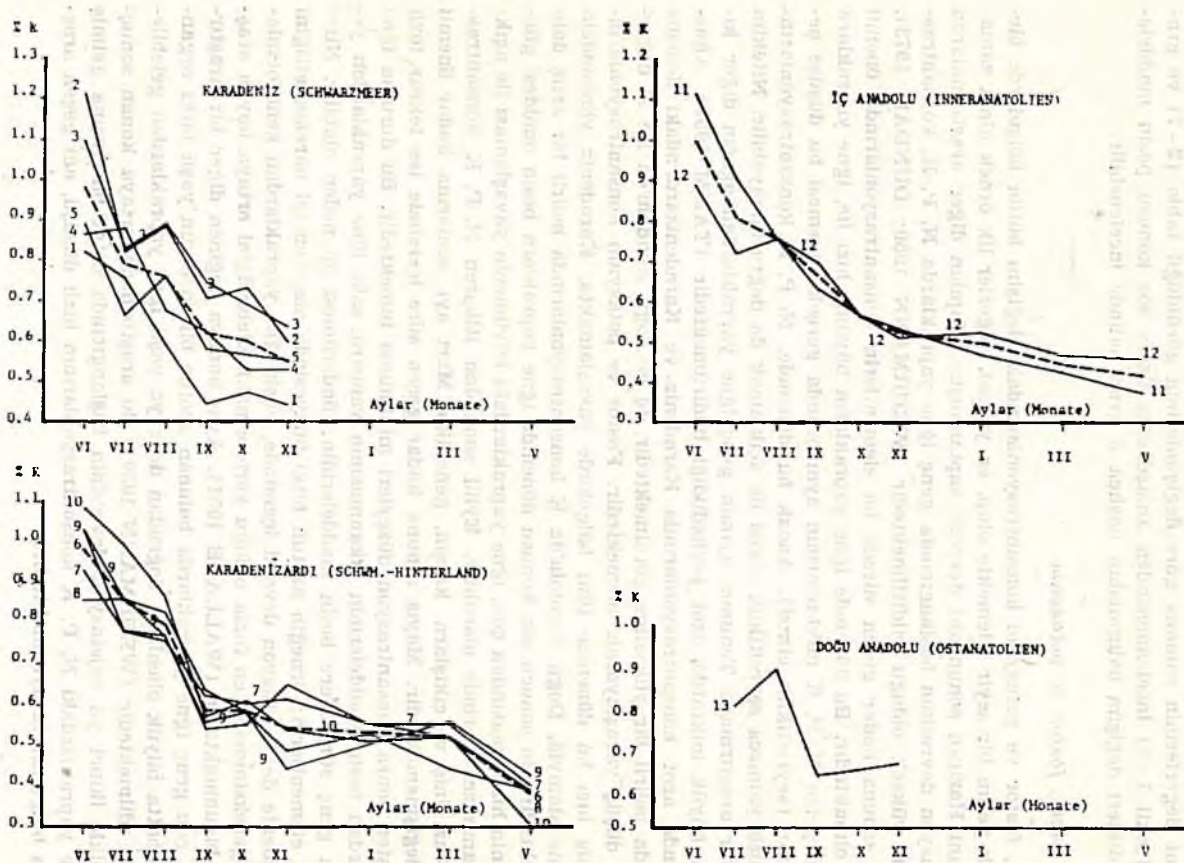
Abb. 1. N - Konzentrationen in den Kleferrnadeln im Laufe eines Jahres.

Şekil 1 - 7 de ---- ortalama değer göstermektedir.

In den Abbildungen 1 bis 7 zeigt ---- den Mittelwert.



Şekil 2. Sarıçam iğne yapraklarında P konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Abb. 2. P - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.



Şekil 3. Sarıçam iğna yapraklarında K konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Abb. 3. K - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

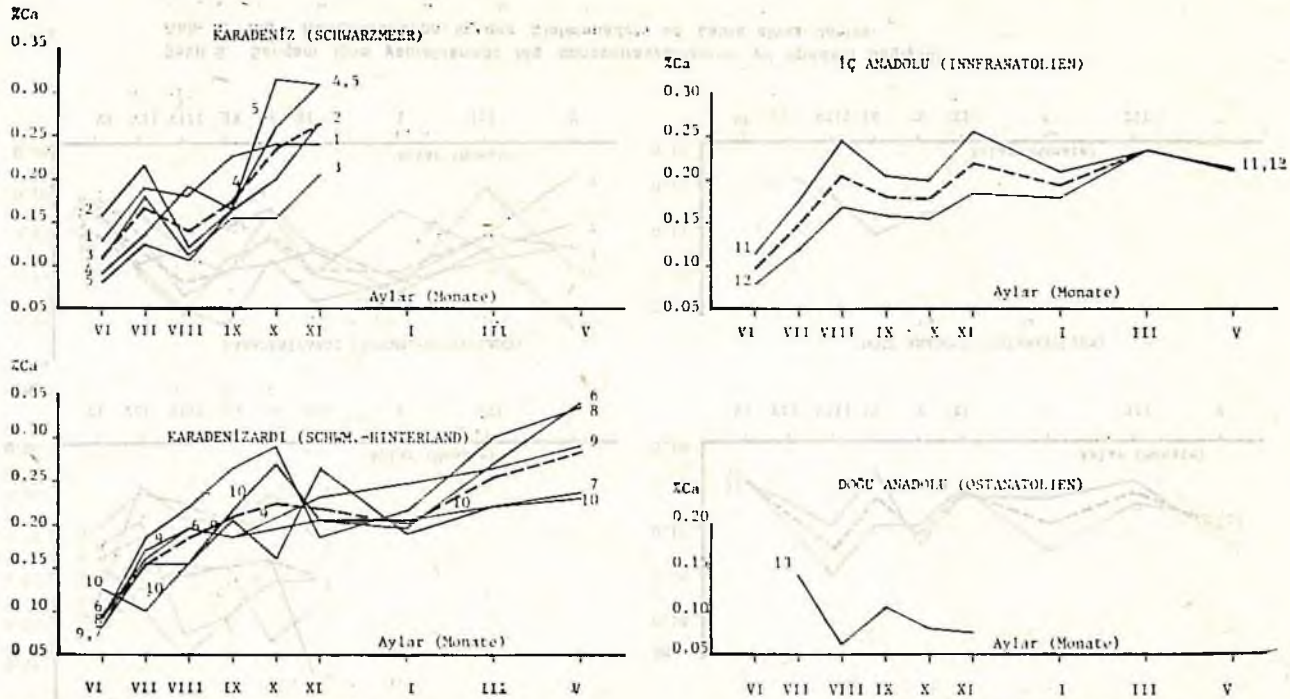
ceresinden altı ay ya da bir yıl içinde belirli aralıklarla alınan iğne yaprakların makro element değerlerinin zamana göre değişimlerinin görüldüğü tablo (2-7) ve grafiklerin (şekil 1-5) incelenmesinden anlaşılacağı üzere söz konusu besin maddeleri ri gösterdikleri değişim bakımından başlıca 3 grup halinde incelenebilir.

(1). *Azot, fosfor ve potasyum*

Azot, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişim bütün bölgelerde birbirine çok yakın bir seyir izlemekte olup, en yüksek değerler ilk örnek alma zamanında, yani Haziran sonundaki devrede saptanmıştır. Yapılan diğer araştırmalarda da vejetasyon devresinin başlangıcında genç iğne yapraklarda N, P, K, konsantrasyonlarının yüksek olduğu bildirilmektedir (WEHRMANN 1959; DÜNDAR 1973). Temmuz sonuna kadar geçen sürede bu elementlerin konsantrasyonlarında önemli düşüşler olmaktadır. Bu dönemde iğne yaprakların büyüme hızı ile, iğne yapraklara topraktan gelen N, P, K miktarlarının aynı oranda gerçekleşmemesi bu düşüşe neden olabilir (seyreltilik etkisi). Ancak bu dönemde, N, P, K konsantrasyonlarındaki düşüşü yalnızca seyreltilik etkisi ile açıklamak da doğru olmayabilir. Nitekim yapılan bir araştırmada Temmuz ayında genç iğne yapraklardan ağacın diğer kısımlarına büyük miktarda azot sevkedildiği bildirilmektedir (TAMM 1955). Ağustos sonunda azot konsantrasyonlarında Karadeniz ve Karadenizardı'ndaki deneme alanlarında belirli bir yükselme görülmektedir. İç ve doğu Anadolu'da ise N değerlerindeki düşüş yavaşlayarak sürmektedir. Fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki düşüş hızı bu dönemde tüm bölgelerde yavaşlamakta, Karadeniz yöresindeki iki deneme alanıyla, Doğu Anadolu'da K konsantrasyonlarında belirli bir artış dahi gözlenmektedir. Bu sonucu söz konusu dönemde iğne yapraklara besin maddesi gönderilmesinin hızlanmasından çok, iğne yapraklardaki büyümenin yavaşlaması ile açıklamak kanımızca yerinde olacaktır. Eylül sonundan itibaren N, P, K konsantrasyonları, bazı iniş ve çıkışlara karşın, genellikle Mart ayı sonlarına kadar önemli oranda değişmemektedir. Mayıs sonuna kadar geçen süre içerisinde ise tekrar hızlı bir düşüşten sonra konsantrasyon düzeyleri minimuma inmektedir. Bu duruma iğne yapraklardan besin maddelerinin yikanmasının yanısıra, eski iğne yapraklardan yeni oluşan genç sürgünlere besin maddelerinin gönderilmesi de neden olabilir. Nitekim bazı elementlerin; örneğin azotun bitki bünyesinde nispeten iyi hareket ettiğini ve bu nedenle de vejetasyon devresi içerisinde, yaşlı iğne yapraklardan genç olanlara, yani gereksinmenin en fazla olduğu yerlere nakledilebildiğini ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır (WALLACE 1951). Aynı konuya değinen diğer bir araştırmada da çok genç iğne yapraklarda bulunan azotun bir kısmının yaşlı bitki organlarından, hatta büyük olasılıkla doğrudan doğruya yaşlı iğne yapraklardan gelebileceği ifade edilmektedir (WEHRMANN 1959). Bu araştırmada ortaya konan sonuçlar, özellikle ikinci yıl vejetasyon devresinin başlangıcında artık bir yaşına gelmiş olan iğne yapraklardaki N, P, K konsantrasyonlarının hızlı düşüşü, adı geçen araştırmacıların bulgularıyla uyumaktadır.

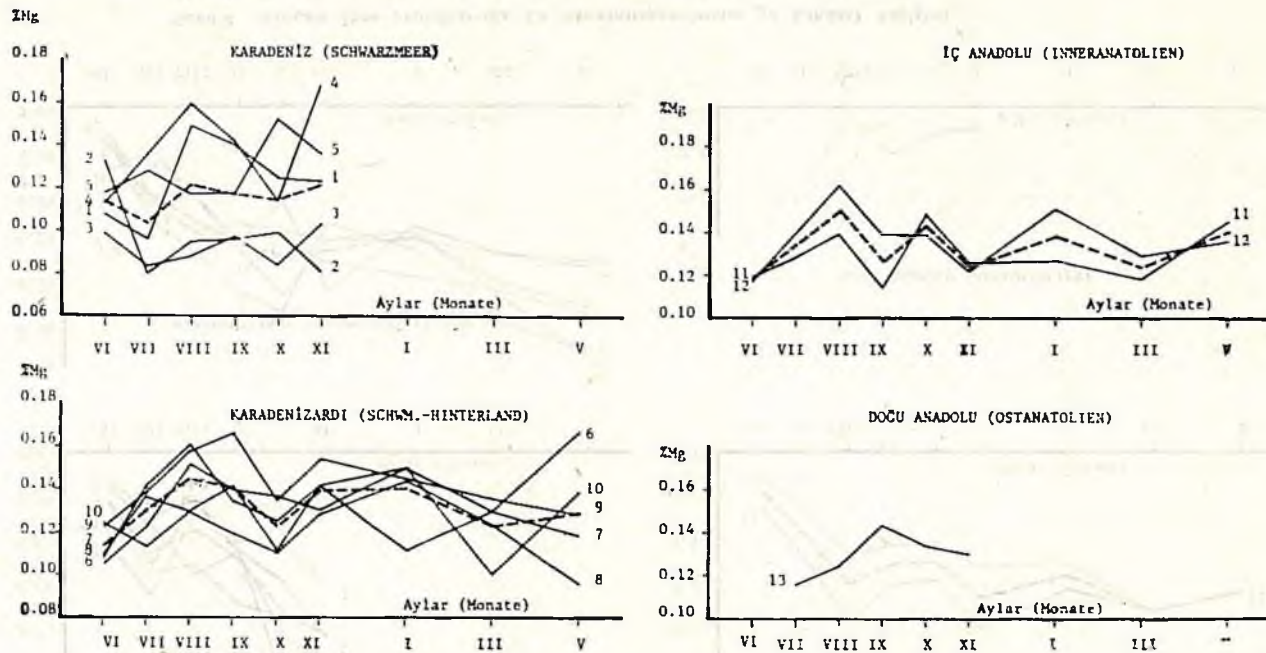
(2). *Kalsiyum*

Kalsiyum konsantrasyonları yetiştirme yörelerine göre çok farklı bir değişim süreci göstermektedir. Karadeniz ve Karadenizardı bölgelerinde bazı sapmalara karşın kalsiyum değerleri vejetasyon devresinin başlangıcından itibaren sürekli yükselmekte, Ca konsantrasyonlarının nispeten sabit kaldığı bir devreyi ise saptamak olanağı bulunmamaktadır. Her iki bölgede de genellikle en yüksek değerler son örnek alma zamanında ölçülmüştür. Kalsiyumun yaşlı bitki organlarından genç iğne yapraklara



Şekil 4. Sarıçam iğne yapraklarında Ca konsantrasyonlarının yıl içindeki değışimi.

Abb. 4. Ca - Konzentrationen in den Klefernadeln im Laufe eines Jahres.



Şekil 5. Sarıçam iğne yapraklarında Mg konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Abb. 5. Mg - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

önemli ölçüde gönderilmemesi nedeniyle yeni çıkan iğne yaprakların özellikle kalsiyumca fakir oldukları bildirilmektedir (WALLACE 1951). Zamanla topraktan Ca alımı sürdükçe bu elementin iğne yapraklardaki konsantrasyonu da yükselmektedir (WEHRMANN 1959; IRMAK ve ÇEPPEL 1959; DÜNDAR 1973). İki ve daha yağlı iğne yapraklarda da Ca sürekli olarak biriktirilmektedir (TAMM 1956; DÜNDAR 1973).

İç Anadolu bölgesinde Ca konsantrasyonları Ağustos sonuna kadar yükselmekte, Eylül sonuna doğru bir miktar düştükten sonra, Ekim sonundan itibaren yeniden tedricen yükselmektedir.

Doğu Anadolu'da ise Ağustos sonuna doğru görülen tedrici düşüştükten sonra Ca konsantrasyonlarında önemli bir değişiklik olmamaktadır. Doğu Anadolu'da saptanan bu durum, yani Ca konsantrasyonlarının vejetasyon devresinin başlangıcından sonra belirli bir artış göstermemesi, diğer bölgelerde saptanan sonuçlarla çelişkilidir. Ancak yaptığımız çalışma ile bu çelişkinin nedenleri konusunda bir hüküm verme olanağı da yoktur. Karadeniz ve Karadenizardı bölgelerindeki durumun tersine İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde Eylül sonundan, Ocak ayı sonuna kadar geçen sürede Ca değerlerinin fazla sapmalar göstermediği bir sürenin varlığı göze çarpmaktadır.

(3). *Magnezyum*

Magnezyum konsantrasyonlarının yıl içerisindeki değişimi bütün bölgelerde belirli bir yönde olmayıp, sürekli iniş ve çıkışlar gözlenmektedir. Arada Mg değerlerinin değişmediği, veya nispeten sabit kaldığı bir devre saptanamamıştır. Ayrıca Mg konsantrasyonlarının değişiminde belirli bir düşme veya yükselme görülememektedir. Ancak bu konuda yapılan diğer araştırmalarda da benzer sonuçlar alınmış ve bu durum her defasında ayrı ağaçlardan iğne yaprak örneklerinin alınmasıyla açıklanmaya çalışılmıştır (WEHRMANN 1959).

3.2. İğne yapraklardaki mikro besin maddeleri konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi

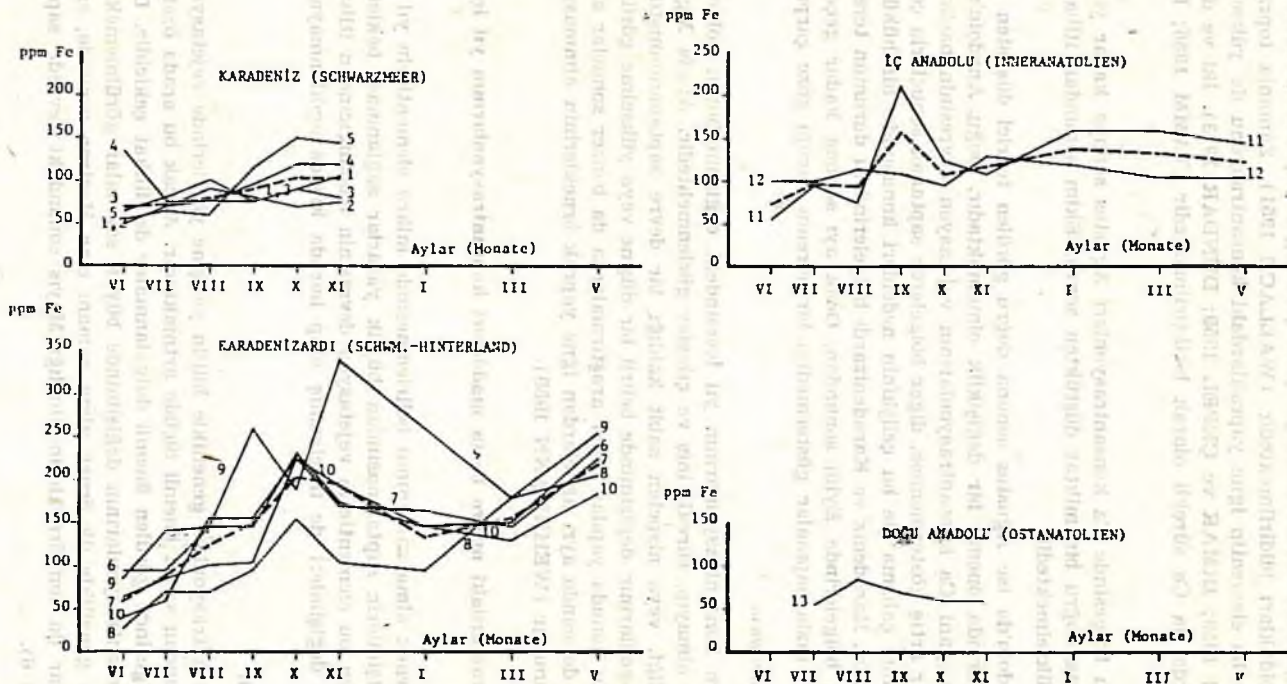
Elverişli örnek alma zamanının belirlenmesinde mikro elementlerin yıl içerisinde gösterdiği değişimlerin saptanmasından büyük yararlar sağlanması beklenilmemiştir. Buna karşın bu elementlerin vejetasyon devresinin başlangıcından itibaren olan konsantrasyon değişimleri de incelenmiş olup burada kısaca açıklanmaya çalışılacaktır.

(1). *Demir*

Demir konsantrasyonları genellikle bütün yetişme yörelerinde vejetasyon devresinin başlangıcından sonra önemli ölçüde artmaktadır. Ancak bu arada özellikle Karadenizardı bölgesinde görülen önemli dalgalanmalar da dikkat çekicidir. Diğer bölgelerde Fe konsantrasyonlarının değişiminde büyük sapmalar görülmemektedir. En düşük değerler genellikle ilk örnek alma zamanı olan Haziran sonunda, en yüksek konsantrasyonlar da son örneklerin alındığı Mayıs sonundaki devrede saptanmıştır (tablo 10, şekil 6).

(2). *Mangan*

Mangan konsantrasyonları da vejetasyon devresinin başlangıcından sonra sürekli bir biçimde tüm yetişme yörelerinde artmaktadır. Ancak aynı bölge içerisindeki deneme alanlarında dahi zamanla görülen önemli dalgalanmalar dikkat çekicidir.



Şekil 6. Sarıçam iğne yapraklarında Fe konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Abb. 6. Fe - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Buna karşın konsantrasyonlar genel olarak belirgin bir artış göstermektedir. Genellikle en düşük değerler ilk örneklerin alındığı Haziran sonunda, en yüksekler de son örnek toplama zamanı olan Mayıs sonunda saptanmıştır (tablo 11). Yapılan bir araştırmada Mn konsantrasyonlarının vejetasyon devresi içinde sürekli ve büyük oranda artarak 1 Ekim'de Mayıs değerlerinin 8 katına ulaştığı bildirilmektedir (WEHRMANN 1961). Bu çalışmamızda Mn konsantrasyonlarının önemli olarak niteleyebileceğimiz artışı, hiçbir zaman WEHRMANN'ın saptadığı boyutlara ulaşmamaktadır. Diğer araştırma sonuçları da Mn konsantrasyonlarındaki artışın daha tedrici olduğunu göstermektedir (AHRENS 1964).

(3). Çinko

Çinko konsantrasyonları Karadeniz yöresinde örnek alma süresince belli bir yönde değişmeyip nispeten sabit kalmaktadır. Buna karşın Karadeniz yöresinde Zn değerlerinde Eylül sonuna kadar bir artış, daha sonraki dönemlerde de tedrici bir azalış meydana gelmektedir. İç Anadolu'da bazı sapsmalara karşın Zn konsantrasyonları tedricen düşmekte ve son örnek alma zamanında en alt düzeye inmektedir. Doğu Anadolu'da ise Zn değerleri az da olsa başlangıçta sürekli artmakta, Eylül ayından sonra önemli oranda değişmemektedir (tablo 12).

(4). Bakır

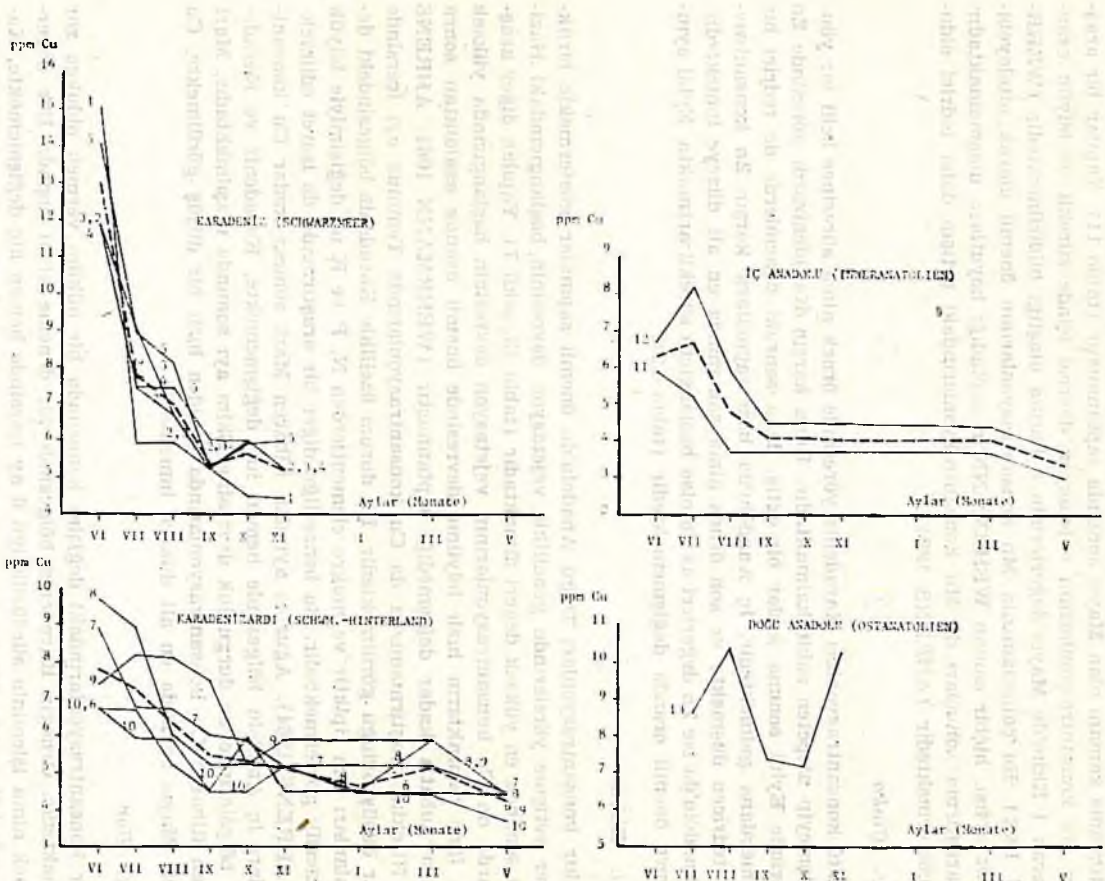
Bakır konsantrasyonları Doğu Anadolu'da önemli sapsmalar göstermekle birlikte, diğer yetiştirme yörelerinde genellikle vejetasyon devresinin başlangıcındaki Haziran ayı sonunda en yüksek değeri almaktadır (tablo 13, şekil 7). Yapılan diğer araştırmalarda da Cu konsantrasyonlarının vejetasyon devresinin başlangıcında yüksek olduğu, iğne yaprakların hızlı büyüme devresinde önemli oranda azaldıktan sonra Ekim'den Şubat'a kadar değişmediği saptanmıştır (WEHRMANN 1961; AHRENS 1964). Nitekim araştırmamızda da Cu konsantrasyonlarında Temmuz ayı içerisinde hızlı bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum özellikle Karadeniz bölgesindeki deneme alanları için tipiktir ve makro elementlerden N, P ve K un değişimiyle büyük bir benzerlik göstermektedir. Bu benzerliğe diğer bir araştırmada da işaret edilmiştir (AHRENS 1964). Ağustos ayından itibaren Mart sonuna kadar Cu konsantrasyonları İç Anadolu bölgesinde hemen hiç değişmemekte, Karadeniz ve Karadenizardı bölgelerinde bu durgunluk devresine Ekim ayı sonunda ulaşmaktadır. Mart sonundan itibaren Cu konsantrasyonlarında yeniden hızlı bir düşüş görülmekte, Cu değerleri Mayıs sonunda en alt düzeye inmektedir.

(5). Bor

Bor konsantrasyonlarındaki değişim konusunda bir hüküm vermek oldukça zor görülmektedir. Örneğin Karadeniz bölgesinde bir deneme alanı dışında Bor değerleri örnek alma işleminin sürdürüldüğü 6 ay içerisinde hemen hiç değişmemekte, Karadenizardı bölgesinde ise bazı sapsmalara karşın tedrici bir düşüş eğilimi gözlenmektedir. İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde Bor konsantrasyonlarındaki değişimler de önemli boyutlara ulaşmamaktadır (tablo 14).

3.3. Sonuç ve öneriler

Buraya kadar yapılan açıklamalarda makro ve mikro elementlerin sarıçamın önemli yayılış gösterdiği bölgelerde bu ağaç türünün iğne yapraklarında vejetasyon devresinin başlangıcından itibaren olan değişimleri belirtilmeye çalışılmıştır. Açıklamalarda ortaya çıkan önemli bir husus, bu çalışmayla tüm besin maddelerini kap-



Şekil 7. Sarıçam iğne yapraklarında Cu konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Abb. 7. Cu - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

sayacak biçimde elverişli bir örnek alma zamanını önermek olanağına kavuşulmamış olmasındır. Örneğin; magnezyum konsantrasyonları tüm bölgelerde bir yıl boyunca belirsiz, tarafımızdan yalnız olası nedenleri belirtilebilecek bir değişim göstermektedir. Ancak yapılan bu çalışmada bazı olumlu sonuçlara da ulaşılmıştır. Bu hususları kısaca şöyle özetleyebiliriz :

(1). Değişik bölgelerde aynı örnek alma zamanında belirli bir besin maddesine ait konsantrasyon düzeylerindeki farklar, aynı bölgede değişik örnek alma zamanlarındaki farkların yanında önemsiz görünmektedir.

(2). Araştırmanın yapıldığı tüm bölgelerde ilk örnek alma zamanında, yani Haziran sonunda ve en son örnek alma zamanı olan ertesi yılın Mayıs sonunda besin maddeleri konsantrasyon düzeylerinde önemli iniş çıkışlar ortaya çıkmaktadır.

(3). İğne yaprakların büyüme hızının yavaşlamasıyla birlikte, özellikle Eylül ayından sonra makro elementlerden N, P, K konsantrasyonlarındaki değişiklikler en aşağı düzeye inmektedir. Aynı durum mikro elementlerden Cu ve kısmen Zn için de söz konusudur.

(5). Kalsiyum, demir ve mangan konsantrasyonları bazı istisnalar dışında sürekli olarak artmaktadır.

(6). Magnezyum konsantrasyonlarının ne yönde değiştiği konusunda bu araştırma ile bir sonuca ulaşılammıştır.

Sarıçam meşcerelerinden elverişli iğne yaprak örneği alma zamanının saptanabilmesi için yapılan araştırmalardan şu sonuç çıkmaktadır: Araştırmanın yapıldığı tüm bölgelerde iğne yapraklardaki azot, fosfor, potasyum, çinko, bakır ve bor konsantrasyonları Eylül sonundan Mart sonuna kadar olan sürede önemli bir değişim göstermediği için bu devre «elverişli iğne yaprak örneği alma zamanı» olarak kabul edilmiştir. Bu dönemlerde alınan örneklerle yapılan karşılaştırmalarda büyük hataya düşülmeyebilir. Ayrıca Eylül sonundan itibaren analizler için örnek alınması demir ve mangan yönünden de büyük ölçüde sakıncalı değildir. Kalsiyum ve magnezyum konusunda yeterli bir bilgiye sahip olunabilmesi için bu tür çalışmaların daha homojen yapıdaki deneme alanlarında ve çok daha fazla sayıda bireylerden alınmış karma örneklerle sürdürülmesi gereklidir. Fakat kalsiyumun genellikle yaprak yaşına paralel olarak artışı nedeni ile kalsiyum için konsantrasyonun değişmediği veya çok az değiştiği bir devrenin bulunması yine de olanaksız gibi görünmektedir.

ERMITTLUNG DER GEEIGNETEN ZEITSPANNE FÜR PROBEENTNAHMEN NADELANALYTISCHER UNTERSUCHUNGEN IN DEN KIEFERNÖKOSYSTEMEN

Doç. Dr. Münir DÜNDAR

Abstract

Die vorliegende Arbeit wurde durchgeführt, um die Zeitspanne herauszufinden, in der sich die Nährelementkonzentrationen der Kiefernadeln nicht wesentlich ändern und die daher für die Probeentnahme geeignet ist.

Die Probeflächen wurden in den Gebieten Schwarzmeer, Schwarzmeer-Hinterland, Inner- und Ostanatolien ausgewählt, wo die Kiefer weite Rein- und Mischbestände bildet.

Die Analyseergebnisse zeigen, dass die Konzentrationen von vielen Nährelementen zwischen Ende September und Ende März nicht grossen Schwankungen unterworfen sind und die erwähnte Zeitspanne sich für die Probeentnahme eignet.

Das Ziel dieser Arbeit ist in den Kiefernökosystemen die Zeitspanne zu ermitteln, in der sich die Nährelementkonzentrationen der Nadeln nicht wesentlich ändern und die daher für Probeentnahmen besonders geeignet ist, um dann bei nadelanalytischen Arbeit vergleichende Untersuchungen anstellen zu können.

In den letzten Jahrzehnten findet die Blatt- oder Nadelanalyse zur Beurteilung der Mineralstoffernährung der Waldbäume immer häufigere Anwendung. Der Gedanke, diese Methode zur Beurteilung der Mineralstoffernährung der Pflanzen heranzuziehen, ergab sich aus dem häufig beobachteten Zusammenhang zwischen den Konzentrationen der verschiedenen Nährelemente in den Blättern und dem Wachstum der Pflanzen. Man vermeidet hierbei Schwierigkeiten, die mit der Probenahme bei der chemischen Bodenanalyse verbunden sind und arbeitet mit der Pflanze selbst, wodurch der gesamte durchwurzelte Bodenraum erfasst wird (WEHRMANN 1959).

Die Konzentrationen der Nährelemente in den Nadeln, hängen von zahlreichen Faktoren ab, deren Kenntnis Voraussetzung für die richtige Bewertung der Analyseergebnisse ist. Die Nährelementkonzentrationen in den Nadeln sind im wesentlichen abhängig; 1. von der Baumart 2. vom Alter der Nadeln 3. von der Verteilung der Nadeln in der Krone 4. vom Zeitpunkt der Probenahme in der Vegetationszeit. Die Fehler durch die ersten drei Faktoren können vermieden werden, wenn man mit einer bestimmten Baumart arbeitet und dabei nur den jüngsten Nadeljahrgang aus einer

bestimmten Stellung in der Krone untersucht. Bei unseren Untersuchungen wurde eine einzige Baumart, die Gemeinkiefer (*Pinus silvestris* L.) verwendet; die jüngsten Nadeln von den obersten Seitentrieben wurden geerntet und für die Bestimmung der geeigneten Zeitspanne der Probeentnahme wurde durch eine einjährige Arbeit in den verschiedenen Wuchsgebieten der Kiefern in der Türkei die Schwankungen der Nährelementkonzentrationen in den Nadeln verfolgt. Somit war das Ziel dieser Arbeit denjenigen Zeitraum des Jahres herauszufinden, in dem sich die Nährelementkonzentrationen nur unwesentlich ändern und der für die vergleichende Untersuchungen bei der Probeentnahme geeignet ist.

Um einen guten Überblick zu erhalten und um festzustellen, ob die klimatischen Unterschiede in den Verbreitungsgebieten der Kiefern in der Türkei die Zeitkurven der Nährelementkonzentrationen beeinflussen, wurden diese Erhebungen gleichzeitig auf 13 Versuchsflächen in 4 Wuchsgebieten, nämlich im Schwarzmeergebiet, im Schwarzmeer-Hinterland, in Inneranatolien und in Ostanatolien durchgeführt (Tabelle 1).

Das Untersuchungsmaterial bestand aus diesjährigen Kiefernadeln, die von den oben erwähnten Gebieten periodisch entnommen wurden. Die Probeentnahme begann in Ostanatolien Ende Juli, in anderen Gebieten Ende Juni und erfolgte in der ersten Jahreshälfte monatlich und in der zweiten einmal in zwei Monaten. Im Schwarzmeergebiet und in Ostanatolien konnten wegen der Verkehrsschwierigkeiten in der zweiten Jahreshälfte die Probenahme nicht fortgesetzt werden.

In den Probeflächen wurden jedesmal 3-5 Bäume gefällt und die Nadeln aus den obersten Seitentrieben als Probe entnommen. In den Nadelproben wurden nach der Veraschung Si-, N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Na-, Al-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu- und B-Konzentrationen bestimmt.

Die Analysenergebnisse sind in den Tabellen 2-14 ersichtlich. Ausserdem wurde der zeitliche Verlauf von N, P, K, Ca, Mg, Fe und Cu graphisch dargestellt (Abb. 1-7).

Wie aus den erwähnten Tabellen und Abbildungen zu sehen ist, unterliegen die Nährelementkonzentrationen im Laufe eines Jahres grossen Schwankungen.

Die Zeitkurven der N-, P-, und K-Konzentrationen ähneln einander sehr. Sie unterscheiden sich aber stark von den Kurven der Ca-, und Mg-Konzentrationen.

Zu Beginn der Vegetationsperiode sind die N-, P-, K-Konzentrationen in den ganz jungen Nadeln sehr hoch. Gegen Ende Juli sinken die Konzentrationen dieser Elemente erheblich. Ende August erhöhen sich die N-Konzentrationen in den Probeflächen vom Schwarzmeer und Schwarzmeer-Hinterland. Ab Ende September bis März ändern sich die N-, P-, K-Konzentrationen nur unwesentlich, wobei sie gegen Juni wieder stark abfallen.

Die Zeitkurven der Calciumkonzentrationen zeigen, mit der Ausnahme der Probefläche in Ostanatolien, einen ganz anderen Verlauf. Die jungen Nadeln sind calciumarm. Dieses Element wird im Verlaufe der Vegetationsperiode in den Nadeln stärker angereichert.

Die Mg-Konzentrationen zeigen in allen Gebieten grosse Schwankungen im Laufe eines Jahres. Für Mg ist es nicht möglich eine Zeitspanne zu finden, in der die Konzentration dieses Elementes sich nur unwesentlich ändert.

Die Eisenkonzentrationen nehmen im Laufe der Zeit in allen Gebieten ständig zu. Die niedrigsten Werte wurden zur Zeit der ersten Probenahme und die höchsten zur Zeit der letzten Probenahme gemessen, wobei in einzelnen Probeflächen im Schwarzmeer-Hinterland grosse Schwankungen auftreten.

Mangankonzentrationen verhalten sich wie Eisen und nehmen mit der Zeit ständig zu.

Zinkkonzentrationen zeigen im Schwarzmeergebiet keine gerichteten Änderungstendenzen, wobei diese sich im Schwarzmeer-Hinterland bis Ende September erhöhen, danach allmählich abnehmen. Auch in Inneranatolien sinken die Zinkkonzentrationen im Laufe der Zeit und erreichen zur Zeit der letzten Probenahme das niedrigste Niveau.

Kupferkonzentrationen unterliegen in Ostanatolien grossen Schwankungen. In anderen Gebieten wurden die höchsten Werte in der Zeit der ersten Probenahme gemessen, wobei sie bis Ende Juli sehr stark sinken. Zwischen Oktober und März ändern sich die Kupferkonzentrationen nicht wesentlich, danach ist wieder eine Abnahme zu beobachten.

Borkonzentrationen bleiben in allen Gebieten, mit einigen Ausnahmen, im Laufe eines Jahres fast unverändert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen können wie folgt zusammengefasst werden :

(1). Klimatische Unterschiede üben keinen eindeutigen Einfluss auf die Zeitkurven der Nährelementkonzentrationen aus.

(2). Die Zeitkurven der Nährelementkonzentrationen unterliegen zur Zeit der ersten und der letzten Probenahme grossen Schwankungen.

(3). Von Ende September bis Ende März ändern sich die N-, P- und K-Konzentrationen nicht wesentlich. Das gleiche gilt für Cu und zum Teil auch für Zink.

(4). Borkonzentrationen ändern sich im Laufe eines Jahres nicht wesentlich.

(5). Ca-, Fe- und Mn-Konzentrationen nehmen, mit einigen Ausnahmen, ständig zu.

(6). Magnesiumkonzentrationen zeigen grosse Schwankungen im Laufe eines Jahres.

Zum Schluss kann gesagt werden, dass für vergleichende Untersuchungen, sowie zur Beurteilung der Stickstoff-, Phosphor-, Kalium-, Zin-, Kupfer- und Borernährung von Kiefernbeständen mit Hilfe der Nadelanalyse die Proben, in einzelnen Verbreitungsgebieten der Kiefern, in der Zeitspanne von Ende September bis Ende März entnommen werden müssen. Die Entnahme der Proben in dieser Zeitspanne könnte sich auch für Eisen und Mangan nicht sehr nachteilig auswirken. Für den Verlauf der zeitlichen Veränderungen von Calcium und besonders von Magnesium können mit dieser Arbeit keine genaueren Angaben gemacht werden.

Tablo (Tabelle) 1
Örnek alanlarına ilişkin bazı özellikler
Einige Eigenschaften der Probestellen

Deneme alanı Probe- fläche Nr.	Bölge Gebiet	Orman İşletmesi Forstamt	Yükselti Höhe über NN m	Bakı Exposition	Yamaç eğimi Hangneigung %	Yaş Alter	Üst boy Oberhöhe m	Bonitet Bonität
1	Karadeniz Schwarzmeer	Kastamonu	1070	NW	6	70	14.6	IV
2	"	"	1430	E	10	10	4.2	—
3	"	"	1450	NE	12	12	5.0	—
4	"	"	1530	NW	15	64	18.5	II
5	"	Karabük	1310	—	—	76	23.6	II
6	Karadeniz'de Schwarzmeer- Hinterland	Aladağ	1310	N	20	109	28.8	II
7	"	"	1370	S	25	74	17.8	IV
8	"	Gerede	1380	NW	18	56	16.8	II
9	"	Kızılcahamam	1520	NW	12	95	21.4	III
10	"	"	1500	NE	15	104	11.4	V
11	İç Anadolu	Çatacık	1570	NW	13	85	18.1	IV
12	Inneranatolien	"	1460	NE	22	88	24.8	II
13	Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış	1970	W	10	76	19.1	III

Tablo (Tabelle) 2
Sarıçam iğne yapraklarında azot konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Stickstoff - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
	Yeri Ort	Nr.	Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
			Azot (Stickstoff) %								
Karadeniz	Kastamonu	1	1.378	1.122	1.187	1.181	1.102	1.119	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	1.820	1.368	1.568	1.554	1.531	1.459	—	—	—
	»	3	1.688	1.443	1.497	1.439	1.464	1.388	—	—	—
	»	4	1.458	1.169	1.367	1.271	1.173	1.226	—	—	—
	Karabük	5	1.646	1.136	1.212	1.181	1.165	1.170	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	1.544	1.220	1.185	1.122	1.309	1.245	1.223	1.054	0.986
Schwarzmeer-	»	7	1.554	1.222	1.136	1.215	1.056	1.095	1.191	1.242	0.959
Hinterland	Gerede	8	1.510	1.206	1.535	1.457	1.335	1.236	1.105	1.113	1.073
	Çamkoru	9	1.505	1.186	1.345	1.171	1.221	1.126	—	1.114	1.068
	»	10	1.333	1.215	1.321	1.037	1.017	1.127	1.073	1.067	0.869
İç Anadolu	Çatacık	11	1.364	1.133	1.077	0.943	1.075	0.888	1.053	0.861	0.752
Inneranatolien	»	12	1.379	1.377	1.206	1.219	1.042	1.133	0.914	1.175	0.914
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamuş	13	—	1.509	1.381	1.321	1.265	1.136	—	—	—

Tablo (Tabelle) 3

Sarıçam iğne yapraklarında fosfor konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Phosphor - Konzentrationen in den Kiefernnadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran Juni	Temmuz Juli	Ağustos August	Eylül Septem.	Ekim Oktober	Kasım Novem.	Ocak Januar	Mart März	Mayıs Mai
	Yeri Ort	Nr.	Fosfor (Phosphor) %								
Karadeniz	Kastamonu	1	0.168	0.110	0.115	0.096	0.108	0.105	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	0.313	0.183	0.189	0.156	0.169	0.147	—	—	—
	»	3	0.258	0.191	0.186	0.172	0.159	0.147	—	—	—
	»	4	0.257	0.169	0.143	0.151	0.153	0.144	—	—	—
	Karabük	5	0.225	0.157	0.149	0.126	0.143	0.179	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	0.241	0.174	0.158	0.128	0.184	0.159	0.147	0.135	0.133
Schwarzmeer-	»	7	0.228	0.180	0.152	0.151	0.152	0.158	0.141	0.165	0.112
Hinterland	Gerede	8	0.218	0.186	0.156	0.175	0.166	0.139	0.131	0.135	0.109
	Çamkoru	9	0.215	0.171	0.136	0.153	0.138	0.124	—	0.149	0.109
	»	10	0.205	0.139	0.123	0.108	0.115	0.115	0.118	0.107	0.088
İç Anadolu	Çatacak	11	0.227	0.152	0.119	0.111	0.130	0.105	0.116	0.100	0.089
Inneranatolien	»	12	0.227	0.172	0.130	0.138	0.153	0.127	0.120	0.120	0.112
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamuş	13	—	0.249	0.217	0.171	0.167	0.144	—	—	—

Tablo (Tabelle) 4
Sarıçam iğne yapraklarında silisyum konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi
Silizium - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
	Yeri Ort	Nr.	Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
			Silisyum (Silizium) %								
Karadeniz	Kastamonu	1	0.176	0.273	0.292	0.191	0.239	0.216	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	0.103	0.053	0.043	0.043	0.046	0.062	—	—	—
	»	3	0.032	0.033	0.040	0.086	0.084	0.076	—	—	—
	»	4	0.076	0.247	0.207	0.253	0.266	0.295	—	—	—
	Karabük	5	0.232	0.220	0.204	0.278	0.212	0.305	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	0.214	0.336	0.223	0.319	0.385	0.410	0.412	0.388	0.479
Schwarzmeer-	»	7	0.179	0.332	0.274	0.344	0.462	0.406	0.369	0.432	0.411
Hinterland	Gerede	8	0.226	0.366	0.293	0.250	0.285	0.289	0.281	0.377	0.310
	Çamkoru	9	0.281	0.383	0.375	0.438	0.362	0.473	—	0.377	0.372
	»	10	0.159	0.162	0.285	0.262	0.341	0.371	0.270	0.326	0.391
İç Anadolu	Çataçık	11	0.235	0.205	0.203	0.239	0.283	0.285	0.280	0.255	0.290
Inneranatolien	»	12	0.204	0.210	0.284	0.273	0.300	0.316	0.230	0.292	0.313
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış	13	—	0.153	0.256	0.233	0.303	0.363	—	—	—

Tablo (Tabelle) 5
Sarıçam iğne yapraklarında potasyum konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Kalium - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran Juni	Temmuz Juli	Ağustos August	Eylül Septem.	Ekim Oktober	Kasım Novem.	Ocak Januar	Mart März	Mayıs Mai
	Yeri Ort	Nr.	Potasyum (Kalium) %								
Karadeniz	Kastamonu	1	0.821	0.755	0.593	0.444	0.473	0.444	—	—	—
Schwarzmeer	>	2	1.218	0.822	0.886	0.704	0.733	0.595	—	—	—
	>	3	1.097	0.829	0.888	0.744	0.692	0.637	—	—	—
	>	4	0.864	0.880	0.673	0.624	0.529	0.529	—	—	—
	Karabük	5	0.893	0.663	0.762	0.581	0.566	0.556	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	1.026	0.783	0.769	0.540	0.555	0.650	0.555	0.524	0.389
Schwarzmeer-	>	7	0.932	0.778	0.757	0.623	0.605	0.617	0.555	0.554	0.404
Hinterland	Gerede	8	0.856	0.862	0.832	0.635	0.584	0.484	0.528	0.442	0.389
İç Anadolu	Çamkoru	9	1.028	0.862	0.767	0.556	0.581	0.443	—	0.563	0.427
	>	10	1.084	0.994	0.865	0.567	0.609	0.537	0.510	0.521	0.300
Inneranatolien	Çatacak	11	1.115	0.904	0.754	0.630	0.564	0.535	0.470	0.425	0.376
Doğu Anadolu Ostanatolien	>	12	0.889	0.719	0.754	0.701	0.570	0.513	0.524	0.468	0.457
	Sarıkamış	13	—	0.800	0.890	0.632	0.648	0.657	—	—	—

Tablo (Tabelle) 6

Sarıçam iğne yapraklarında kalsiyum konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Calzium - Konzentrationen in den Kleifernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche	Yeri Ort	Nr.	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
				Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
				Kalsiyum (Calzium) %								
Karadeniz	Kastamonu		1	0.125	0.189	0.179	0.223	0.242	0.241	—	—	—
Schwarzmeer	»		2	0.157	0.215	0.118	0.164	0.201	0.265	—	—	—
	»		3	0.107	0.179	0.112	0.157	0.154	0.205	—	—	—
	»		4	0.088	0.134	0.192	0.166	0.261	0.309	—	—	—
	Karabük		5	0.080	0.124	0.107	0.167	0.313	0.309	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ		6	0.095	0.162	0.194	0.186	0.196	0.207	0.194	0.269	0.341
Schwarzmeer-	»		7	0.081	0.154	0.155	0.206	0.160	0.264	0.189	0.222	0.235
Hinterland	Gerede		8	0.091	0.186	0.220	0.263	0.283	0.184	0.217	0.299	0.333
	Çamkoru		9	0.082	0.168	0.196	0.187	0.203	0.230	—	0.263	0.292
	»		10	0.123	0.099	0.156	0.215	0.271	0.207	0.207	0.222	0.229
İç Anadolu	Çatacık		11	0.117	0.177	0.245	0.204	0.200	0.257	0.208	0.234	0.212
Inneranatollen	»		12	0.079	0.119	0.168	0.161	0.157	0.183	0.180	0.235	0.210
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış		13	—	0.140	0.062	0.103	0.079	0.076	—	—	—

Tablo (Tabelle) 7

Sarıçam iğne yapraklarında magnezyum konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Magnesium - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
	Yeri Ort	Nr.	Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mal
			Magnezyum (Magnesium) %								
Karadeniz	Kastamonu	1	0.108	0.096	0.149	0.140	0.125	0.124	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	0.133	0.080	0.095	0.096	0.099	0.080	—	—	—
	»	3	0.099	0.083	0.088	0.097	0.084	0.103	—	—	—
	»	4	0.113	0.135	0.159	0.141	0.114	0.168	—	—	—
	Karabük	5	0.118	0.128	0.117	0.118	0.152	0.136	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	0.105	0.122	0.151	0.139	0.136	0.130	0.149	0.129	0.116
Schwarzmeer-	»	7	0.108	0.141	0.160	0.133	0.125	0.141	0.111	0.129	0.118
Hinterland	Gerede	8	0.109	0.136	0.129	0.119	0.110	0.128	0.144	0.123	0.095
	Çamkoru	9	0.122	0.138	0.157	0.166	0.135	0.154	—	0.135	0.128
	»	10	0.124	0.113	0.129	0.141	0.111	0.141	0.150	0.100	0.138
İç Anadolu	Çatacık	11	0.119	0.128	0.139	0.114	0.148	0.126	0.127	0.118	0.145
Inneranatolien	»	12	0.117	0.140	0.162	0.139	0.139	0.122	0.151	0.129	0.136
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamuş	13	—	0.115	0.124	0.143	0.134	0.130	—	—	—

Tablo (Tabelle) 8
Sarıçam iğne yapraklarında sodyum konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Natrium - Konzentrationen in den Klefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche Yeri Ort	Nr.	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
			Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
			Sodyum (Natrium) ppm								
Karadeniz	Kastamonu	1	19	31	17	12	23	12	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	14	15	23	35	38	41	—	—	—
	»	3	19	28	32	30	17	49	—	—	—
	»	4	9	15	30	20	20	41	—	—	—
	Karabük	5	14	35	25	21	18	43	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	31	39	30	32	39	23	41	49	78
Schwarzmeer-	»	7	17	47	17	36	42	36	55	39	100
Hinterland	Gerede	8	10	44	23	27	23	31	82	124	76
İç Anadolu	Çamkoru	9	27	53	52	72	61	83	—	49	100
	»	10	96	31	93	39	50	53	61	46	52
	Çataçık	11	18	50	53	60	26	32	66	49	26
Inneranatolien	»	12	11	18	25	32	59	29	37	25	20
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış	13	—	18	9	30	26	19	—	—	—

Tablo (Tabelle) 9

Sarıçam iğne yapraklarında alüminyum konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Aluminium - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran Juni	Temmuz Juli	Ağustos August	Eylül Septem.	Ekim Oktober	Kasım Novem.	Ocak Januar	Mart März	Mayıs Mai
	Yeri Ort	Nr.	Alüminyum (Aluminium) ppm								
Karadeniz	Kastamonu	1	108	108	101	140	156	175	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	217	215	322	318	169	345	—	—	—
	»	3	169	292	323	250	292	319	—	—	—
	»	4	162	285	410	421	285	379	—	—	—
	Karabük	5	237	379	376	297	479	535	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	270	249	317	446	649	325	514	336	449
Schwarzmeer-	»	7	209	314	277	332	504	462	547	411	452
Hinterland	Gerede	8	61	135	94	141	163	148	135	214	322
	Çamkoru	9	160	243	337	359	311	516	—	244	154
	»	10	329	397	570	429	582	618	450	481	489
İç Anadolu	Çatacık	11	403	357	418	643	511	655	570	485	617
Inneranatolien	»	12	296	529	445	654	536	540	597	407	464
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış	13	—	85	149	168	161	202	—	—	—

Tablo (Tabelle) 10
Sarıçam iğne yapraklarında demir konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Eisen - Konzentrationen in den Klefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
	Yeri Ort	Nr.	Junı	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
			Demir (Eisen) ppm								
Karadeniz	Kastamonu	1	49	69	77	77	90	103	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	52	72	92	82	70	75	—	—	—
	»	3	64	82	100	76	90	80	—	—	—
	»	4	135	75	73	96	122	118	—	—	—
	Karabük	5	54	66	61	114	149	144	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	93	93	147	147	228	173	145	151	240
Schwarzmeer-	»	7	65	85	101	104	224	168	164	145	226
Hinterland	Gerede	8	27	69	69	95	156	103	93	180	206
İç Anadolu	Çamkoru	9	86	139	146	260	190	340	—	182	253
	»	10	42	61	157	153	225	195	146	128	186
	Çataçık	11	53	93	73	209	124	108	153	162	143
Inneranatolien	»	12	100	98	115	112	94	129	120	106	105
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış	13	—	56	85	69	58	61	—	—	—

Tablo (Tabelle) 11

Sarıçam iğne yapraklarında mangan konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Mangan - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
	Yeri Ort	Nr.	Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
M a n g a n ppm											
Karadeniz	Kastamonu	1	182	189	249	242	313	283	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	196	149	134	142	142	176	—	—	—
	»	3	123	123	128	156	142	141	—	—	—
	»	4	183	250	417	319	224	373	—	—	—
	Karabük	5	312	474	450	455	600	489	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	276	264	566	392	366	264	420	243	308
Schwarzmeer-	»	7	256	279	284	250	356	483	420	345	431
Hinterland	Gerede	8	75	128	148	108	88	108	95	134	97
	Çamkoru	9	207	182	296	217	291	282	—	214	283
	»	10	332	323	396	486	433	510	462	447	396
İç Anadolu	Çatacık	11	416	452	553	523	538	641	591	652	537
Inneranatolien	»	12	290	271	377	418	438	419	585	353	532
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış	13	—	115	155	141	140	208	—	—	—

Tablo (Tabelle) 12
Sarıçam iğne yapraklarında çinko konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Zink - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche		Haziran Juni	Temmuz Juli	Ağustos August	Eylül Septem.	Ekim Oktober	Kasım Novem.	Ocak Januar	Mart März	Mayıs Mai
	Yeri Ort	Nr.	Ç i n k o (Zink) ppm								
Karadeniz	Kastamonu	1	49.5	36.7	49.6	46.2	42.2	52.7	—	—	—
Schwarzmeer	»	2	48.7	40.9	41.9	66.1	42.4	41.1	—	—	—
	»	3	52.0	41.3	46.3	48.6	41.2	45.5	—	—	—
	»	4	63.7	60.6	73.2	71.7	65.1	75.9	—	—	—
	Karabük	5	68.2	55.2	56.9	62.6	64.7	62.9	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ	6	55.1	65.9	59.3	90.6	58.4	65.0	52.2	58.0	53.6
Schwarzmeer-	»	7	57.2	53.5	61.6	91.0	55.9	62.2	57.3	51.8	51.7
Hinterland	Gerede	8	58.6	50.6	57.9	60.5	44.5	44.0	47.6	41.7	47.2
İç Anadolu	Çamkoru	9	52.3	53.9	56.0	72.6	62.7	59.0	—	51.5	40.6
	»	10	43.4	35.5	52.6	48.6	44.3	44.0	36.5	38.4	34.3
İç Anadolu	Çataçık	11	68.7	48.6	44.2	50.4	48.4	47.0	43.0	52.1	41.8
Inneranatolien	»	12	58.2	61.8	57.1	54.0	60.8	52.9	45.1	47.0	40.9
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış	13	—	50.0	54.0	65.5	65.4	62.2	—	—	—

Tablo (Tabelle) 13

Sarıçam iğne yapraklarında bakır konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Kupfer - Konzentrationen in den Kiefernnadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche	Yeri Ort	Nr.	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
				Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
				B a k ı r (Kupfer) ppm								
Karadeniz	Kastamonu		1	15.10	5.93	5.93	5.17	4.46	4.41	—	—	—
Schwarzmeer	»		2	11.90	7.41	6.65	5.21	5.97	5.20	—	—	—
	»		3	11.90	8.96	6.67	5.20	5.97	5.21	—	—	—
	»		4	11.90	7.44	7.40	5.97	5.97	5.21	—	—	—
	Karabük		5	14.10	8.93	8.11	5.19	5.93	5.96	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ		6	6.69	6.68	5.19	4.46	5.95	4.47	4.47	4.45	4.42
Schwarzmeer-	»		7	8.91	6.75	6.69	5.96	5.91	5.16	5.20	5.19	4.45
Hinterland	Gerede		8	9.71	8.89	5.90	5.19	5.22	5.17	4.48	5.89	4.43
	Çamkoru		9	7.35	8.15	8.13	7.46	5.20	5.90	—	5.90	4.41
	»		10	6.71	5.91	5.91	4.46	4.47	5.17	4.44	4.41	3.69
İç Anadolu	Çatacak		11	5.90	5.19	3.70	3.69	3.70	3.68	3.69	3.66	2.96
Inneranatolien	»		12	6.67	8.20	5.92	4.46	4.49	4.46	4.44	4.41	3.70
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış		13	—	8.59	10.40	7.39	7.17	10.30	—	—	—

Tablo (Tabelle) 14
Sarıçam iğne yapraklarında bor konsantrasyonlarının yıl içindeki değişimi.
Bor - Konzentrationen in den Kiefernadeln im Laufe eines Jahres.

Bölge Gebiet	Deneme alanı Probefläche	Yeri Ort	Nr.	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
				Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Januar	März	Mai
				B o r ppm								
Karadeniz	Kastamonu		1	22.1	20.9	25.2	18.4	23.6	21.6	—	—	—
Schwarzmeer	»		2	14.9	13.7	12.4	11.6	13.1	12.8	—	—	—
	»		3	16.4	16.9	16.8	11.6	13.0	15.0	—	—	—
	»		4	27.8	21.7	24.9	18.4	22.7	18.8	—	—	—
	Karabük		5	21.2	20.9	25.3	16.1	18.7	18.3	—	—	—
Karadenizardı	Aladağ		6	23.7	29.6	24.0	23.8	15.7	18.3	21.3	19.7	23.2
Schwarzmeer- Hinterland	»		7	20.7	22.6	26.5	19.5	18.7	15.8	19.6	16.4	17.5
	Gerede		8	24.3	25.6	29.4	21.6	23.9	20.3	21.1	22.7	21.6
	Çamkoru		9	26.1	22.8	29.4	26.5	25.7	27.9	—	22.3	20.0
İç Anadolu	»		10	28.0	29.2	25.3	26.4	29.9	22.5	31.0	24.6	25.2
	Çatacık		11	25.8	19.9	25.6	23.9	24.9	29.7	25.0	30.7	29.6
Inneranatolien	»		12	26.1	28.0	26.4	27.4	29.9	29.5	26.2	28.0	23.3
Doğu Anadolu Ostanatolien	Sarıkamış		13	—	20.9	31.7	25.3	26.4	22.5	—	—	—

KAYNAKLAR

- AHRENS, E., 1964. Untersuchungen über den Gehalt von Blättern und Nadeln verschiedener Baumarten an Kupfer, Zink, Bor, Molybdän und Mangan. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 135.
- CZERNEY, P., Fidler, H. J., 1968. Zur Mineralstoffdynamik in den Assimilationsorganen gedüngter und ungedüngter Baumarten auf einem Pseudogley- Standort. *Arch. Forstwes.* 18.
- ÇEPEL, N., 1958. Kayın, meşe, karaçam ve göknar ağaçlarının assimilasyon organlarında bazı önemli besin maddelerinin mevsimlik değişimi üzerine araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri A, sayı 1.*
- ÇEPEL, N., 1968. Kayın, meşe, karaçam ve göknar ağaçlarının assimilasyon organlarında bazı önemli besin maddelerinin mevsimlik değişimi üzerine araştırmalar. *Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından sıra No. 348, seri No. 35.*
- ÇEPEL, N. - DÜNDAR, M., 1978. Bitki beslenmesi ile ilgili araştırmalarda elverişli yaprak örneği alma zamanının belirlenmesi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri B, sayı 2.*
- DÜNDAR, M., 1978. Ankara civarındaki bazı karaçam ve sarıçam kültürlerinde görülen kurumalarla iğne yapraklardaki besin maddeleri konsantrasyon seviyeleri arasındaki ilişkiler. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten serisi No. 53.*
- FASSBENDER, H. W., AHRENS, E., 1975. Arbeitsvorschriften chemische Laboratorien. *Göttingen.*
- GUHA, M. M., MITCHELL, R. L., 1966. The trace and major element composition of the leaves of some deciduous trees. II. Seasonal changes. *Plant and Soil*, 24.
- HOFFMANN, F., 1969. Wachstum und Nährstoffaufnahme zweijähriger Fichten. *Forstwes.* 18.
- HOFFMANN, F., 1970. Wachstum und Nährstoffaufnahme von Fichtensämlingen in den ersten beiden Vegetationsperioden bei unterschiedlicher Stickstoffernährung. *Dt. Akad. Landwirtsch. - Wiss. Berlin, Tag. - Ber.* 103.
- HOFFMANN, G., 1967. Jahreszeitliche Änderungen des Stickstoffspiegels in Blättern, Holz und Rinde von *Robinia pseudacacia* L. *Arch. Forstwes.* 16.
- HÖHNE, H., 1964. Über den Einfluss des Baumalters auf das Gewicht und den Elementgehalt ein- bis vierjähriger Nadeln der Fichte. *Arch. Forstwes.* 13.
- IRMAK, A., ÇEPEL, N., 1959. Karaçam, sarıçam ve göknar ibrelerindeki besin maddelerinin yıllık varyasyonları üzerine araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri A, sayı 2.*
- KIVINEN, E., 1933. Über den Stickstoffgehalt der Blätter der Birke und der Erle während der Vegetationsperiode. *Ebendort*, 5.
- LEROY, P., 1968. Variations saisonnières des teneurs en eau et éléments minéraux des feuilles de chêne (*Quercus pedunculata*). *Ann. Sci. forest.* 25.