

SERİ  
SERIES  
SERIE A  
SÉRIE

CİLT  
VOLUME  
BAND 28  
TOME

SAYI  
NUMBER  
HEFT 1  
FASCICULE  
1978

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**



# SAF VE AYNI YAŞLI LADİN MEŞCERELERİNE UYGULANAN KESİM METODLARININ ORMAN BESLENMESİNE ETKİSİ<sup>1</sup>

Dr. Melikşah YILDIRIM<sup>2</sup>

## Kısa Özet

Saf ve aynı yaşlı Ladin meşcerelerine uygulanan kesim metodlarının neden olduğu besin maddesi kayıpları ve bunların sun'i gübreleme ile telafi edilmesi halinde ortaya çıkan masraflar bu araştırmanın konusu olmuştur. Toprak ilmi ve Orman Beslenmesi Enstitüsü ile yapılan bu ortak çalışmada deneysel olarak toprak ve meşcere için besin maddesi envanteri yapılmıştır. Bu maksatla geliştirilen çeşitli bonitetlere ait 5 Model - Meşcere için N, P, K, Ca ve Mg miktarları tesbit edilmiştir.

Ağacın ormanda işleniş ve ormandan çıkarılış şekline göre müdahale tipi grupları (MTG) geliştirilmiş ve bunların besin maddeleri kayıpları tesbit edilmiştir. Pratikte uygulanan MTG'larının besin maddeleri kayıplarının sun'i gübreleme ile gerçekleştirilerek meydana gelen masraflar hesaplanmıştır. Sonuç olarak :

1. MTG'larının 1 hektara düşen besin maddesi kayıpları büyüyen göğüs çapı ile artmakta olup bu miktar ağacın tepesinin meşcereden uzaklaştırılması ile çok fazlaşmaktadır.
2. Göğüs çapının büyümesi ile 1 m<sup>3</sup>'e düşen gübreleme masrafları azalmaktadır.

## 1. GİRİŞ

Odunun hasatı işlerinde modern makinalı teknolojinin payı günden güne artmaktadır. Makinalaşmanın en büyük nedeni ise işçi ücretlerinin hızla yükselmesi, buna mukabil iş veriminin yalnız makinalı çalışma ile artırılabilmesidir. Halen yüksek masraflı olan mekanize edilmiş kesim metodları, yakın gelecekte, insan gücüne ödenen ücretin daha büyük oranda artması nedeniyle ekonomik duruma gelecektir (HAEBERLE 1974). Bu sebeple odunun hasatı işlerinde makinalaşmanın meydana getirdiği yan tesirlerden biri olan «Kesim metodlarının neden olduğu besin maddesi kayıpları»nın araştırılması önem kazanmıştır.

<sup>1</sup> Bu yazı Batı Almanya, Göttingen, Georg - August Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık İş Bilgisi ve Orman Makinaları Enstitüsünde hazırlanmış olan doktora çalışmasının bir bölümünün kısaltılmış şeklidir.

<sup>2</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Ürünlerinden Faydalanma Kürsüsü, İstanbul.

Bilhassa Finlandiya'da yapılan yeni araştırmalarda hasatta maksimal gekilde faydalanmaya gidilmekte olup bütün hasat kalıntıları ve ağaç köklerinin taşılama kesimi sonunda orman arazisinden uzaklaştırılması öngörülmektedir (HAKKILA 1974). ULRICH, MAYER ve SOMMER (1975) in yaptıkları Literatür araştırması sonuçlarına göre, kesim metodları ile uzun süreli besin maddesi taşınması fakir yetiştirme muhitlerinde meşcerenin artımına olumsuz yönde tesir etmektedir. KANNENBERG (1955) Aşağı Saksonya'da Ladin ve Çam meşcerelerinde taşılama kesimi sonunda meydana gelen C kaybının fakir kumlu topraklarda önem kazandığını belirtmektedir. ULRICH (1968) gene Aşağı Saksonya'da Ladin, Çam ve Kayın meşcerelerinde taşılama kesimi ve bunu takiben toprak işleme sonucu fakir yetiştirme muhitlerinde bilhassa N kaybının çok olduğuna işaret etmektedir. TAMM (1969) İsveç'te Ladin ve Çam meşcerelerinde, aralama kesimleri neticesinde N, P, K ve Ca kaybı sebebiyle fakir yetiştirme muhitlerinde artımda gerileme olacağına değinmektedir. NYKVIST (1971) gene İsveç'te Ladin ve Çam meşcerelerinde, taşılama kesiminde, ağacın dal ve yaprakları ile uzaklaştırıldığında, toprağın fakirleşeceğini belirtmektedir. ULRICH (1971) Aşağı Saksonya'da yaptığı araştırmada toprak işleme sonucu N, C, K ve Ca'un, fidan köklerinin ulaşamayacağı derinliklere yıkılarak kayıp olduğunu yazmaktadır.

MAELKÖNEN (1972), WEETMANN (1972) ve KRAPPENBAUER (1974) yaptıkları araştırmalarda çeşitli besin maddeleri kayıpları neticesinde fakir yetiştirme muhitlerinde artımın gerileyeceğine işaret etmektedirler.

Bu gekilde odunun hasatı işlerinin makinalaştırılması ile kaçınılması mümkün olmayan besin maddesi kayıplarının, gübreleme şeklinde tekrar toprağa kazandırılması yeni masraflara neden olmaktadır. Bu problemin etraflı şekilde araştırılması, yani kesim metodları, besin maddeleri kayıpları ve gübreleme ile dengelenmesi, bu günkü şartlara göre parasal değerleri, bu çalışmanın iskeletini teşkil etmektedir. Bunun yanında büyük makinaların meşcereye girmesiyle meydana getirdikleri, toprağı sıkıştırma, kalan ağaçlara veya gençliğe verdikleri zararlar gibi yan tesirler bu çalışmanın kapsamına alınmamıştır. Çünkü bunların herbiri başı başına bir araştırma konusudur.

## 2. ÖN DENEMELER

Araştırma konusu olan besin maddelerinin (N, P, K, Ca ve Mg) toprak ve ağaçtaki, daha doğrusu ağacın çeşitli biyolojik bölümlerindeki (gövde odunu, dal odunu, gövde odunu kabuğu, dal odunu kabuğu ve ibre) miktarları deneysel olarak tesbit edilmiştir. Bu nedenle Aşağı Saksonya'nın dağlık bölgesinden Kumlu toprak ve Balçıklı toprak, alçak ova bölgesinden ise Balçıklı kum ve Sahil kumu olmak üzere önemli 4 ayrı yetiştirme muhiti topraklarına ait 11 orman işletmesinde 33 deneme sahası seçilmiştir. Deneme sahalarından gerekli humus, mineral toprak, ağaç odunu, kabuk ve ibre örnekleri alınmıştır. Kimyasal analizler neticesinde besin maddeleri konsantrasyonları istatistik hesaplarla tesbit edilmiştir (YILDIRIM 1978).

Besin maddelerinin bir hektardaki miktarının hesaplanabilmesi için Model - Meşcereler geliştirilmiş, bu arada çeşitli boniteler gözönünde bulundurularak 5 ayrı Model - Meşcere için bütün hesaplamalar tekrarlanmıştır. Model - Meşcerelerin özelliği aynı yaşlı oluşu ve idare müddeti sonunda taşılama kesimine tabi tutularak yeniden dikim ile gençleştirilmesidir. Yeniden dikimde bir hektar için 3333 fidan

(2,5 × 1,2 m) öngörölmüş ve ilk aralama kesimine kadar herhangi bir müdahale gerekemeyeceği kabul edilmiştir. Aralama kesimlerinin zamanı ve çıkarılacak miktar hasılat tabloları yardımıyla ve ABETZ (1975) e göre tahmin edilmiştir.

### 3. MÜDAHALE TİPLERİ

#### 3.1. Genel bakış

Bu çalışmanın gayesi gözönünde bulundurularak «Müdahale tipi» aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır :

Müdahale tipi, meşcerede aynı nitelikte biyolojik madde taşınmasına sebep olan bakım, aralama veya son kesim metodlarının birleştirilmesidir. Aynı nitelikten anlaşılan ise ağacın kabuk, dal, yaprak veya gövde odunu kısımlarıdır.

#### 3.2. Müdahale tipinin teknik özellikleri

Teknik özellikler, bir taraftan işin safhaları ve iş yeri, diğer yünden ise hasat edilen odunun sınıflandırılması ve ağacın bölümleri gözönünde tutularak aşağıda iki bölüm halinde tanımlanmıştır.

##### a) İş safhaları ve çalışma yeri

Odunun hasatında işin safhaları; ağaç başındaki işler, bölmeden çıkarma işleri, istif ve depolama olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır (BERKEL 1965). Burada üzerinde durulacak husus ağaç başındaki işler olup devirme, gövdenin dallardan temizlenmesi, tepenin ayrılması, gövdenin bölümlere ayrılması ve kabuk soymasıdır. Son yıllarda orman işlerinin makinallaşması sonucu, kaba budama ve ağacın yongalanması da yeni iş safhaları olarak kabul edilmektedir.

Yukarıda adı geçen iş safhaları, meşcerede kesim yerinde, bölmeden çıkarma aralıklarında, orman yolu kenarında, orman içindeki tomruklama meydanında veya orman dışında büyük ağaç işleme merkezlerinde gerçekleştirilebilmektedir.

İş safhalarının hangi aletlerle ve nerede gerçekleştirilebileceği tablo 1. de gösterilmekte olup 13, 14, 15, 23, 24, 25 ve 71 numaralı bölümler, herhangi bir kombine olmadığından daha doğrusu böyle bir örneğe rastlanmadığından boş bırakılmıştır.

Ormana yapılan her müdahale faydalanma ile sonuçlandığında, faydalanılan kısım ile birlikte belirli bir besin maddesi miktarı da meşcereden taşınmış olacaktır. Taşınmanın önemi odunun hasatında iş safhalarının meydana geldiği yer ile açıklanabilir. Buna göre meşcere içinde veya bölmeden çıkarma aralığında kalan tomruklama artıklarının meşcere için herhangi bir besin maddesi kaybına neden olmayacağı, orman yolu kenarında, orman içi tomruklama meydanlarında veya orman dışında kalan kalıntıların ise kayıp olarak kabul edilmesi gerekmektedir.

Detaylı olarak tablo 1. de gösterilen iş safhaları ve iş yerleri ilerdeki hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla aşağıdaki şekilde basitleştirilebilir.

aa. — Kaba budama ile normal budama arasındaki fark —

Kaba budamada ağaç döndürülmeden yalnız üst tarafı kaba bir şekilde budanarak (tahminen gövde dallardan % 70 oranında temizlenir) bölmeden çıkarılır. Kaba

İş yeri Arbeits- ort	Meşcere Bestand	Bölme aralığı Rückge- gasse	Orman yolu Wald- strasse	Ormanda tomruklama meydanı Aufarbeit- ungsplatz	Hariçte ağaç işleme merkezi Holzhof
Devirme Faellen	11 Balta+ Art	12 Motörlü testere + EMS	13 --	14 --	15 --
Kaba budama Grobentasten	21 Motörlü testere E M S	22	23 --	24 --	25 --
Normal budama Feinentasten	31 Balta+ Art	32 Motörlü testere + EMS	33 Budama makinası Entastungsmaschine	34	35
Tepenin ayırılması Abzopfen	41 Motörlü testere E M S	42	43 Motörlü testere E M S	44 Motörlü testere E M S	45
Gövdenin bölümlere ayırılması Einschneiden	51 Motörlü testere E M S	52	53 Motörlü daire testere Kreissaege	54	55
Kabuk soyma Entrinden	61 Kabuk yontma aleti Schaeleisen	62	63 Kabuk soyma makinası Entrindungsmaschine	64	65
Ağacın yongalanması Hacken	71 --	72 Ağaç yongalama makinası H a c k e r	73	74	75

Tablo 1 : İş safhaları ve iş yeri.

Tabelle 1 : Teilarbeiten und die Arbeitsorte.

budamanın amacı sürütme esnasında ağacın alt tarafının aşınma zararlarından korunmasıdır. Kaba budamayı takiben sürütme esnasında ağaç gövdesinde kalan dalların büyük çoğunluğu da kırılarak kopacağından, normal budama ile kaba budama arasında dikkate değer besin maddesi taşınması farkı kalmayacaktır.

ab. — Gövdenin bölümlere ayrılması ile meşçereye kazandırılan besin maddesi miktarı —

Bir kişilik motörlü ağaç testerelerinin, odunun bölümlere ayrılması esnasında, odunun içerisinde açtığı testere oyğunun genişliği çeşitli testere tiplerinde 6,5 - 11 mm arasında olup ortalama 8 mm dir (BERKEL 1965). Buna göre gövdenin birer metrelilik bölümlere ayrıldığı ve 10 mm lik testere oyucu açılacağı düşünülürse % 1 oranında odun talaşı meşçerede kalacaktır ki, bu da hesaplamalarda ihmal edilebilecek kadar küçük bir değerdir.

Buna göre çeşitli kesim metodları, besin maddeleri taşınmalarına göre aşağıdaki beş grup altında toplanmıştır :

1. ci Grup : Besin maddesi kaybının olmaması halii. Örnek olarak, kesip bırakma, kimyasal aralama veya ağacın meşçere içinde yongalanması.
2. ci Grup : Kabuksuz odundan faydalanma şekli. Ağacın kesimden sonra meşçere içinde dallardan temizlenmesi ve kabuğunun soyulması neticesinde, sadece gövde odununda bulunan besin maddelerinin gövde odunu ile birlikte meşçereden uzaklaştırılması.
3. cü Grup : Kabuklu gövde odunundan faydalanma. Bu grupta 2. ci gruptan farklı olarak gövde odunu kabuğundaki besin maddeleri de meşçereden taşınmaktadır.
4. cü Grup : Ağacın, kesimi takiben tepesinin ayrılması ve işlenmek üzere dalları ile orman yolu kenarına veya diğer tomruklama merkezlerine taşınması şekli olup gövde dallarındaki ve ibrelerdeki besin maddelerinin de kaybına sebep olmaktadır.
5. ci Grup : Besin maddelerinin % 100 kayıp olması şekli olup bütün ağacın kesimi takiben dalları ve tepesi ile birlikte meşçereden uzaklaştırılmasıdır.

b) Ağacın biyolojik bölümleri ve odunun sınıflandırılması

Ağacın biyolojik bölümleri denildiğinde, bu araştırmanın gayesi gözönünde bulundurulurak,

Gövde odunu

Dal odunu

Gövde odunu kabuğu

Dal odunu kabuğu ve

İbre anlaşılmalıdır.

Ağacın bu şekilde biyolojik bölümlere ayrılmasına neden besin maddelerinin yukarıda adı geçen bölümlerde değişik oranlarda depo edilmiş olmasıdır.

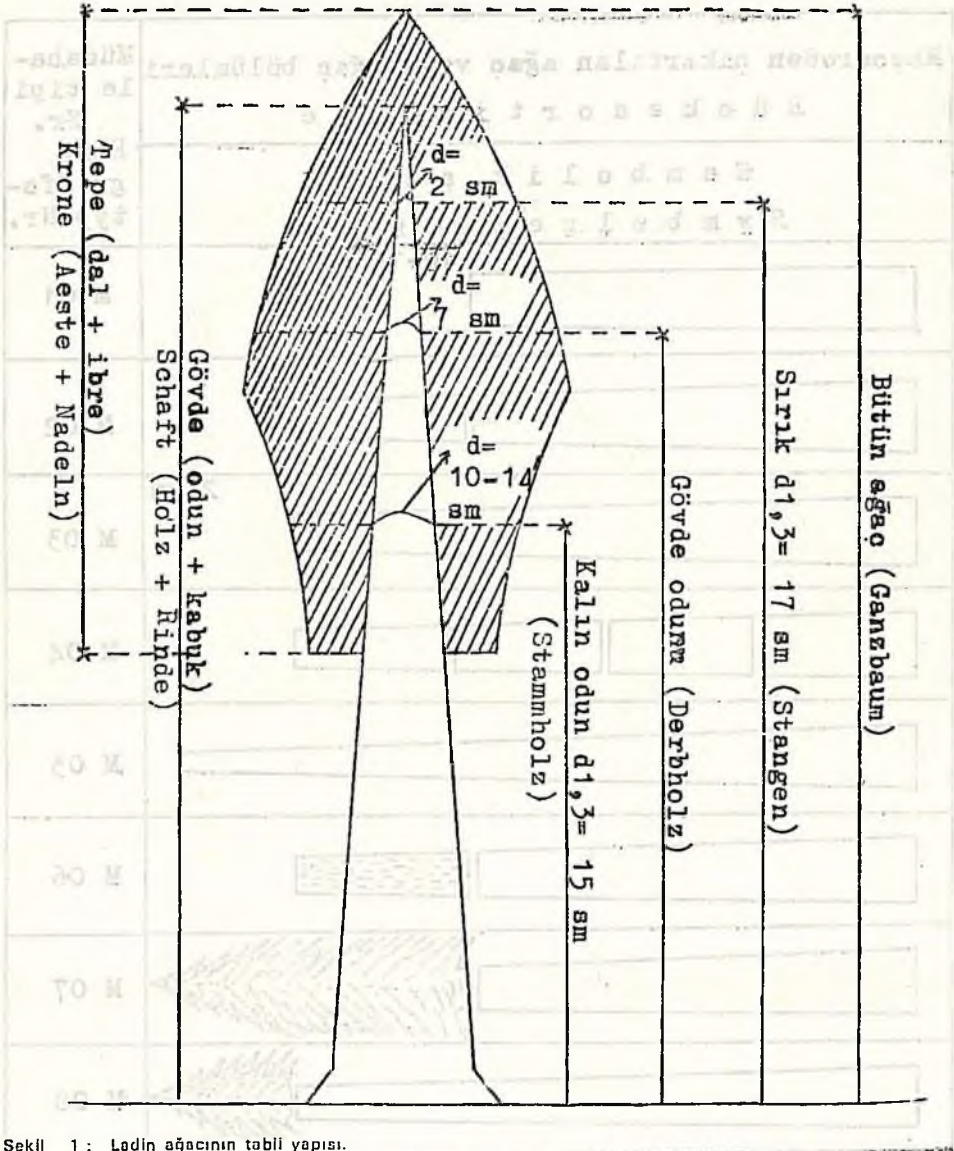
Odunun sınıflandırılmasında, gene bu çalışmanın gayesine göre,

Gövde odunu : İnce uç çapı 7 cm

Kalın odun : İnce uç çapı 10 - 14 cm ve göğüs çapı en az 15 cm

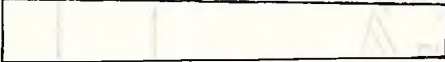
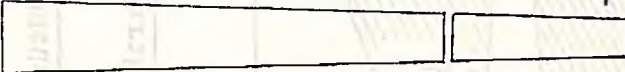


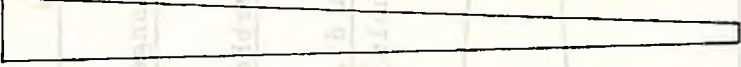

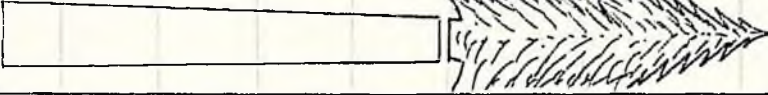
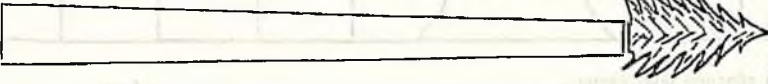
Sımk : İnce uç çapı 2 cm ve kalın uçtan itibaren 1 m deki çapı 7 - 17 cm

şeklinde ayırım yapılmıştır (Şekil 1).




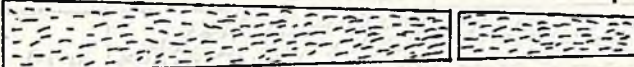
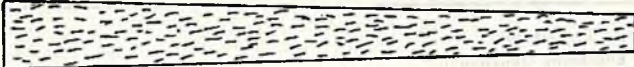


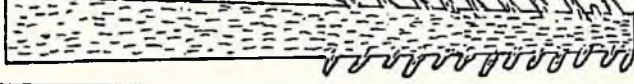

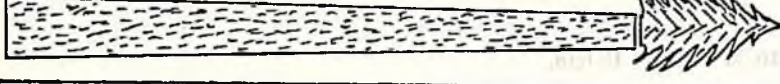
### 3.3. Müdahale tipleri ve kesim metodları

Müdahale tipleri ağacın meşcerede işleniş şekline göre, yukarıda açıklanan ağacın biyolojik bölümleri ve odunun sınıflandırılması gözönünde bulundurularak şekil 2., 3. ve 4. de görüldüğü gibi üç grup altında toplanmıştır.

Meşcereden çıkartılan ağaç veya ağaç bölümleri Rückesortimente	Müdahale tipi Nr.
Sembolik şekil Symbolzeichnung	Ein- griffstyp Nr.
 <p style="text-align: right;">10-14 sm</p>	M 01
 <p style="text-align: right;">7 sm</p>	M 02
 <p style="text-align: right;">2 sm</p>	M 03
	M 04
	M 05
	M 06
	M 07
	M 08




Şekil 2: Ana ürün kabuksuz odundan faydalanma.  
Abbildung 2: Elngriffstypen für Entnahme ohne Rinde.



Meşçereden çıkartılan ağaç veya ağaç bölümleri R ü c k e s o r t i m e n t e	Müdaha- le tipi Nr.
S e m b o l i k ş e k i l S y m b o l z e i c h n u n g	Ein- griffs- typ Nr.
10-14 sm 	M 09
7 sm 	M 10
2 sm 	M 11
	M 12
	M 13
	M 14
	M 15
	M 16

Şekil 3 : Ana ürün kabuklu odundan faydalanma.

Abbildung 3 : Eingriffstypen für Entnahme mit Rinde.

Meşcereden çıkartılan ağaç veya ağaç bölümleri R ü c k e s o r t i m e n t e	Müdaha- le tipi Nr.
S e m b o l i k s e k i l S y m b o l z e i c h n u n g	Ein- griffs- typ Nr.
 10-14 sm	M17
 7 sm	M18
	M19

Şekil 4 : Ana ürün bütün ağaçtan faydalanma.  
Abbildung 4 : Eingriffstypen für Entnahme Ganzbaum.

Müdahale tiplerini temsil eden kesim metodları aşağıdaki eserlerde detaylı bir şekilde izah edildiğinden burada tekrarına lüzum görülmemiştir.

M 01, M 02, M 03 ve M 06 için,

HAEBERLE (1973, s. 675), TIMINGER (1974, s. 162 ve 1057), KWF (1975).

M 04 için,

TIMINGER (1974, s. 162 ve 1057).

M 05 ve M 14 için,

İnsan gücünden faydalanılan standart metod.

M 07, M 08, M 15 ve M 16 için,

Henüz örneği bulunmamakla beraber yazar tarafından gerçekleştirilebileceği kabul edilmiştir.

M 09, M 10, M 11 ve M 19 için,

HAEBERLE (1973, s. 675), TIMINGER (1974, s. 162 ve 1057), KWF (1975).

M 12 için,

TIMINGER (1974, s. 162 ve 1057), KWF (1977).

M 13 için,

HAEBERLE (1971), TIMINGER (1974, s. 162 ve 1057), KWF (1975).

M 17 ve M 18 için,

HAEBERLE (1973, s. 675), TIMINGER (1974, s. 162 ve 1057).

#### 4. ÇEŞİTLİ MÜDAHALE TIPLERİNİN MEYDANA GETİRDİKLERİ BESİN MADDESİ KAYIPLARI

Müdahale tiplerinin besin maddesi kayıplarının tesbiti için ağacın çeşitli bölümlerinin hacimleri, mutlak kuru ağırlıkları ve buna bağlı olarak besin maddeleri miktarlarının tesbiti gerekmektedir.

##### 4.1. Ağacın biyolojik bölümlerinin hacimleri, mutlak kuru ağırlıkları ve besin maddesi miktarları

Orta Avrupa'da kullanılan WIEDEMANN - SCHOBER (1957) hasılat tabloları yardımıyla meşcerenin bonitetine göre belirli yaşlardaki ortalama göğüs çapı ve ortalama yüksekliği, dikli ve aralama kesimi ile çıkarılan hacimleri tesbit edilebilmektedir.

GRUNDNER - SCHWAPPACH (1952) hacim tabloları yardımıyla, ağacın göğüs çapı ve yüksekliğine göre tüm hacmi ve gövde odunu hacmi, ikisi arasındaki fark olarak da tepe ve dal hacmi hesaplanmaktadır.

Yukarıda adı geçen tablolar yardımıyla ağacın gövde ve dallarının hacmi tesbit edildiğinde, Ladin'de gövde odununun % 10 u kabuk hacmi olarak kabul edilmektedir (GRUNDNER - SCHWAPPACH 1952).

Ağacın çeşitli biyolojik bölümlerinin mutlak kuru ağırlıklarının tesbitinde KNIGGE ve SCHULZ (1966), TRENDELENBURG ve MAYER - WEGELIN (1955), FREIHERR VON DROSTE (1969) ve PAVLOV (1972) un eserlerinden faydalanılmıştır. Yukarıda adı geçen yazarlar, özgül ağırlık denemeleri ve hacim - mutlak kuru ağırlık münasebetleri ile ilgili araştırmalar yapmışlardır. Ağacın biyolojik bölümlerinin mutlak kuru ağırlıkları, PAVLOV (1972) ve YILDIRIM (1978) ın tesbit ettikleri kimyasal madde Konsantrasyonları ile çarpılmak suretiyle besin maddesi miktarları hesaplanmıştır.

Örneğin 60 yaşında I. bonitet de bir Ladin meşceresinin gövde odunundaki N miktarının hesaplanması şu şekildedir :

- 1) Ortalama göğüs çapı 23 cm (Hasılat tablosu)
- 2) Ortalama meşcere yüksekliği 24,7 m (Hasılat tablosu)
- 3) Orta ağacın gövde odunu hacmi 0,53 m<sup>3</sup> (Hacim tablosu)
- 4) Odunun özgül ağırlığı 0,39 gr/cm<sup>3</sup> (TRENDELENBURG 1955)
- 5) Odunun mutlak kuru ağırlığı = 0,53 × 390 = 206,7 kg
- 6) Ağaç odunundaki N konsantrasyonu 0,4 mg/gr (YILDIRIM 1978)
- 7) Ağaç odunundaki N miktarı = 206,7 × 0,4 = 82,7 gr dir.

Tablo 2: Müdahale tipi grupları (MTG)

Tabelle 2: Eingriffstypengruppen (MTG)

Müdahale tipi Nr. Eingriffstypen Nr.	Müdahale tipi grupları Eingriffstypengruppen	MTG-Nr.
M 01	Kabuksuz kalın odun Stammholz ohne Rinde (o.R.)	MTG 01
M 02 M 03 M 04	Kabuksuz gövde odunu Derbholz o.R.	MTG 02
M 05	Kabuksuz sirik Stangen o.R.	MTG 03
M 06	Kabuksuz kalın odun+kabuklu artık Stammholz o.R. + Zopfstück m.R.	MTG 04
M 07	Kabuksuz kalın odun + Tepe Stammholz o.R. + Zopf	MTG 05
M 08	Kabuksuz gövde odunu + Tepe Derbholz o.R. + Zopf	MTG 06
M 09	Kabuklu kalın odun Stammholz m.R.	MTG 07
M 10 M 11 M 12 M 13	Kabuklu gövde odunu Derbholz m.R.	MTG 08
M 14	Kabuklu sirik Stangen m.R.	MTG 09
M 15	Kabuklu kalın odun + Tepe Stammholz m.R. + Zopf	MTG 10
M 16	Kabuklu gövde odunu + Tepe Derbholz m.R. + Zopf	MTG 11
M 17	Tepesiz dallı kalın odun Stammholz m. Reisig	MTG 12
M 18	Tepesiz dallı gövde odunu Derbholz m. Reisig	MTG 13
M 19	Bütün ağaç Ganzbaum	MTG 14

Yukarıdaki örnekte görüldüğü şekilde göğüs çapına bağlı olarak ağacın çeşitli biyolojik bölümlerinde depo edilen kimyasal madde (N, P, K, Ca, Mg) miktarları tesbit edilmiştir.

#### 4.2. Kesim metodlarına bağlı besin maddesi kayıpları

Şekil 2., 3. ve 4. de sıralanan müdahale tipleri, bölüm 3.2. 'a gözönünde bulundurularak yakından incelendiğinde bazılarının aynı miktarlarda veya ihmal edilebilecek kadar az farklı biyolojik hacim kayıpları meydana getirdikleri görülmektedir. Bu nedenle şekil 2., 3. ve 4. deki müdahale tipleri aşağıdaki şekilde «Müdahale tipi grubu» (MTG) adı altında birleştirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. de görülen 14 MTG'nun meydana getirdikleri biyolojik hacim kayıpları ve buna bağlı olan kimyasal madde miktarları, ağacın çeşitli göğüs çapları için Regresyon denklemleri şeklinde hesaplanarak MTG - Besin maddeleri kaybı tabloları geliştirilmiştir (YILDIRIM 1978).

### 5. ORMANDAN FAYDALANMA NEDENİYLE BOZULAN BESLENME DENGESİNİN TEKRAR DÜZENLENMESİ

Balta girmemiş bir orman besin maddelerinin sirkülasyonu yönünden kapalı bir sistem olarak kabul edilmekte olup toprak ile canlı bitki ve hayvanlar arasında tabii dengenin sağlandığı ideal bir Ekosistem'dir.

İnsanın herhangi bir maksatla ormana müdahalesi, az veya çok, müdahale şekline göre çeşitli besin maddesi kayıplarına sebep olmaktadır. Uzun süreli ve devamlı, büyük miktarda besin maddesi kayıplarına neden olan müdahale tiplerinin gelecekte ormanın artım gücüne olumsuz yönde etki edeceği daha önce de belirtilmişti. Bu durumda toprağın verim gücünün tekrar eski durumuna yükseltilmesi için gübrelenmesi gerekmektedir. Gübreleme masraflarının oldukça yüksek olması nedeniyle pratikte mecbur olmadıkça ormanda gübrelemeden kaçınılmaktadır.

Diğer taraftan, büyük endüstri merkezlerine yakın ormanlarda, Ekosistem'e havadan yıllık 26 kg/ha N yağmakta olup ibrelli ağaçlarda az da olsa artımı olumlu yönde etkilemektedir (ULRICH 1975).

#### 5.1. Meşçerenin besin maddesi kaybı

Bu çalışmanın gayesine göre I., II. ve III. cü bontetler için geliştirilen üç ayrı Model - Meşçere'nin besin maddesi kayıpları 3. bölümde açıklandığı şekilde üç ayrı meşçereye, bütün müdahale tipleri gruplarının uygulanabileceği düşünülerek her meşçere için MTG'larının besin maddesi kayıpları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre iyi bonitetlerin besin maddesi kayıpları çıkarılan istihsale bağlı olarak daha yüksek olup, 1 m<sup>2</sup>'e düşen kayıp miktarı ise yıllık halkaların genişliği ile ters orantılı olduğundan, düşük bonitetlere nazaran daha azdır (Tablo 3). Bontet ile besin maddesi miktarı arasındaki bu ilişki odunun anatomik yapısından ileri gelmektedir.

#### 5.2. Besin maddesi kayıplarının sun'i gübreleme ile telafisi

Çeşitli müdahale tiplerinin meydana getirdikleri besin maddesi kayıplarının, tekrar meşçereye sun'i gübreleme şeklinde verilmesinin önemi, halen büyük tartışma konusu olup, burada üzerinde durulmayarak, her türlü besin maddesi kaybının gübreleme ile dengelenmesi gereğinden hareket ederek meydana gelen masraflar hesaplanmıştır.

Tablo 3 : Çeşitli bonitetlerin besin maddesi miktarları.

Tabelle 3 : Bioelementmassen der verschiedenen Bonitaeten.

Bonitet Bonitaet	Besin maddeleri (kg/m <sup>3</sup> ) Naehrstoffmengen				
	N	F	K	Ca	Mg
I.	1,04	0,12	0,99	0,84	0,13
II.	1,08	0,13	1,04	0,89	0,14
III.	1,22	0,14	1,15	0,98	0,15

## a) Sun'i gübre çeşitleri ve fiyatları

Sun'i gübrelemenin en iyi bir şekilde etkili olması için önceden planlanması gerekli olup aşağıdaki hususların gözönünde bulundurulması gerekmektedir.

- Sun'i gübre fiyatları : 1977 yılı fiyat listesinden alınmıştır.
- İşçilik ücreti : Meslek orman işçilerine ödenen bir saatlik 8,03 DM ve % 115 ilk sosyal yardımıyla beraber toplam 17,26 DM olarak hesaplanmıştır.
- Uçak ile gübreleme imkânları : Büyük alanlarda sun'i gübreleme gerektiğinde, uçakla gübreleme yapılabilmektedir. Bu durumda % 20 - 30 oranında masrafların düşeceği düşünülebilir (Prof. Dr. GUSSONE'nin sözlü ifadesi).
- Sun'i gübre çeşitleri : Bunlardan,

Kalkammonsalpeter

Thomasphosphat

Kalimagnesia

Schwefelsaures Kali ve

NPK - Karışımli gübre olmak üzere 5 çeşit sun'i gübre ile N, P, K ve Mg tekrar orman toprağına kazandırılmış olacaktır. Bu arada Ca'un sun'i gübreleme ile ne oranda etkili olacağı kesinlik kazanmadığından hesaplamalarda nazarı itibare alınmamıştır. Tablo 4. de faydalanılan sun'i gübrelerin önemli özellikleri ve fiyatları gösterilmiştir.

## b) Sun'i gübrelemenin planlanması ve masraf hesapları

Sun'i gübreleme masraflarının hesaplanmasında, çeşitli kesim metodları ile taşınan kimyasal maddelerin aynı oranda tekrar toprağına kazandırılması öngörüldüğünden, her MTG için yeni bir gübreleme planı yapılması gerekmektedir. Örnek olarak böyle bir plan tablo 5. de II. bonitet ve MTG 14 (bütün ağaç) için hesaplanmıştır. Hesaplarda kolaylık sağlama amacıyla meşcerenin kesim yaşına kadar aynı tip kesim metoduna tâbi tutulacağı kabul edilmiştir. Meşcerenin idare müddeti boyunca çeşitli kesim metodları ile müdahale görmesi halinde, gübre masraflarına etkisi ileride açıklanacaktır.

Gübre nin adı Düngerart	Safi miktarı (%) Netto Gehalt	Diğer kimyasal elementler (%) andere Elemente	100 kilosunun je 100 kg	
			Fiyatı (DM) Kosten	Taşıma mas- rafı (DM) Ausbringung
Kalkammonsalpeter	26 N	CaCO <sub>3</sub>	38,00	17,26
Thomasphosphat	15 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45 CaO	17,00	5,00
Kalimagnesia	30 K <sub>2</sub> O	10 MgO	24,00	17,26
Schwefelsaures Kali	50 K <sub>2</sub> O	---	32,00	17,26
N P K	12 N 12 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 17 K <sub>2</sub> O 2 MgO	---	45,00	50,00

Tablo 4 : Sun'i gübreler ve fiyatları.

Tabelle 4 : Zusammenstellung der Düngemittel und Düngekosten.

Gübreleme planında saptanan değerler yardımıyla, meşcerenin idare müddeti süresince yapılan sun'i gübreleme masrafı, bütün besin maddeleri (N, P, K, Mg) ve 1 ha için tüm olarak hesaplanabilmektedir. Fakat herhangi bir kesim esnasında odundan faydalanma suretiyle meydana gelen besin maddeleri kaybının, sun'i gübreleme masrafının bilinmesi önem taşımaktadır. Çünkü, bu şekilde kesim metodları mukayese edilebilmektedir. Bunun için aynı tablonun alt tarafında görülen yardımcı değerler hesaplanmıştır. Bu yardımcı değerler, bir kilograma düşen masraf hesaplarını her besin maddesi için ayrı ayrı göstermektedir. Tablo 5. de bulunan yardımcı değerler,

1 kg N için 3,99 DM

1 kg P için 33,61 DM

1 kg K için 4,12 DM

1 kg Mg için 31,13 DM

olup bu değerler, adı geçen besin maddelerinden en az biri için, kesim esnasında meşcereden taşınan miktar bilindiğinde o kesim metoduna bağlı olan sun'i gübreleme masrafı bulunabilmektedir. Her MTG için tablo 5. de görüldüğü gibi sun'i gübreleme masrafları hesaplanarak gerekli yardımcı değerler saptanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. daki değerlerin pratikte kullanılmasına ait bir örnek aşağıda gösterilmiştir.

Ağaç çeşidi (Baumart) : Ladin (Fichte)  
 Bonitet (Bonitast) : II  
 İdare müddeti (Umtriebszeit) : 100 sene (Jahre)  
 Genel hasıla (Gesamtleistung): 883 m<sup>3</sup>/ha

Besin maddesi kayıpları  
 Nährstoffverluste (kg/ha)

N = 952	P = 113
K = 923	Mg = 122

Meşecere Yaşı Alter	Sun'i gübre çeşidi Art der Düngemittel	Miktar Menge kg/ha	Besin maddeleri (kg) Reinährstoffe				Gübreleme masrafı (kosten)		
			N	P	K	Mg	Gübre Mittel	Tasima Ausbring.	Toplam Summe
2	NPK-	100	12	5	14	1	45,-	50,-	95,-
40	Kalkammonsalpeter	520	135	-	-	-	198,-	90,-	288,-
	Kalimagnesia	290	-	-	72	17	70,-	50,-	120,-
	Schwefelsaures Kali	140	-	-	58	-	45,-	24,-	69,-
{48;56 64;72 80;88}	Kalkammonsalpeter	3120	810	-	-	-	1 188,-	540,-	1 728,-
	Kalimagnesia	1740	-	-	432	102	420,-	300,-	720,-
	Schwefelsaures Kali	840	-	-	348	-	270,-	144,-	414,-
60	Thomasphosphat	1650	-	108	-	-	281,-	83,-	364,-
T o p l a m (Summen)		-	957	113	924	120	2 517,-	1 281,-	3 798,-

Sun'i gübreleme masrafı (Gesamtdüngungskosten)				
1 m <sup>3</sup> için je Efm	1 kg besin maddesi için (je kg Nährstoff)			
	N	P	K	Mg
4,30 DM	3,99 DM	33,61 DM	4,12 DM	31,13 DM

Tablo 5: Sun' i gübreleme planı.  
 Tabelle 5: Düngungsplan.



M T G	1 kg besin maddesi kaybı için ortalama sun'i gübreleme masrafı (DM/ha)			
	N	P	K	Mg
MTG 01	5.33	-----	-----	32.02
MTG 02	4.47	-----	4.78	22.80
MTG 03	4.53	-----	4.10	17.37
MTG 04	4.05	46.16	4.47	19.73
MTG 05	4.53	64.49	4.21	17.86
MTG 06	3.94	39.86	4.16	27.57
MTG 07	4.01	39.54	3.94	30.51
MTG 08	3.94	37.76	4.12	29.49
MTG 09	4.49	63.60	4.07	17.63
MTG 10	4.05	45.10	4.47	19.85
MTG 11	3.91	36.37	4.18	30.77
MTG 12	4.13	34.92	4.18	24.55
MTG 13	3.99	34.09	4.35	24.53
MTG 14	3.99	33.61	4.12	31.13

Tablo 6 : Çeşitli MTG için yardımcı değerler.

Tabelle 6 : Hilfswerte der verschiedenen MTG's.

- Saf ve aynı yaşlı II. bonitette bir ladin meşceresine 3. aralama kesimi olarak iki çeşit kesim metodundan (MTG 02, MTG 14) biri uygulanacaktır.
- Her iki kesim metodu için gerekli gübreleme masrafının 1 ha ve 1 m<sup>3</sup> odun için hesaplanması gerekmektedir.
- Belirli olan veya önceden tesbit edilmiş olan değerler şunlardır :

Orta ağacının göğüs çapı 14,9 cm (Hasılat tablosu)

Meşcereden çıkarılacak olan istihsal hacmi 50 m<sup>3</sup>/ha (Hasılat tablosu)

Göğüs çapı B H D (sm)	Sun'î gübreleme masrafları DM/m <sup>3</sup> D ü n g u n g s k o s t e n					
	MTG 01	MTG 07	MTG 04	MTG 12	MTG 05	MTG 10
16	0.60	1.00	0.80	1.20	5.00	5.20
18	0.60	1.00	0.80	1.30	4.40	4.70
20	0.60	1.00	0.70	1.40	3.80	4.20
22	0.60	1.00	0.70	1.50	3.40	3.70
24	0.60	1.00	0.70	1.60	2.90	3.30
26	0.60	1.00	0.70	1.80	2.60	3.00
28	0.60	1.00	0.70	1.90	2.20	2.70
30	0.60	1.00	0.70	2.00	2.00	2.40
32	0.60	1.00	0.60	2.10	1.80	2.20
34	0.60	1.00	0.60	2.20	1.60	2.10
36	0.60	1.00	0.60	2.30	1.50	1.90

Tablo 7 : Çeşitli MTG'lerinin (burada kalın odun) sun'î gübreleme masrafları.  
Tabelle 7 : Düngungskosten bei der Stammholzentnahme.

Besin maddeleri taşınmaları (YILDIRIM 1978)

MTG 14 ile

MTG 02 ile

N 77,2 kg/ha. 8,2 kg/ha

P 9,9 » 0,7 »

K 72,2 » 9,1 »

Mg 9,8 » 1,9 »

Yukarıdaki MTG'lerinin besin maddeleri kayıpları, aynı MTG'lerinin tablo 6. da bulunan yardımcı değerleri ile çapılması suretiyle 1 ha için sun'î gübreleme masrafı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

Tablo 8 : Çeşitli MTG'lerinin (burada sırk) sun'î gübreleme masrafları.  
Tabelle 9 : Düngungskosten bei der Stangenentnahme.

Göğüs çapı BHD (sm)	Sun'î gübreleme masrafı DM/m <sup>3</sup> Düngungskosten	
	MTG 03	MTG 09
8	1,40	1,80
9	1,30	1,70
10	1,30	1,70
11	1,20	1,60
12	1,10	1,50
13	1,00	1,40
14	1,00	1,40
15	0,90	1,30
16	0,80	1,20
17	0,80	1,20
	MTG 14 için DM/ha	MTG 02 için DM/ha
N 'e göre	$77,2 \times 3,99 = 308$	$8,2 \times 4,49 = 37$
P >	$9,9 \times 33,61 = 333$	$0,7 \times 63,60 = 45$
K >	$72,2 \times 4,12 = 298$	$9,1 \times 4,07 = 37$
Mg >	$9,8 \times 31,13 = 305$	$1,9 \times 17,63 = 34$

Her besin maddesi için ayrı ayrı 4 defa hesaplanan yukarıdaki gübreleme masrafı ortalamasının alınması ile, 1 hektara düşen değer, MTG 14 için 311 DM ve MTG 02 için 38 DM olarak tesbit edilmektedir. 1 m<sup>3</sup>e düşen gübreleme masrafı ise,

MTG 14 için  $311 : 50 = 6,22$  DM ve

MTG 02 için  $38 : 50 = 0,77$  DM dir.

Başka bir deyimle, ortalama göğüs çapı 14,9 cm olan bir meşcerede istihsal edilen 1 m<sup>3</sup> odun için, MTG 14 uygulandığında 6,22 DM, buna karşılık MTG 02 uygulandığında ise 0,77 DM sun'î gübreleme masrafı saptanmıştır.

Göğüs çapı B H D (s m)	Sun'î gübreleme masrafları DM/m <sup>3</sup> D ü n g u n g s k o s t e n					
	MTG 02	MTG 08	MTG 13	MTG 06	MTG 11	MTG 14
8	1.00	1.20	2.60	11.70	11.90	14.70
10	0.90	1.20	3.00	8.40	8.70	11.50
12	0.90	1.20	3.30	5.80	6.20	9.00
14	0.80	1.20	3.50	3.90	4.30	7.10
16	0.80	1.20	3.60	2.60	3.00	5.80
18	0.70	1.10	3.70	1.60	2.20	4.90
20	0.70	1.10	3.70	1.50	1.90	4.30
22	0.70	1.10	3.70	1.50	1.90	4.20
24	0.60	1.10	3.60	1.50	1.90	4.20
26	0.60	1.10	3.50	1.40	1.90	4.20
28	0.60	1.10	3.40	1.40	1.90	4.20
30	0.60	1.00	3.30	1.40	1.80	4.20
32	0.60	1.00	3.20	1.30	1.80	4.10
34	0.60	1.00	3.20	1.30	1.70	4.00
36	0.60	1.00	3.20	1.30	1.60	3.80

Tablo 9 : Çoşitli MTG'lerinin (burada gövde odunu) sun'î gübreleme masrafları.

Tabelle 9 : Düngungskosten bel der Derbholzentnahme.

Buna göre MTG 14, 1 m<sup>3</sup> odun hazırlama masrafı MTG 02'ye nazaran 5,50 DM veya daha ucuza geldiğinde önem kazanacaktır.

Yukarıdaki örnekte açıklandığı şekilde bütün MTG'lerinin sun'î gübreleme masrafları meşcerenin ortalama göğüs çapına göre Regresyon denklemleri şeklinde tesbit edilmiştir (Tablo 7, 8 ve 9).

## 6. MÜNAKAŞA

Bu araştırmada geliştirilen Model - Meşcerelere ait değerler hasılat ve hacim tabloları yardımıyla elde olunmuş ve diğer yazarların (FREIHERR 1969, KELLER 1976)

araştırma sonucu elde ettikleri değerlerle karşılaştırıldığında yakınlık tesbit edilmiştir.

Deneme sahalarından alınan örneklerin kimyasal analizleri sonucu elde olunan, topraktaki ve ağacın çeşitli bölümlerindeki besin maddeleri miktarları PAVLOV (1972) un tesbit ettiği değerlerle hemen hemen aynıdır. Bu arada ağaç köklerinin besin maddesi miktarı saptanmamıştır. Çünkü, henüz Avrupa'da köklerin sökülerek faydalanılmasına pek rastlanmamaktadır.

Çeşitli toprak tiplerinden alınan örneklerin analizleri neticesine göre herhangi bir toprak tipinde, herhangi bir MTG için sun'i gübrelemenin gerekli olup olmayacağı tahmin edilememiştir. Bununla beraber birçok yazarlar (KANNENBERG 1955, ULRICH 1972, NYKVIST 1971, TAMM 1969, WEETMANN 1972) ormana uygulanan kesim metodlarının iki önemli etkisi üzerinde birleşiyorlar;

- a — Her kesim metodu belirli bir miktar besin maddesi kaybı meydana getirir.
- b — Şayet fakir yetiştirme muhitlerinde ağacın tepesi meşcereden uzaklaştırılırsa, büyük çaptaki besin maddesi kaybı nedeniyle artım geriler.

Diğer taraftan ULRICH (1975) e göre kesim metodlarının meydana getirdiği büyük orandaki besin maddeleri taşınması sonucu meşcerenin boniteti I. den III. e kadar düşebilir. Buna karşılık Azot miktarı son 20 yıl içinde endüstri merkezlerinde hava kirlenmesi ile yükseldiğinden meşcere için N eksikliği tehlike konusu olmamaktadır.

GUSSONE, REHFUESS ve ULRICH (1972) e göre sun'i orman gübrelemesinin amacı aşağıdaki iki noktada toplanabilir,

- a — Ticari anlamda, belirli ağaç ve meşcerelerin normal bir şekilde gelişmesinin sağlanması.
- b — Toprağın verimine zarar veren, tabii fakir toprakların ve insanın müdahalesi ile meydana gelen, ormanın beslenmesini olumsuz yönde etkileyen etkenlerin devamlı olarak ortadan kaldırılması.

Bu çalışmada yapılan sun'i gübreleme planlarının ve masraflarının temelini çeşitli kesim metodları ile meydana gelen besin maddeleri kayıpları teşkil etmektedir. Buna karşılık, sun'i gübrelemede yüzeysel veya derinliğine besin maddeleri yıkanmasının göz önünde bulundurularak, kayıp miktardan daha fazla besin maddesinin toprağa verilmesi ve ancak bu sayede kaybın tamamının hemen hemen aynı oranda toprağa kazandırılabilceği düşünülebilir (MAELKÖNEN 1972, KRAPPENBAUER 1973, REHFUESS 1974).

Sun'i gübrelemede meydana gelecek olan besin maddeleri yıkanması, birçok faktörlerin tesiri altında olup bu konuda herhangi bir tesbite rastlanmamıştır. Netice olarak, hesaplanan gübreleme masrafları asgari değerler olup, diğer hususların nazarı itibare alınmasına uygundur. Başka bir deyimle günün ve tekniğin şartlarına göre düzenlenebilir.

Diğer bir husus da traşlama kesimi ile yeni meşcerenin kurulması arasındaki geçen zaman olup bu çalışmada nazarı itibare alınmamıştır. Bilindiği gibi istihsal kalıntılarının yakılması, belirli yerlere itilerek toplanması ve toprağın işlenmesi çeşitli besin maddeleri kaybına sebep olmaktadır.

İş ekonomisi yönünden, bu araştırmanın sonucu olarak tesbit edilen değerlerin önemi aşağıdaki şekilde izah edilebilir :

— Bilhassa genç meşcerelerde, bütün ağacın meşcereden çıkarılması ile meydana gelen, besin maddesi kaybının telafisi için gerekli sun'î gübreleme masrafları 4,00 ile 14,00 DM/m<sup>3</sup> arasında değişmekte olup genç meşcerelerde yüksek olan istihsal masrafları da göz önünde bulundurulursa, daha da bariz bir şekil almaktadır. Bu durumda ormanda kesip bırakma, kimyasal aralama gibi karşıt metodların incelenmesinde fayda vardır.

— Kabuklu gövde odunu istihsalı ile sebep olunan gübreleme masraflarının yüksek olmaması (1,00 - 1,20 DM/m<sup>3</sup>), kesim metodlarının bu yönde ilerlemesine şans tanyacak, daha doğrusu ağacı ormanda işleyen mekanizasyon (Processor) tercih sebebi olabilecektir.

— Orta yaşlı ve idare müddeti sonundaki ladın meşcerelerine uygulanan çeşitli kesim metodlarının sebep oldukları gübreleme masrafları arasındaki fark 4,00 DM/m<sup>3</sup> e kadar yükselmektedir. Orman yolu kenarında, dalların temizlenmesi ve kabuğun soyulması ile meydana gelen kalıntıların tekrar gübreleme maksadıyla ormana dağıtılması yeni masraflar açacağından tavsiye edilmemektedir.

## 7. SONUÇLAR

— Gövde odununun kimyasal madde (N, P, K, Ca, Mg) konsantrasyonları, meşcerenin artan yaşı ile ters orantılı olarak azalmaktadır. Gövde odunu kabuğu ve ibrelerdeki besin maddeleri konsantrasyonları meşcere yaşından etkilenmemektedir.

— Besin maddesi konsantrasyonlarının ibre, dal kabuğu, gövde odunu kabuğu, dal odunu ve gövde odunu şeklinde giderek azaldığı saptanmıştır.

— Ağacın yaşı ile toplam besin maddesi miktarı artmaktadır.

— Müdahale tiplerinin besin maddeleri kayıpları, meşcerenin artan yaşı ve göğüs çapı ile orantılı olarak yükselmektedir. Müdahale tipleri karşılaştırıldığında ağacın tepesinin taşınması ile besin maddelerindeki kayıp büyük bir şekilde artmaktadır.

— Meşcerenin boniteti iyileştikçe bir birim biyolojik hacimdeki besin maddesi miktarı azalmaktadır.

— Bir m<sup>3</sup> odun için tesbit edilen sun'î gübreleme masrafları artan yaş ve göğüs çapı ile azalmakta, buna mukabil 1 ha için yükselmektedir (İstisna : Kabuklu ve kabuksuz kalın odun). Ağaç tepeleri çıkarıldığında sun'î gübreleme masrafları genç yaşlarda çok yüksek olup yaşlandıkça hızlı bir şekilde azalmaktadır.

— Bu araştırma yardımıyla normal bir işletme sınıfının sun'î gübreleme masrafı çeşitli kesim metodları için hesaplanabilmektedir. Bu arada meşcerenin daha önce ne tip bir müdahale gördüğü ve ilerde hangi müdahale tiplerinin uygulanacağını önemi yoktur (YILDIRIM 1978).

Henüz sun'î gübrelemenin lüzumlu olup olmadığı, lüzumlu ise hangi yetişme muhiti karakterlerinde gerektiği, besin maddeleri kayıplarının tamamının veya daha fazlasının toprağa tekrar kazandırılması sorusu problem teşkil etmektedir. Bu husus aydınlanmadıkça, kesim metodlarının seçiminde gübreleme masraflarının, mukayese hesaplarında uygulanması anlamsız görülmektedir. Buna rağmen çeşitli kesim metodlarının orman beslenmesine tesirleri şimdiden yönsel olarak göz önünde bulundurulabilir.

# **NAEHRSTOFFENTZUG AUS FICHTENREINBESTAENDEN IN ABHAENGIGKEIT VON HOLZERNTEVERFAHREN <sup>1</sup>**

von Dr. Melikşah **YILDIRIM** <sup>2</sup>

## **Abstract**

Die Quantifizierung von Bioelementverlusten durch Holzerntemaßnahmen und die Berechnung der Kosten für ggf. erforderlich werdende Ersatzdüngungen war das Ziel einer am Institut für Waldarbeit und Forstmaschinenkunde der Universität Göttingen erstellten Dissertation.

Nach der Analyse von Boden und aufstockenden Bäumen konnten für 5 Modellbestände unterschiedlicher Bonität Trockenmassen und Nährstoffvorräte an N, P, K, Ca und Mg hergeleitet werden. Aufgrund dieser Bioelementinventur ließen sich die Nährstoffverluste, die bei verschiedenen Erntemaßnahmen (Eingriffstypen) entstehen können, berechnen. Abschließend wurden unter Einbeziehung der Kostenfragen Pläne für Ersatzdüngungen im Laufe der Umtriebszeit erstellt.

Die wesentlichen Resultate der Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen :

1. Bezogen auf die Fläche erhöht sich bei sämtlichen Eingriffstypen mit steigendem Brusthöhendurchmesser (BHD) der Nährstoffexport aller Bioelemente. Mit dem Entzug der Baumzöpfe aus dem Bestand (Vollbaum) vermehren sich diese Verluste erheblich.
2. Die Düngekosten, bezogen auf die Produktionseinheit Erntefestmeter (EFm) sinken im allgemeinen mit steigendem BHD. Auch bei Abtransport der Zöpfe aus dem Bestand zeigt sich deutlich die Tendenz, dass die in der Jugend recht hohen Kosten für die Ersatzdüngung mit zunehmendem Alter rasch sinken.

## **1. EINLEITUNG**

Mit einer zunehmenden Mechanisierung der Rohholzbereitstellung tritt das Problem des Biomassenexportes verstärkt zutage. Ungeklärt ist bislang die Frage, inwiefern derartige Verluste durch Düngungsmassnahmen ausgeglichen werden müssen und welche Kosten für den Betrieb dadurch entstehen. Diese Thematik ist vor allem für Fichtenreinbestände aktuell, die wegen ihrer Homogenität und Gerad-

<sup>1</sup> Abriss aus der gleichnamigen Dissertation von M. YILDIRIM, Forstliche Fakultät der Universität Göttingen.

<sup>2</sup> I.Ü. Orman Fakültesi, Büyükdere - İSTANBUL.

schaftigkeit optimale Möglichkeiten für das maschinelle Aufarbeiten bieten. Einschlägige Veröffentlichungen beziehen sich demzufolge häufig auf diesen Bestandestyp; so etwa die verfahrens- und nutzwertanalytischen Überlegungen von HAEBERLE (1973) und TIMINGER (1974).

Andere Autoren - ULRICH (1975), TAMM (1969), MAELKÖNEN (1972), WEETMANN (1972) und KRAPPENBAUER (1974) - betonen, dass der Biomassenexport besonders auf armen Standorten einen Leistungsrückgang bedingen kann.

Um die Frage nach Art und Menge des Biomassenexportes zu beantworten, wurden Untersuchungen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Bodenkunde und Waldernaehrung durchgeführt.

## 2. METHODIK UND DURCHFÜHRUNG

### 2.1. Erster Teil

Für die folgenden 4 Standorttypengruppen, die in Niedersachsen für den Anbau der Fichte als optimal gelten, wurde eine Bioelementinventur getrennt für den Boden und den aufstockenden Bestand durchgeführt :

Im Bergland — Basenarme sandige Silikatverwitterungsböden

— Basenarme lehmige Silikatverwitterungsböden

Im Flachland — Flottsandböden

— Arme Talsandböden

In diesen Beständen wurden Baum- und Bodenproben entnommen und im Labor auf ihre Gehalte an N, P, K, Ca und Mg untersucht. Nach dem statistischen Ausgleich der Ergebnisse war eine verallgemeinerte Aussage über die Nährstoffkonzentrationen möglich.

Für 5 simulierte Modellbestände der Leistungsklassen 7, 9, 9.4, 10 und 12 wurden die Massen des oberirdischen Bestandes ermittelt. Die Bestände sollten mit 3 333 Pflanzen im Verband 2,5 m × 1,2 m begründet sein. Vor der Erschliessung war keine Stammzahlreduktion vorgesehen. Der Zeitpunkt der Durchforstung richtete sich nach den Vorschlägen von ABETZ (1975); die Durchforstungsansätze entsprachen den WIEDEMANN - SCHOBER'schen Ertragstafeln (1957) für gestaffelte Durchforstung. Die Berechnung der Reisig- und Rindennmassen basiert auf den Massentafeln von GRUNDNER - SCHWAPPACH (1952).

Für die Herleitung der Trockenmassen der oberirdischen Bestandteile mussten verschiedene Autoren herangezogen werden. Nach MEYER - WEGELIN (1955) und KNIGGE, SCHULZ (1966) beträgt die Raumdichte des Fichtenstammholzes 0,38 bis 0,40 g/cm<sup>3</sup>. Für die Beziehungen zwischen Holz und Rinde (Stammholz und Astholz) hat PAVLOV (1972) Gleichungen aufgestellt. VON DROSTE ZU HÜLSHOF (1969) und SCHÖPFER (1961) machen Angaben zu den Nadel-trockenmassen.

<sup>1</sup> und die des Astholzes 0,58 g/cm<sup>3</sup>.



Die Vorräte an N, P, K, Ca und Mg des ausscheidenden Bestandes erhaelt man aus der Multiplikation der nach der oben erlaeuterten Weise ermittelten Trockenmassen mit den jeweiligen Naehrstoffkonzentrationen.

## 2.2. Zweiter Teil

In den im ersten Teil vorgestellten Modellbestaenden wurden die Pflege- und Erntemassnahmen (Erschliessung, Durchforstung und Abtrieb) simulativ durchgefuehrt. Von arbeitstechnischer Relevanz ist dabei der Eingriffstyp der Massnahme.

Unter Eingriffstyp ist in diesem Fall die Zusammenfassung von Eingriffen in Waldbestaende zum Zweck der Ernte oder Pflege zu verstehen, die aus vergleichbaren Bestandestypen zum Export etwa gleicher Baumbestandteile (Rinde, Aeste, Stammabschnitte o.ae.) fuehren, also qualitativ aehnliche Naehrstoffentzuege bedingen. Fuer die jeweiligen Eingriffstypen sind bestimmte Teilarbeiten bzw. die Orte, an denen diese durchgefuehrt werden, charakteristisch. Kennzeichnend fuer den Eingriffstyp ist demnach das Sortiment, welches aus dem Bestand gerueckt wird. Fuenf Eingriffstypengruppen lassen sich herausstellen :

1. ohne Nutzung
2. mit entrindetem Holz
3. mit unentrindetem Holz
4. mit Ganzbaeumen ohne Zopf
5. mit Ganzbaeumen mit Zopf

Die Abbildungen 2 bis 4 untergliedern die Eingriffstypen detaillierter. Es werden 19 Eingriffstypen unterschieden, wobei das entscheidende Kriterium das Rueckesortiment ist. Die Eingriffstypen M 02, M 03 und M 04 bzw. M 10, M 11, M 12 und M 13 sind hinsichtlich des Biomassenexports fast gleich zu bewerten.

Zur Quantifizierung der Naehrstoffentzuege durch die verschiedenen Eingriffstypen ist es erforderlich, die Teile eines Baumes in folgender Weise zu gliedern :

1. Stammholz ohne Rinde
2. Derbholz ohne Rinde
3. Stangen ohne Rinde
4. Stammholzrinde
5. Derbholzrinde
6. Stangenrinde
7. Aeste mit Rinde bis Stammholzhoehoe
8. Aeste mit Rinde bis Derbholzhoehoe
9. Gesamtaeste mit Rinde
10. Nadeln bis Stammholzhoehoe
11. Nadeln bis Derbholzhoehoe
12. Gesamtnadeln

Die regressionsanalytische Auswertung zeigte die Abhaengigkeit der Bioelementmassen dieser 12 Baumteile in Abhaengigkeit vom BHD auf. In die Berechnungen gingen die Untersuchungen von KRAMER (1962) und SCHÖPFER (1961) zur gleichen Problematik mit ein. Die Naehrstoffverluste der Eingriffstypen aus der Kombination der Bioelementmassen der verschiedenen Baumteile waren nun leicht herzuleiten. Die Einzelergebnisse wurden in einer Tabelle zusammengefasst, die das Ablesen der Naehrstoffverluste für jeden einzelnen Eingriffstyp in Abhaengigkeit vom BHD erlaubt (YILDIRIM 1978).

### 2.3. Dritter Teil

Die folgenden Überlegungen beschaeftigen sich mit den Kosten, die durch die Naehrstoffverluste möglicherweise entstehen. Hinsichtlich des Bioelementtransportes kann ein Urwald, in dem keinerlei Nutzungen stattfinden, als ein geschlossenes System betrachtet werden. Findet eine Nutzung in irgendeiner Art statt, so ist das stets mit einem Verlust an Bioelementen verbunden. Prinzipiell kann eine Düngung, die natürlich zusaetzliche Kosten verursacht, die Verluste ausgleichen. In der Praxis sollte zuvor selbstverstaendlich festgestellt werden, ob eine Düngung überhaupt notwendig ist. Das Verfahren hierzu lehnt sich an die Untersuchungen des Bioelementvorrates des Bodens an. Hier wird davon ausgegangen, dass der gesamte durch die Eingriffstypen bedingte Naehrstoffverlust durch die Düngung zu ersetzen ist, um die ursprünglichen Verhaeltnisse des Standortes wieder herzustellen.

Die Basis für die Mengen- und Kostenberechnung der Ersatzdüngung ist ein Düngungsplan für die gesamte Umtriebszeit des Bestandes (Tabelle 5). Im Rahmen dieser Arbeit wurden für saemtliche Eingriffstypen Düngungsplaene erstellt und die auf den Hektar bezogenen Kosten hergeleitet. Ausbringungs- und Materialkosten beziehen sich auf den Stand des Jahres 1977. Dividiert man die in diesen Plaenen enthaltenen Düngungskosten pro Hektar durch die Gesamtwuchseleistung (GWL) in Festmeter bzw. Erntefestmeter auf der gleichen Flaecheneinheit, so resultieren daraus die Meliorationskosten in DM je Erntefestmeter.

Aus solchen Werten wurden die Tabellen 7 bis 9 hergeleitet. Daraus sind die Düngungskosten in DM je Erntefestmeter in Abhaengigkeit vom BHD für einen bestimmten Eingriffstyp zu entnehmen. Um keine übertriebene Genauigkeit vorzutauschen, sind die Tabellenwerte auf 10 Pfennig gerundet.

## 3. ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Qualitativ lassen sich die gewonnenen Resultate folgendermassen zusammenfassen :

1. Die Konzentration der im oberirdischen Pflanzenmaterial fixierten Bioelemente bei der Baumart Fichte aendert sich im allgemeinen nicht mit dem Alter. Lediglich beim Derbholz ohne Rinde sinkt die Konzentration mit zunehmendem Alter.

2. Die baumteilspezifische Elementkonzentration nimmt in der Reihenfolge Nadeln, Astholzrinde, Schaftholzrinde, Astholz und schaftholz ab.

3. Die absolute Menge an Naehrstoffen in allen Baumteilen steigt mit zunehmenden Alter bzw. BHD.

4. Saemtliche Eingriffstypen bedingen mit zunehmendem Alter (= steigender BHD) einen erhöhten Export an allen Bioelementen. Mit dem Entzug der Baumzöpfe aus dem Bestand werden die Verluste drastisch erhöht.

5. Bessere Bonitaeten akkumulieren einen geringeren Elementgehalt je Volumeneinheit Holz als schlechtere.

6. Die Düngekosten je Produktionseinheit (EFm) sinken im allgemeinen mit steigendem BHD, lediglich beim Stammholz sowohl mit Rinde als auch ohne Rinde bleiben die Düngungskosten konstant. Wenn man die Zopfstücke aus dem Bestand herausbringt, faellt auf, dass die in der Jugend recht hohen Ersatzdüngekosten mit zunehmendem Alter rasch sinken.

7. Jeder Eingriff bedeutet für den Bestand Nährstoffverluste. Die Ergebnisse dieser Arbeit gestatten es u.a., die nachhaltige Düngekostenbelastung für eine normale Betriebsklasse zu berechnen, wenn der Verlust mindestens eines Elementes bekannt ist.

Offen bleibt die Frage, bei welchen Standortseigenschaften die errechneten Nährstoffverluste des genauen Ersatzes (Hypothese aller voranstehenden Kostenkalkulationen), der Überkompensation oder vielleicht auch gar keiner Kompensation durch Düngung bedürfen. So lange darüber keine Klarheit besteht, erscheint es kaum sinnvoll, quantifizierte Nährstoffersatzkosten in vergleichende Kalkulationen zur Entscheidung über die Wahl dieses oder jenes Holzernteverfahrens einzubeziehen. Immerhin kann man aber die Effekte der verschiedenen Eingriffstypen auch heute schon tendenziell berücksichtigen.

#### KAYNAKLAR

ABETZ, P. 1975. *Entscheidungshilfen für die Durchforstung von Fichtenbeständen (Durchforstungshilfe Fi 1975). Merkblätter d. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden - Württ., Nr. 13.*

BERKEL, A. 1965. *Ormanlık iş Bilgisi. Kurtuluş matbaası, İstanbul.*

DROSTE zu HÜLSHOFF, B., Frhr. v. 1969. *Struktur und Biomasse eines Fichtenbestandes aufgrund einer Dimensionsanalyse an oberirdischen Baumorganen. Dissertation München.*

DROSTE zu HÜLSHOFF, B., Frhr. v. 1968. *Vorläufige Untersuchungsergebnisse über die Erfassung oberirdischer Baumorgane an einer 76-jährigen vorh. Fichte im Ebersberger Forst bei München. Forstwissenschaftl. Centralblatt Nr. 6, S. 369 - 384.*

GRUNDNER - SCHWAPPACH, 1952. *Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Paul Parey - Verlag, Berlin und Hamburg.*

GUSSONE, H. A. 1964. *Faustzahlen für Düngung im Walde. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, Basel und Wien.*

HAEBERLE, S. 1973. *Die Stehendbearbeitung von Durchforstungshölzern der Fichte im Systemvergleich. Allgemeine Forstzeitschrift, München, 28. Jg., Nr. 28, S. 675 - 681.*

- HAEBERLE, S. 1971. *Mechanisierte Kiefernswachholzernte in der Lüneburger Heide. Forsttechnische Informationen, 23. Jg., Nr. 10.*
- HAKKILA, P. 1967. *Vaihtelumallejo kuoren painosts ja painoprosentista (Variation des Rindengewichts und des Rindenanteils nach Gewicht). Metsäentutkimuslaitoksen, Institute Forest Fenniae. Helsinki, Repr. 62,5.*
- HAKKILA, P. 1969. *Weight and composition of the branches of large Scots pine and Norway spruce trees. Com. Institute Frest Fenniae (Repr. 67,6), 37 pp.*
- HAKKILA, P. 1974. *Kanto- ja juuripuun korjuu (Harvesting of Stump and Root Wood). Metsäetehen, 332, Helsinki.*
- KANNENBERG, U. 1955. *Der Einfluss der Freilage auf die organische Substanz von Waldböden. Dissertation Forstl. Fakultät d. Universität Göttingen.*
- KELLER, B. 1976. *Verwendungsmöglichkeiten von Waldhackschnitzeln. Mitt. d. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden - Württ., Heft 77.*
- KNIGGE, W. u. SCHULZ, H. 1966. *Grundriss der Forstbenutzung. Paul Parey - Verlag, Hamburg und Berlin.*
- KRAMER, H. 1966. *Zur Kulturbegründung und Jugendbestandespflege bei der Fichte. Aus dem Walde Nr. 12, Mitt. aus der Nds. Landesforstverwaltung.*
- KRAMER, H. 1976. *Grundlagen zur Forstlichen Ertragskunde. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Universität Göttingen, Göttingen.*
- KRAMER, H. 1962. *Kronenaufbau und Kronenentwicklung gleichaltriger Fichtenpflanzbestände. Allgemeine Forst- und Jagd - Zeitung, S. 249.*
- KRAPFENBAUER, A. 1971. *Vollmechanisierung der Holzernte und Nachhaltigkeit der Holzproduktion. Allgemeine Forstzeitschrift Wien, Jg. 82, Nr. 11, S. 305 - 308.*
- KAAPFENBAUER, A. 1973. *Holzernte und Nachhaltigkeit der Holzproduktion. Allgemeine Forstzeitschrift Wien, Jg. 84, Nr. 6, S. 133 - 135.*
- KWF, 1975. *Durchforstung. 6. KWF - Tagung Braunschweig, Tagungsführer.*
- KWF, 1977. *Betriebsstruktur und Mechanisierung. 7. KWF - Tagung Schmallebenberg, Tagungsführer.*
- MAELKÖNEN, E. 1972. *Auswirkungen von Holzernte - Rückständen auf den Ernährungsstatus von Kiefernbeständen. Folia Forestalia 157, Metsäentutkimuslaitos, Helsinki.*
- NYKVIST, N. 1971. *The effect of clear felling on the distribution of biomass and nutrients. Bulletins from the Ecological Research Committee 14, Systems Analysis in North Conif. Forests, IBP Workshop.*
- PAVLOV, B. 1972. *Bioelement - Inventur von Buchen- und Fichtenbeständen im Solling. Dissertation.*
- REHFUESS, K. E. 1974. *Belastungen von Waldökosystemen - Möglichkeiten der Vorbeugung und Abwehr. Forstwissenschaftl. Centralblatt Hamburg, Jg. 93, Nr. 1, S. 10 - 19.*

SCHÖPFER, W. 1961. *Beitraege zur Erfassung des Assimilationsapparates der Fichte. Schriftenreihe d. Landesforstverwaltung Baden - Württemberg.*

TAMM, C. O. 1969. *Site damages on thinnings due to removal of organic matter and plant nutrients - Thinning and mechanisation. IUFRO - Meeting Roy. Coll. of Forestry, Stockholm, Schweden, S. 175.*

TIMINGER, J. 1974. *Erntesysteme in Durchforstungsbestaenden. Teil 1, Holz - Zentralblatt Nr. 11, S. 162, 163; Teil 2, Holz - Zentralblatt Nr. 68, S. 1057 - 1058.*

TRENDELENBURG, R. 1939. *Das Holz als Rohstoff. Verlag I. F. Lehmann, München und Berlin.*

TRENDELENBURG, R. und MAYER - WEGELIN, H. 1955. *Das Holz als Rohstoff. Carl Hanser - Verlag München, 2. Auflage.*

ULRICH, B. 1975. *Stoffhaushalt von Waldökosystemen. Manuskript.*

ULRICH, B. 1968. *Bodenbearbeitung und Düngung unter dem Gesichtspunkt der Waldernaehrung. Allgemeine Forstzeitschrift, Jg. 23, S. 547 - 551.*

ULRICH, B., MAYER, R. und SOMMER, U. 1975. *Rückwirkungen der Wirtschaftsführung über den Nährstoffhaushalt auf die Leistungsfähigkeit der Standorte. Forstarchiv, Jg. 46, Nr. 1, S. 5 - 8.*

ULRICH, B., GUSSONE, H. A. und REHFUESS, K. E. 1972. *Entwicklungstendenzen der Forstdüngung. Allgemeine Forst- und Jagd - Zeitung, Jg. 143, Nr. 3/4.*

WEETMANN, G. F. und WEBBER, B. 1972. *The influence of wood harvesting on the nutrient status of two spruce stands. Canad. J. Forest Research 2, S. 351 - 369.*

WIEDEMANN, E. und SCHOBER, R. 1957. *Ertragstafeln. Verlag M. und H. Schaper, Hannover.*

YILDIRIM, M. 1978. *Der Nährstoffexport aus Fichtenreinbestaenden in Abhängigkeit vom Holernteverfahren. Dissertation, Göttingen.*