

ORMAN TOPRAKLARININ RUTUBET EKONOMİSİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR VE BELGRAD ORMANI'NIN BAZI KARAÇAM, KAYIN MESE MEŞÇERELERİNDE İNTERSEPSİYON, GÖVDEDEN AKIŞ VE TOPRAK RUTUBETİ MİKTARLARININ SİSTEMATİK ÖLÇMELERLE TESPİTİ'

Yazan :

Doç. Dr. Necmettin ÇEPEL

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi

Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü

I. G İ R İ Ş

Su problemi, bilhassa son zamanlarda bütün memleketler tarafından çeşitli cepheleri ile incelenen aktüel bir konu haline gelmiştir. Nüfusunu hızla artışı, endüstrileşmenin devamlı bir şekilde gelişmesi, tarım ve ormancılığın intenzifleşmesi, hayat standardının yükselmesi gibi sebeplerle kullanma ve içme suyuna karşı ihtiyacın devamlı olarak artışı bu sahada sayısız araştırmaları yapılmasına yol açmıştır. Gerçekten, su problemi ile ilgili çalışmalar o kadar çok ve çeşitlidir ki bu mevzuda ihtisas yapmak isteyenler için dahi bunların hepsinin eksiksiz olarak takip ve etüdü mümkün değildir.

Bu konudaki çalışmaların güttükleri gayeler bir birinden çok farklıdır. Meselâ bazı araştırmacılar, geri kalmış memleketlerde suyun bir

1) Bu makale, İ. Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloj Kürsüsünde 1959-1962 yıllarında yapılan habilitasyon çalışmasının Orman Fakültesi Dergisi için hazırlanmış bir özetidir.

enerji kaynağı olarak geniş mikyasta kullanma imkânlarının yaratılması ile bu memleketlerin kalkınabileceğine inanmaktadırlar (Press, H.). Diğer taraftan bazı memleketlerde içme suyu ve kullanma suyu tedarikindeki güçlüklerin doğurduğu problemler bu vadede araştırmalar yapılmasını icap ettirmiştir (Bethlahmy, N. 1959; Casparis, E. 1959; Delfs, J. 1956; Lambor, J. 1957; Mc Clurkin, D. C. 1958; Ovington, J. D. 1959). Diğer bazı memleketlerde de toprak rutubeti ile bitki büyümesi arasındaki münasebetlerin aydınlatılması hususunda bir çok araştırmalar yapmak zorunluğu ile karşılaşmıştır. (Baumgartner, A. 1956; Chalk, L. 1951; Fraser, D. A. 1962; Glock, W. S. 1950; Richard, F. 1959; Walter, H. 1926). Keza dağlık sahalarda meselâ İsviçre gibi bazı memleketlerde ormanların tahribi sonucunda meydana gelen su baskınları, erozyon olayları da bu yönde çalışmalar yapılmasına sebep olmuştur (Burger, H. 1943 ve 1954). Adı geçen bu çalışmalara ilâveten Amerika Birleşik Devletlerinde ve diğer Avrupa ülkelerinde intersepsiyon, toprak rutubeti, transpirasyon ve erozyon gibi muhtelif faktörler bakımından su ekonomisi üzerine yapılmış çok sayıda araştırmaların mevcut olduğu ifade edilebilir (Delfs, J. 1954 ve 1955; Grunow, J. 1955; Huber, B. 1953; Hamilton, E. L. U. 1949; Leyton, L. and Carlisle, A. 1959; Voigt, G. K. 1960).

Buraya kadar işaret edilen araştırmalarla, bunların benzeri olup burada hepsinin sayılmasına imkân bulunmayan çok sayıdaki diğer araştırmalarda nazarı dikkati çeken müşterek husus, su ekonomisi ile ormanlar arasında karşılıklı münasebetlerin mevcut oluşudur. Bu münasebetler üzerinde o derece durulmuş ve bu husus o derece hayatiyet kazanmıştır ki, artık ormanın hidrolojik bakımından kendi hayatını yaşamasına ve sırf odun hasılatı bakımından rentabl bir orman işletmeciliğinin tatbikine müsaade edilmeyecek günlerin gelmekte olduğuna inanılmaktadır (Banner, J. 1961). Bundan dolayıdır ki su ekonomisi problemlerine ait araştırmalar ekseriya "Orman — Su münasebetleri" konusu içinde mütalâa ve etüd edilmektedir (Burger, H. 1943; 1945, 1954; Delfs, J. und Friedrich, W. 1958; Delfs, J. 1960; Feldmann, A. 1955; Huber, B. 1954; Ijjaasz, E. 1938; Kirwald, E. 1952; Molchanow, A. A. 1955 ve 1959; Wittich, W. 1952 ve 1953; Volherd, E. 1954). Ormanların, toprak yüzüne varan yağış miktarına, yer altı sularına ve yer yüzünden akan sulara, toprak taşınmalarına önemli derecede tesir etmesi ormanla su arasında böyle bir "münasebetler kompleksinin" ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Orman-

la su ekonomisi arasındaki bu karşılıklı münasebetler intersepsiyon, gövdeden akış, evapotranspirasyon, yüzeyden akış gibi münferit faktörlere bağlı olarak çok çeşitli şekillerde tezahür ederler. Bundan dolayıdır ki bir mntıkanın su ekonomisi hakkında bilgi edinilmek istenirse, bu faktörlerin esash bir şekilde araştırılması bir zaruret halinde ortaya çıkar.

Yurdumuz şartları altında bu vadi'de şimdiye kadar hemen hemen hiç bir araştırmanın yapılmamış bulunması, erozyon tehlikesinin her geçen gün biraz daha göze çaracak şekilde artması, bilhassa son zamanlarda tatbik edilmeğe başlanan teknik ormancılığa tecrübeye dayanan bazı temel ekolojik bilgilerin temini zarureti ve nihayet Türkiye şartlarında orman yetişmesine set çeken yegane yetiştirme muhiti faktörünün ekseriya rutubet şartları oluşu rutubet ekonomisi üzerine memleketimizde de çeşitli araştırmalar yapılmasını gerekli kılmaktadır.

Buraya kadar açıklanmaya çalışıldığı vechile gerek ormancılık tatbikatımıza yararlı bazı ana bilgileri kazanmak ve gerekse bu konudaki çalışmalara bir başlangıç teşkil etmek amacı ile bu araştırma yapılmıştır. Araştırmamızda çözümlenmeye çalışılan başlıca problemler şunlardır:

1) Aynı iklim şartları altında yaklaşık olarak aynı meşcere yapısına sahip Karaçam, Kayın ve Meşe meşcerelerinde intersepsiyon, gövdeden akış, orman toprağına varan total yağış miktarları nedir? Bu bakımdan meşcerelerin etkileri hangi istikamette olmaktadır ve dereceleri nedir?

2) Yıl boyunca ağaç köklerinin yayılış sahasında ve muhtelif derinliklerde toprak rutubeti nasıl değişmektedir?

3) Adı geçen meşcerelerde ve çıplak sahada suyun yüzeyden buharlaşma (evaporasyon) miktarı nedir?

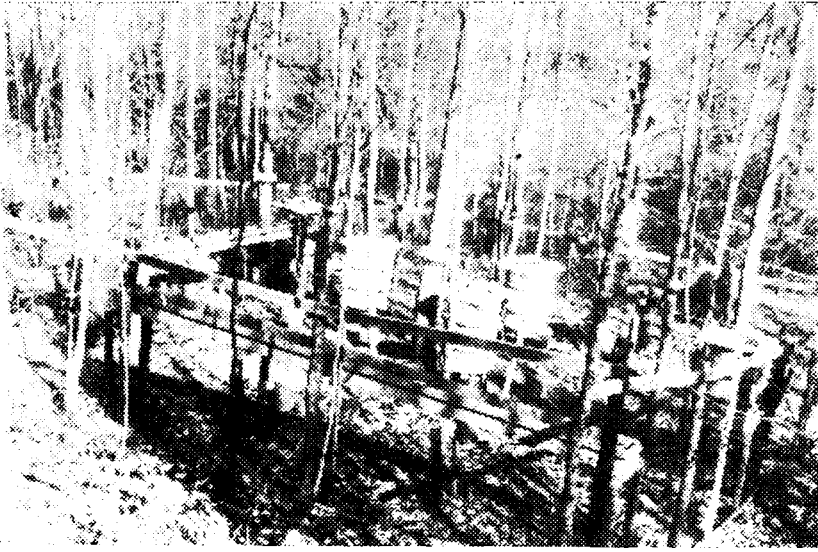
4) Araştırma sahasındaki topraklar ile rutubet ekonomisi arasındaki genel münasebetler ne şekilde tezahür etmektedir?

Bu suallerin cevaplandırılabilmesi için seçilen deneme sahalarında bütün yıl boyunca ve sistematik olarak *toprak rutubeti*, *intersepsiyon*, *gövdeden akış*, *evaporasyon* ölçmeleri yapılmış, ayrıca Belgrad Ormanında mevcut belli başlı toprak türlerinin *maksimum* ve *minimum su tutma kapasiteleri*, *tarla kapasitesi*, *dağmi pörsüme (solma) noktasındaki rutubet miktarları* arazi ve laboratuvarında tayin edilmiştir.

II. DENEME SAHALARI VE METOD

1. Deneme sahaları ve yetiştirme muhiti özellikleri :

Bu araştırma Karadenizden 5-6 Klm., İstanbul Şehir'inden 20 Klm. uzakta bulunan Belgrad Ormanı'nda yapılmıştır. Bu ormanda mevcut saf Kayın, Karaçam ve Meşe meşcereleri altında 100 er metrekare genişliğinde birer deneme sahası alınarak, etrafı tel örgü ile çevrilmiş ve içine ölçme âletleri yerleştirilmiştir (Resim 1). Her meşcere altındaki de-



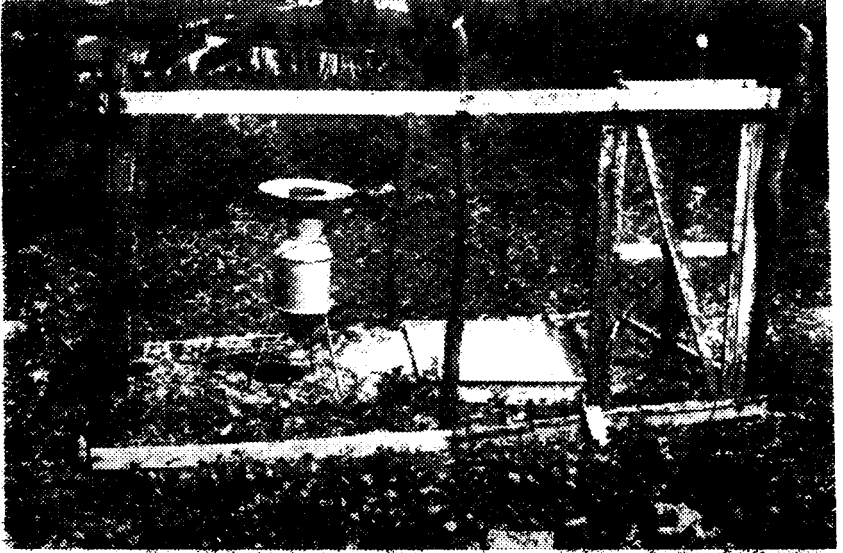
(RESİM (Abb.) 1). Orman içi deneme sahalarından biri
Eine Versuchsflaeche, die unter dem Bestand angelegt ist.

neme sahasına paralel olarak ve bunlara yakın yerdeki çıplak sahalarda da birer tane deneme sahası alınmıştır (Resim 2).

İçinde deneme sahaları bulunan meşcerelerin kısaca tanıtımı şu şekilde yapılabilir:

Karaçam meşceresi : Sun'i yolla yetiştirilmiş olup 38 yaşındadır. Ortalama ağaç boyu 12 m., meşcere kapalılık derecesi 0.9- 1.0 dır. Bu meşcere derin killi balçık türündeki Neojen Formasyonuna ait topraklar üzerinde bulunmaktadır.

Kayın meşceresi : Tabii yolla yetişmiş olan bu meşcerenin ortalama yaşı 45, ortalama ağaç boyu 14 m., kapalılık derecesi 1 dir. Bu meşcere 40 cm. derinliğe kadar balçık, bu derinlikten itibaren kil türündeki Neojen formasyonuna ait topraklar üzerinde bulunmaktadır.



(Resim (Abb.) 2). Orman içi açıklıklarında alınan bir deneme sahası.
Eine Versuchsflaeche auf dem Freiland.

Meşe meşceresi : Bu meşcere de tabii yolla yetişmiş olup ortalama yaşı 50 dir. Kapalılık derecesi 0,8- 0,9 dur. Toprak şartları genel hatları ile Kayın meşceresine benzemektedir.

İklim : Araştırma sahası memleketimizin "Marmara İklim Bölgesine" girmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Köppen iklim sistemine göre "Cfa" rumuzu ile ifade edilebilir. Bahçeköy (Orman Fakültesi) Meteoroloji İstasyonunun 15 yıllık (1948-1962) ölçme sonuçlarına göre:

Yıllık ortalama sıcaklık 12,8°C olup yılda yedi ay sıcaklık ortalaması 10 C nin üstündedir. Yıllık yağış toplamı 1040 mm dir. Yağışların % 40,6 sı kışın, % 19,8 i ilkbaharda, % 9,8 i yazın, % 29,8 i sonbaharda düşmektedir. En sıcak ay Ağustos (22,3 C), en soğuk ay Şubat

64.6 C). 1962 yılına kadar tespit edilen en yüksek sıcaklık 39.7° en düşük sıcaklık -12.4 C dir.

2. Ölçme aletleri ve metodlar :

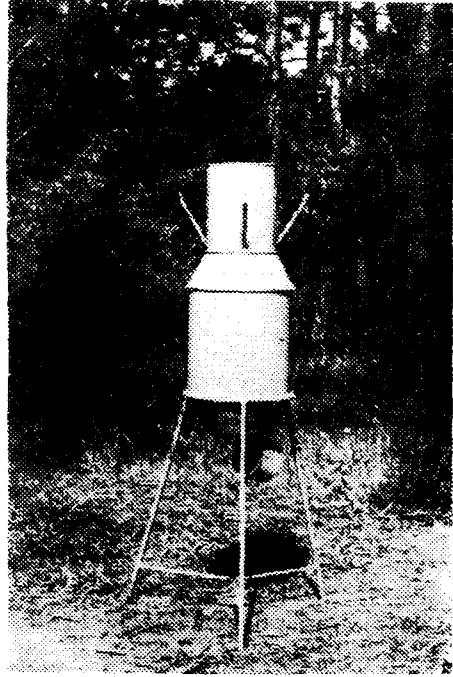
a) *Ölçme aletleri* : Mescere altındaki her deneme sahasında 2 tane yağış ölçme teknesi, 2-3 totalizatör, 1 evaporasyon havuzu, 3-4 tane toprak rutubeti ölçmeye yarayan alçı bloklar ve 3-5 tane gövdeden akışı ölçen aletler bulunmaktadır. Çıplak deneme sahalarında ise birer totalizatör ve birer evaporasyon havuzu bulunmaktadır, yalnız bir tanesine ilâveten alçı bloklar da gömülmüştür.



Resim (Abb.) 3

Totalizatör (rüzgâr koruma hunisi ile).

Totalisator (mit Windschutztrichter).



Resim (Abb.) 4

Totalizatör (rüzgâr koruma hunisiz, plüviyometre kısmı daha iyi görünmekte).

Totalisator (ohne Windschutztrichter).

Totalizatörlerin çapı 20 cm. olup üst yüzü topraktan 1.30 m. yüksektedir. (Resim 3 ve 4). Yağış ölçme teknelerinin uzunluğu 5 m., geniş-

lik ve derinlikleri ise 20 cm. dir (Resim 5). Meşcere tepe çatısının kapalık derecesi yer yer çok değiştiğinden (Resim 6a - 6c) gerçeğe yakın ortalama değerler elde etme gayesi ile 100 metre karelik deneme sahasına 2 ölçme teknesi konmuştur. Gövdeden akışı ölçen aletler hususî siparişle saçtan yaptırılmışlardır (Resim 9).

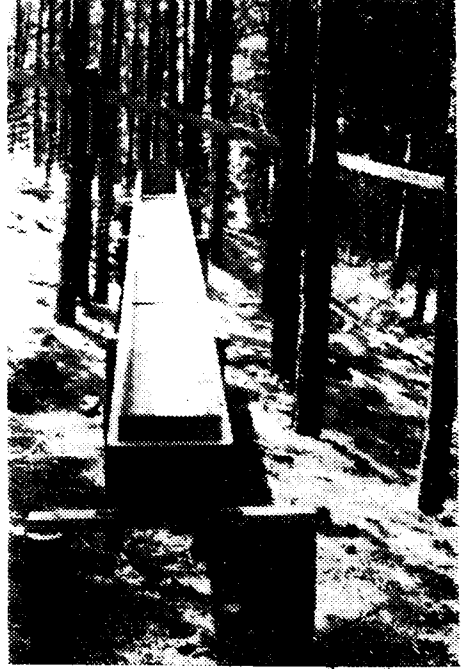
Gövdeden akış aletlerinin gövdeye iyice intibakı ve aradan su sızdırmamasını temin gayesi ile kayık macunu kullanılmıştır. Gövdeden akış aletlerinin sevkettiği suyu toplayan aletlerin hacimleri ağaç türü ve gövde çapına göre 20-480 litre arasında değişmekte idi. Alçı bloklar yerine göre 10, 25, 35, 55, 60, 70 ve 150 cm. toprak derinliklerine gömülmüşlerdir.

b) Ölçme metodları :

aa) *Intersepsiyon ölçmeleri :*

Ağaçların tepe tacları veya diğer vejetasyonun toprak üstü kısımları tarafından tutularak, bu kısımlardan buharlaşma suretiyle tekrar atmosfere karışan yağış miktarına intersepsiyon denmektedir. Bu tarife göre çıplak sahaya düşen yağış ile meşcere altındaki toprağa varan yağış arasındaki farkın % olarak değeri intersepsiyon

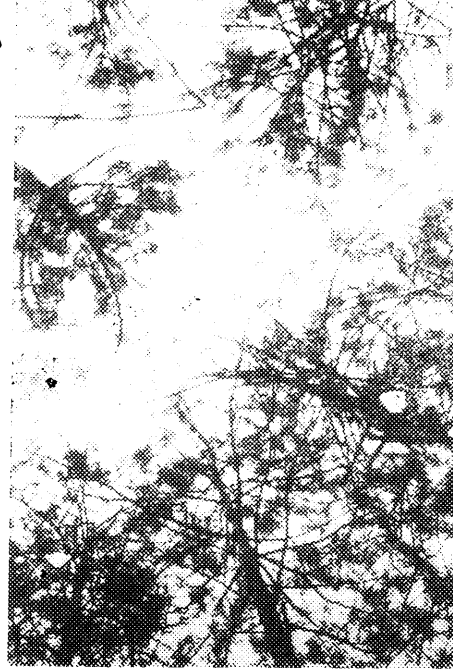
terimi ile ifade edilmektedir. Araştırmamızda çıplak sahaya düşen yağış totalizatorlerle ölçülmüştür. Orman toprağına varan yağış ise ormanın tepe çatısından nüfuz eden yağış (ölçme tekneleri ile) ve gövdeden akıp gelen yağış (gövdeden akışı ölçen aletlerle) ölçülerek her ikisi toplanmak suretiyle bulunmuştur. Ölçme teknelerinin yüzeyi 1 metre kare olduğundan bunlarda litre olarak ölçülen su miktarı doğrudan doğruya mm yağış olarak ifade edilmektedir. Gövdeden akışla toplanan su miktarının mm. yağış olarak değeri ise 2 usulle hesaplanarak bulunmuştur. Bunlardan birineisi muayyen sahadaki ağaçlardan elde edilen gövdeden akış miktarı hektardaki ağaç sayısı ile çarpılarak elde edilen değer 1 Hektar-



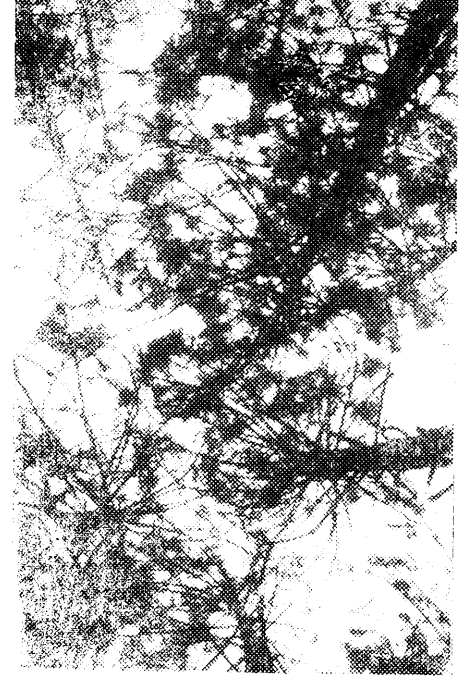
Resim (Abb.) 5
Ölçme teknesi
(Messwanne)



6a.



6b.



6c.

Rcsim (Abb.) 6a, 6b, 6c. Altına ölçme telenleri konan Karaçam meşçeresi tepe çatısının muhtelif kısımlarının görünüşü. Blick in das Kronendach des Schwarzkiefernbestandes von verschiedenen Stellen, unterdem die Messwannen aufgestellt wurden



7a,



7b.



7c.

Resim (Abb.) 7a, 7b, 7c. Altma öleme tekneleri konan Kayın meseresi tepe çatısın muhtelif kısımların görünüşü.
Blick in das Kronendach des Buchenbestandes von verschiedenen Stellen, unter dem die Masswannen aufgestellt wurden.



8a.



8b.

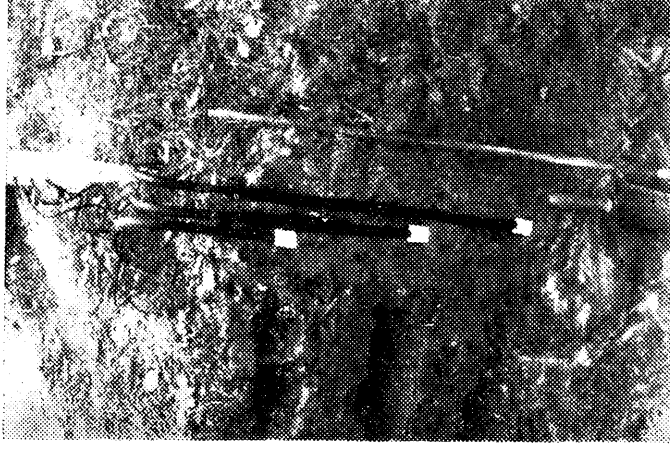


8c.

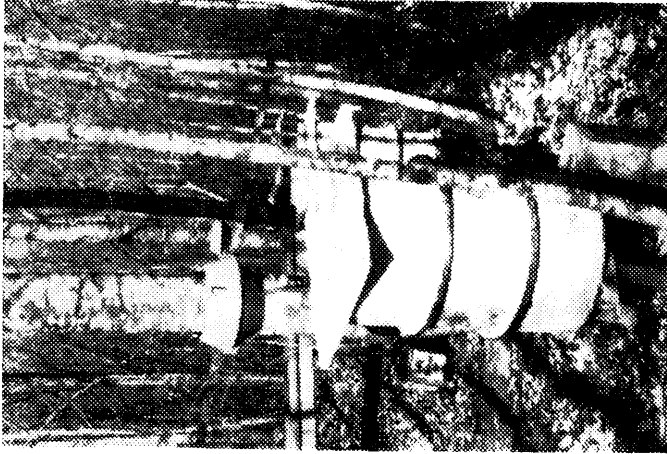
Resim (Abb. 8a, 8b, 8c. Aitma ölçme tekneleri konan meşe meşceresi tepe çatısının muhtelif kısımlarının görünüşü. Blick in das Kronendach des Eichenbestandes von verschiedenen Stellen, unter dem die Messwannen aufgestellt wurden.



Resim (abb.) 11.
Karacanın kök yaylılı
Wurzelverbreitung der
Schwarzkiefer.



Resim (Abb.) 10.
Alet blokların görülməsi
Einzugung der Gip.sblöcke



Resim (Abb.) 9.
Gövçed n akısı ölcen alet ve su
toplama kabı
Stammabflussgerät und der
Auffangbehälter.

lık çıplak sahaya düşen yağışa nisbet edilmiştir. İkinci hesaplama usulünde ise gövdeden akış aleti konan ağaçların tepe taclarının yatay iz düşümlerinin alanı hesaplanmış, bu genişlikteki bir alana çıplak sahada düşen yağış miktarı ile bu ağacın gövdeden aktığı su miktarı arasındaki nisbet hesab edilerek bulunmuştur. Böylece mm. yağış cinsinden gövdeden akış % si tesbit edilmiştir.

bb) *Evaporasyon ölçmeleri* : Serbes su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma, alanı 1 metre kare alan ve meteoroloji istasyonlarında kullanılan kare şeklindeki buharlaşma havuzları ile ölçülmüştür.

cc) *Toprak rutubeti ölçmeleri* : Bu hususta mevcut bir çok ölçme metodlarından (Marschall, T. J. 1959; Gupta, M. P. 1961) elektrik geçirgenlik esasına dayanan alçı bloklar tercih edilmiştir. Bunlar Bouyocos'un "plaster of Paris Block" isimli ve ucunda 1.5 m boyunda kordonları bulunan alçı blokları idi (Resim 10). Bu bloklar toprakta daimi olarak gömülü kalmakta, 5 yıl bozulmadan ölçme yapabilmektedir. Ölçme yapılacağı zaman bu kordonların ucundaki fişleri rutubet ölçen ve sonuçları kabili istifade rutubet % si halinde bir iskala üzerinde gösteren "Soil moisture meter model BN.2" isimli bir rutubet ölçere bağlanıp bu düğmeye basılınca rutubet ölçme ameliyesi ifa edilmiş olmaktadır. Bu metodun güvenilir sonuçlar verdiği metodik araştırmalarla öğrenilmiştir (Bouyocos, G. 1954; Vetterlein, E. 1960 und 1961).

III. ÖLÇME SONUÇLARI

1. Meşcere tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarı :

Her yağıştan sonra meşcere tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarı ölçme tekneleri ve totalizatorler yardımı ile ölçülmüştür. Çıplak sahada ise yağış, yalnız totalizatorlerle ölçülmüştür. Meşcere altında aynı maksat için hem ölçme teknesi, hem totalizator kullanılmasının sebebi, ormana yerleştirilmeleri ve taşınmaları güç olan ölçme tekneleri yerine totalizatorlerin kullanılıp kullanılmıyacağını tahkik etmek içindir. Bu sebeple meşcere tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarı bu iki aletle ölçülüp bulunan değerler çıplak sahaya düşen yağışa nisbet edilerek tepe çatısında tutulan yağışın % si hesaplanmıştır. Meşcere tepe çatısında tutulan bu yağışın bir kısmı buradan buharlaşarak atmosfere karışmakta, bir kısmı ise dallar vasıtasıyla gövdeye vararak, gövde üzerinden akmak suretiyle toprağa vasil olmaktadır. Gövdeden akan miktarlar üzerinde daha sonraki bahislerde durulacaktır.

Meşcere tepe çatısında tutulan yağış miktarı her yağıştan sonra ölçülmüş ve buna göre meşcere tepe çatısında tutulan yağışın % olarak değeri yukarıda izah edildiği şekilde hesaplanmıştır. Bu hesaplara göre her üç meşceredeki deneme sahaları için tablolar tanzim edilmiştir. Kayın meşceresindeki deneme sahasına ait tablo bir misâl olarak burada verilmiştir (Tablo 1). Sonuçların daha kolay kavranmasını sağlama amacı ile bu tablolara dayanarak grafikler çizilmiştir (Grafik 1, 2, 3.).

Yukarıda verilmiş olan tablo ve grafiklerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere:

a) Muhtelif zamanlarda ve muhtelif miktarlarda düşen yağışların meşcere tepe çatısında tutulan miktarları da pek çeşitlidir (% 0-80). Meşcere tepe çatısında tutulan yağış miktarı yağış yüksekliğine, intensitesine, yağış nevine ve mevsime bağlıdır.

b) Totalizatörlerle ölçme tekneleri, tepe çatısında tutulan yağış bakımından oldukça farklı sonuçlar vermektedir. Uzunlukları 5 m. olmaları hasebi ile muhtelif ağaçların altına düşen yağışları ölçebildiklerinden, meşcere tepe kapalılığına ait daha iyi ortalama değerleri aksettirebilen ölçme teknelerini verdiği sonuçlar daha doğru olarak kabul edilmelidir.

c) Çok değişik miktarlarda olan bu münferit sonuçlara göre tepe çatısında tutulan hakiki yağış miktarı hakkında bir hüküm vermek mümkün değildir. İleri de görüleceği üzere aylık ortalama değerler bu hususta daha tatmin edicidir.

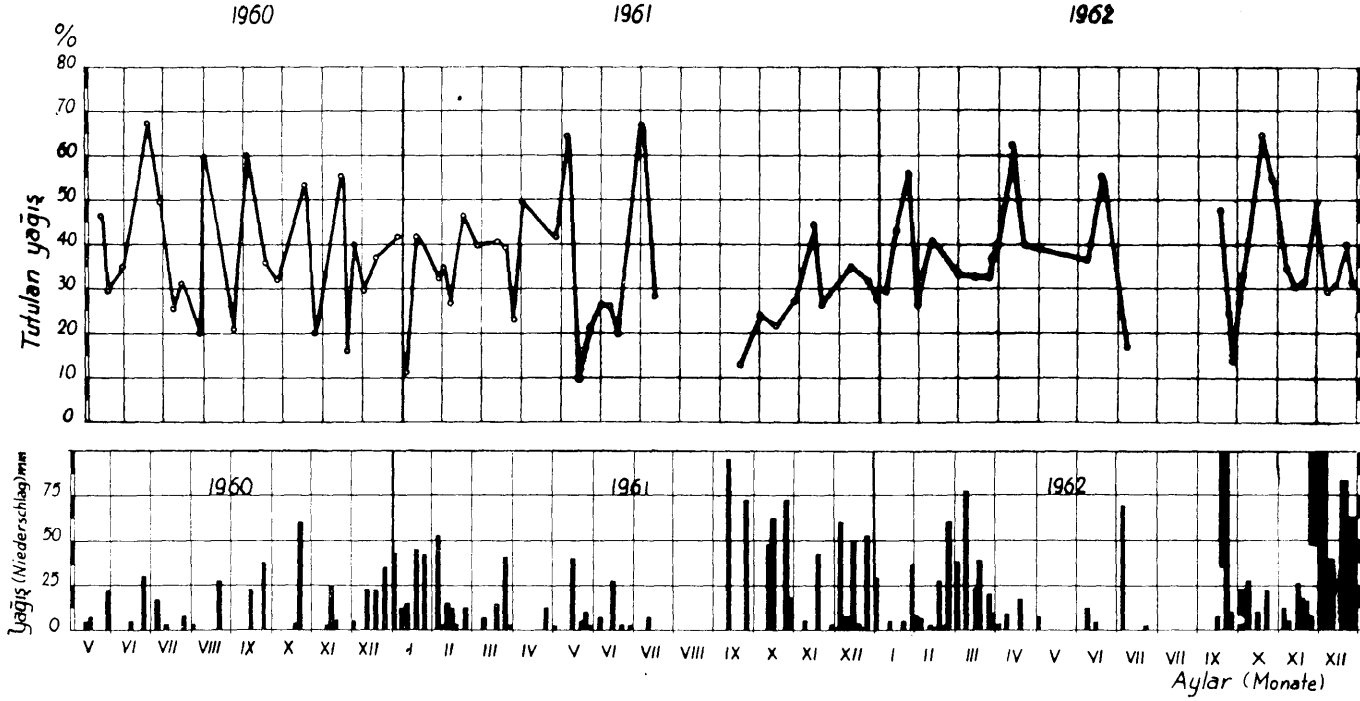
d) Yaz ve kış mevsiminde tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarları Karaçam meşceresinde fark göstermemekte. Kayın ve Meşe meşcerelerinde ise aşağıda belirtildiği gibi muayyen bir nispette fark göstermektedir:

Üç yıllık ölçme sonuçlarının ortalamasına göre tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarı (çıplak sahaya düşen yağışın % si olarak)

| | Y a z ı n (Mayıs-Ekım) | K ı ş ı n (Kasım-Nisan) |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|
| Karaçam meşceresinde | 67 | 67 |
| Kayın meşceresinde | 64 | 72 |
| Meşe meşceresinde | 66 | 74 |

Tepe çatısında tutulan yağış

KARAÇAM (Schwarzkiefer)



Grafik (Fig.) 1.

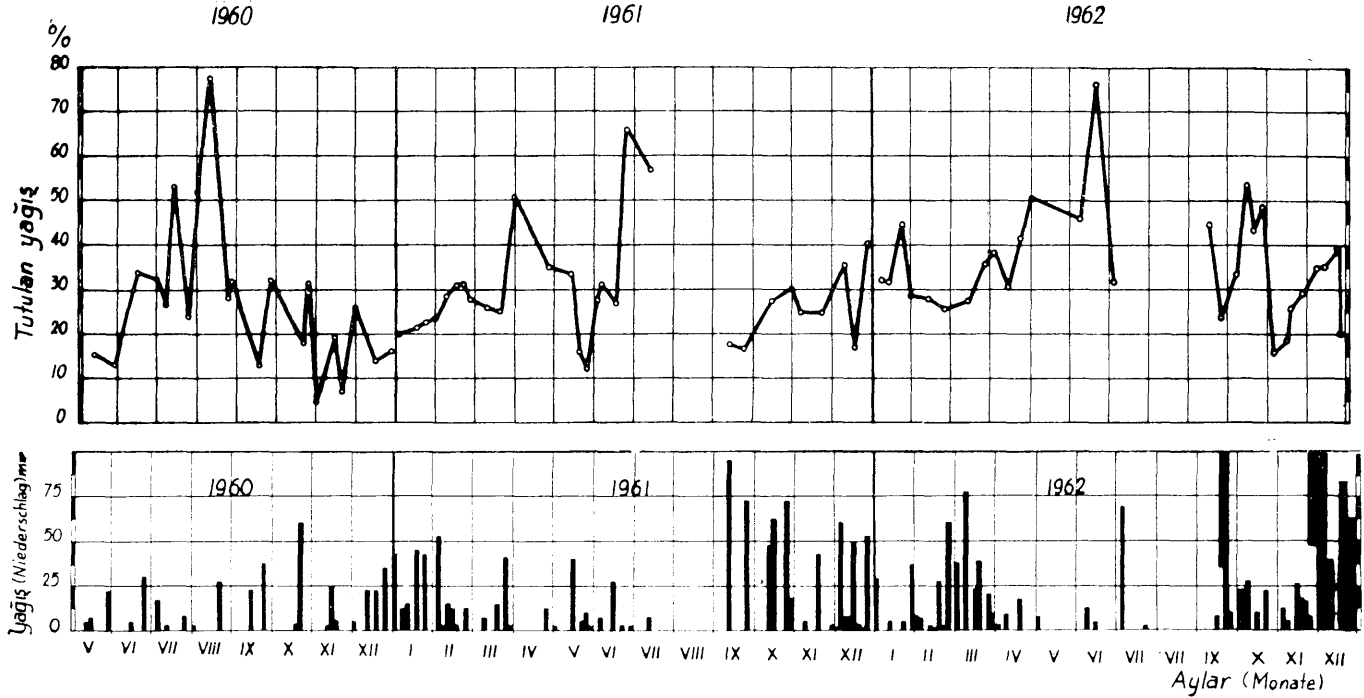
Karaçam meşeresinin tepe çatısında tutulan yağış miktarının münferit yağışlara göre değişimi (Ölçme teknelerine göre). Niederschlagszurückhaltung in Kiefernbestand, welche nach der Niederschlagsmengen, die durch das Kronendach tropfen, berechnet wurde (Mittelwerte von 2 Messwannen).

Tepe çatısında tutulan yağış

KAYIN (Buche)

48

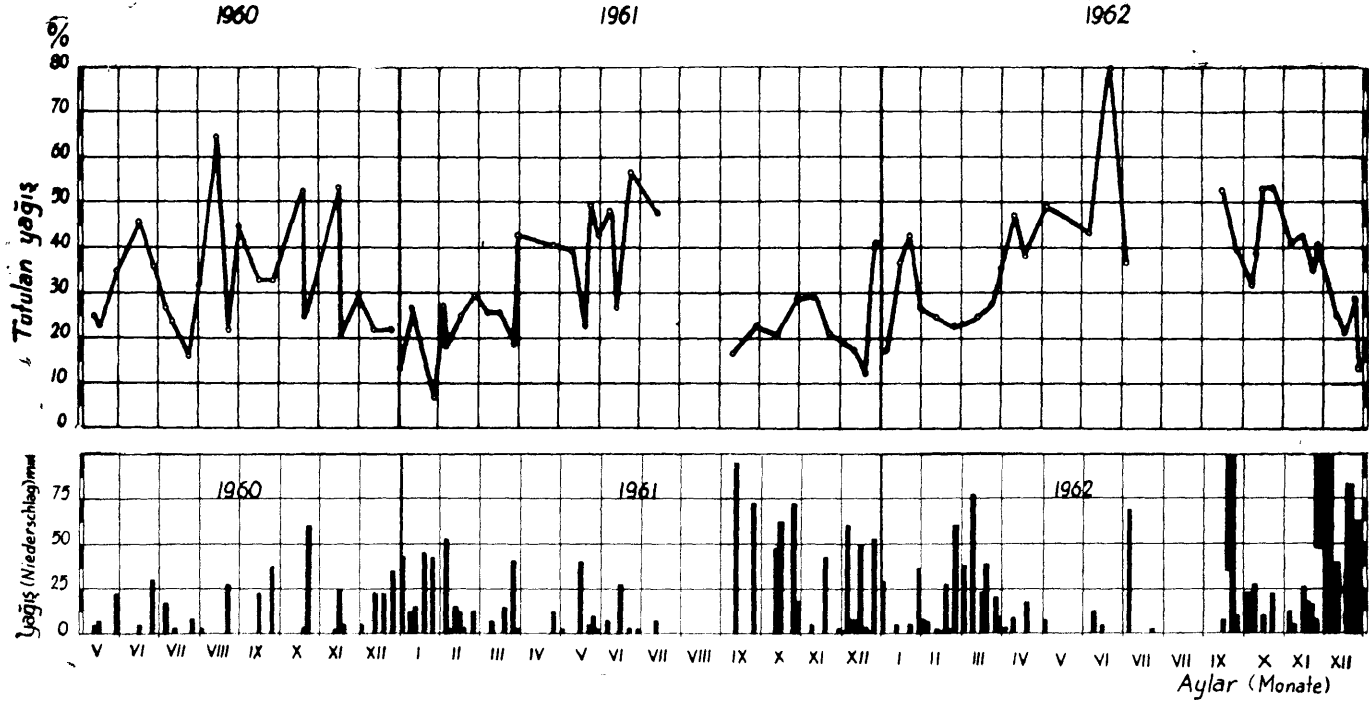
N. ÇEPTEL



Grafik (Fig.) 2

Kayın meşçeresinin tepe çatısında tutulan yağış miktarının münferit yağışlara göre değişimi (Ölçme teknelerine göre). Niederschlagszurückhaltung im Buchenbestand, welche nach der Niederschlagsmengen, die durch Kronendach tropfen, berechnet wurde (Mittelwerte von 2 Messwannen).

TEPE ÇATISINDA TUTULAN YAĞIŞ MEŞE (EICHE)



Grafik (Fig.) 3.

Meşe meşceresinin tepe çatısında tutulan yağış miktarının münferit yağışlara göre değişimi (Ölçme teknelerine göre). Niederschlagszurückhaltung im Eichenbestand, welche nach der Niederschlagsmengen, die durch das Kronendach tropfen, berechnet wurde (Mittelwerte von 2 Messwannen).

e) Tepe çatısında nüfuz eden yağış miktarına diğer faktörler meydana bilhassa yağış miktarı ve süresi tesir etmektedir.

2. Gövdeden akış miktarı :

Orman toprağına varan yağış miktarının bir kısmını da ağaç gövdelerinden akarak aşağı inen sular teşkil etmektedir. Bilhassa yapraklı ağaçlarda gövdeden akarak toprağına varan su miktarı ihmal edilemeyecek kadar çoktur. Bu miktarın ağaç türlerine göre nasıl değiştiğini tespit edebilmek ve bilhassa intersepsiyonun gerçek değerini hesaplayabilmek için araştırmamızda da gövdeden akış ölçmeleri yapılarak her deneme sahasına ait tespitler ayrı ayrı tablolarla belirtilmiştir. Bunlara bir misâl olmak üzere Kayın meşceresindeki deneme sahasında yapılan gövdeden akış ölçmelerinin sonuçlarını gösteren bir tablo burada verilmiştir (Tablo 2a ve 2b). Her üç meşcerede ağaç sayısı metoduna göre hesaplanarak bulunan gövdeden akış % lerine ait sonuçlar toplu olarak bir grafik üzerinde ifade edilmişlerdir (Grafik 4.). Yapılan tespitlerden anlaşıldığına ve bu grafikte görüleceği üzere:

a) Gövdeden akış miktarları üç ağaç türünde farklıdır.

b) Münferit yağışlardan sonra tespit edilen gövdeden akışlar arasındaki farklar, tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarları arasındaki farklara nazaran daha azdır. Nitekim münferit yağışlara göre tespit edilen gövdeden akış % si Karaçam meşceresinde % 0-8, Kayın ve Meşe meşceresinde % 0 - 32 arasında değişmektedir. Halbuki tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarı % 20-80 arasında değişmektedir.

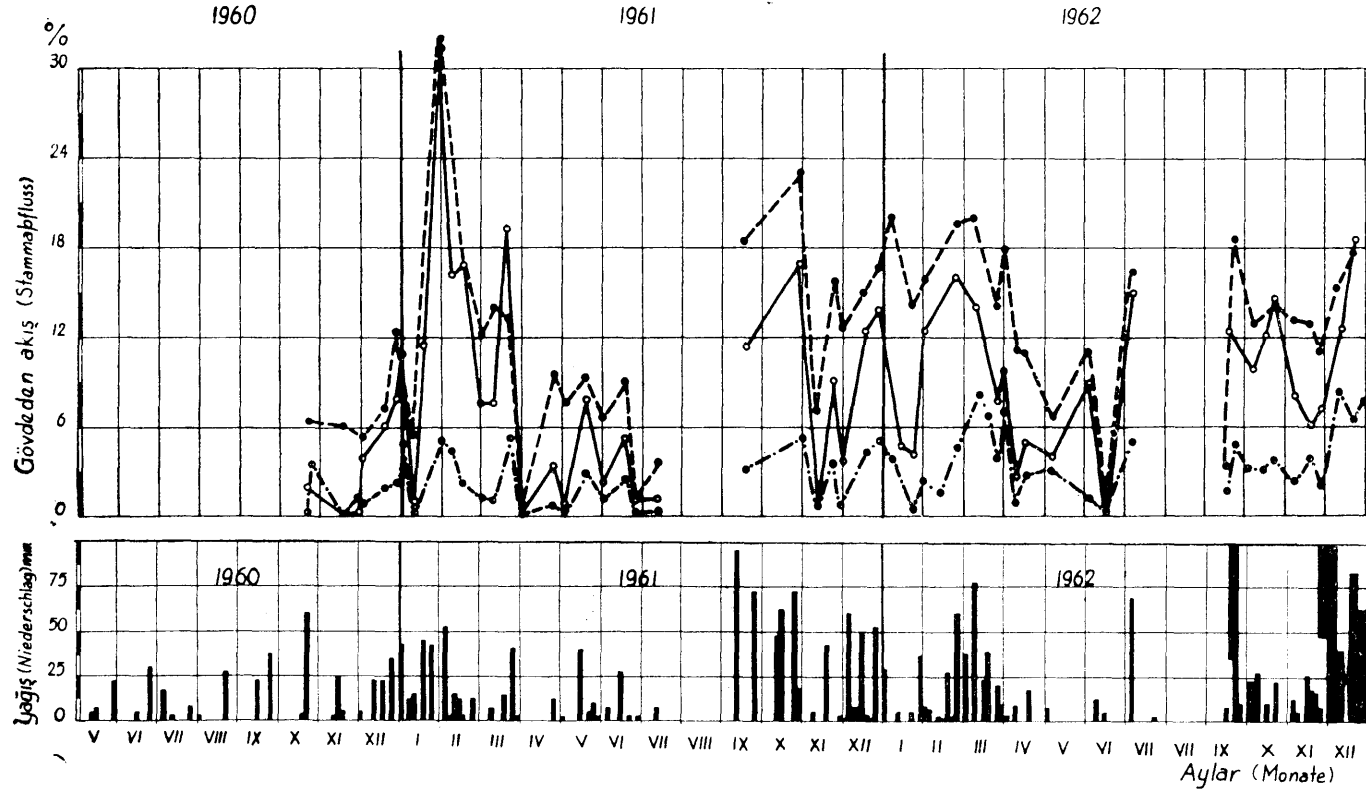
c) Gövdeden akışın meydana gelebilmesi için Karaçam ve Meşe meşceresinde asgari 5-7 mm lik bir yağış, Kayın meşceresinde ise 1.5-2.0 mm. lik bir yağış vukua gelmelidir. Gövdeden akışın miktarı, yağışa bağlı olduğu gibi, ağacın kabuk kalınlığına, dalların gövdeye bitişme açılarına ve uçlarındaki eğilim açılarına, tepe tacı büyüklüğüne de bağlıdır.

d) En yüksek gövdeden akış miktarları devamlı siklonik yağışlarla meydana gelmektedir:

| | | Gövdeden akış (litre) | | | | | | | | |
|-----------|--------|-----------------------|----|----|---------|----|----|-----------|-----|-----|
| | | Deneme Ağaçları | | | | | | | | |
| | | Ç a m | | | M e ş e | | | K a y ı n | | |
| Y a ğ ı ş | Devamı | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 51.0 mm. | 4 Gün | 13 | 23 | 5 | 76 | 57 | 9 | 230 | 212 | 91 |
| 90.0 mm. | 5 Gün | 26 | 42 | 10 | 102 | 93 | 23 | 290 | 315 | 158 |
| 140.0 mm. | 4 Gün | 42 | 62 | 24 | 140 | 88 | 25 | 560 | 640 | 244 |

Göveden akış (Stammabfluss)

- Fagus orientalis
- Quercus dcharochensis
- .- Pinus nigra



Grafik (Fig.) 4.

Karaçam, Kayın ve Meşe meşcerelerinde göveden akış
Stammabfluss in Buchen—, Eichen— und Kiefernbeständen.

Handwritten signature or initials.

Gerek bu rakkamlardan, gerekse 4 No. lu grafiğin incelenmesinden anlaşılacağı üzere gövdeden akış, yağış miktarı ile artmaktadır.

e) İki yıllık ortalamaya göre Kayın için gövdeden akış % 15, Meşe için % 13, Karaçam için % 4 tespit edilmiştir.

f) Meşceredeki ağaçların tepe tacı sahaları ile gövdeden akıttıkları yağış suyu miktarı arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Fakat dallanma durumu aynı olmak şartıyla göğüs çapları ile gövdeden akan yağış miktarı arasında belirli bir bağıntı tespit edilmiştir.

3. *İntersepsiyon ve orman toprağına varan total yağış miktarı :*

Bundan evvelki bahislerde meşcere tepe çatısından nüfuz eden ve gövdeden akan yağış miktarları ayrı ayrı incelendi. Bunların ikisi birden nazarı itibare alırsa o zaman muhtelif meşcerelere ait intersepsiyon münasebetleri hakkında bir bilgi sahibi olunur. Bu hususta toplu bir görüş sağlamak amacı ile araştırmamızda tespit edilen sonuçlar aylara ve yıllara göre hesaplanarak bir arada gösterilmiştir (Tablo 3, 4 ve 5). Adı geçen tablolardaki değerlere dayanarak grafikler çizilmiş böylece tetkik kolaylığı sağlanmıştır (Grafik 5, 6, 7). Bu tablo ve grafiklerden anlaşılacağı üzere 2 yıllık ortalamaya göre, Karaçam meşceresinde intersepsiyon yıllık yağışın yuvarlak olarak % 26 sını, Kayın meşceresinde % 12 sini, Meşe meşceresinde de % 13 ünü teşkil etmektedir.

4. *Evaporasyon sonuçları :*

Meşcere altında ve meşcere dışında serbest su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma sonuçları 6 no. lu tablo ile Grafik 8 ve 9 da topluca görülmektedir.

Yukarıda adı geçen tablo ve grafiklerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere buharlaşma çıplak arazide, orman altına nazaran 3-6 defa daha fazladır. Temmuz ve Ağustos aylarında buharlaşma en yüksek miktarına ulaşmaktadır. Bazı deneme sahalarında münferit aylar arasında buharlaşma bakımından farklar % 1200 ü bulmaktadır. Bu hususta yaptığımız tespitlere göre Belgrad Ormanı'ndaki 7 tane su bendinden bir yaz mevsiminde 167.000 metreküp su buharlaşmaktadır.

5. *Toprak rutubeti ölçmeleri :*

Bütün yıl boyunca alçı bloklar vasıtasıyla yapılan toprak rutubeti ölçmelerine ait sonuçları daha iyi gösterebilmek için 10, 11, 12, 13, ve 14. nolu grafikler çizilmiştir.

T a b l o (Tabelle) : 3

Karaçam meşceresinde orman toprağına varan aylık ve yıllık yağış miktarları ile intersepsiyon nisbetleri

Niederschlag und Interception in Schwarzkeifernbestand

| Tarih Datum | Yağış Nieder- schlag | Tepe çatısından damlayan | | Gövdeden akan | | Orman toprağına varan | | İntersepsiyon | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------|---------------|------|--|-------|---------------|-------|-----|
| | | Durch das Kronendach tropfend | | Stammabfluss | | Gesamtmenge, die durch das Kronendach dringt | | Interception | | |
| | | mm. | % | mm. | % | mm. | % | mm. | % | mm. |
| 1961 | | | | | | | | | | |
| Ocak (J) | 188.2 | 74.0 | 139.2 | 3.8 | 7.2 | 77.8 | 146.4 | 22.2 | 41.8 | |
| Şubat (F) | 84.3 | 67.0 | 56.5 | 3.5 | 3.0 | 70.5 | 39.5 | 29.5 | 24.8 | |
| Mart (M) | 82.0 | 66.0 | 54.1 | 3.3 | 2.7 | 69.3 | 56.8 | 30.7 | 25.2 | |
| Nisan (A) | 10.3 | 56.0 | 5.8 | 0.6 | 0.0 | 56.6 | 5.9 | 43.4 | 4.4 | |
| Mayıs (M) | 66.3 | 73.0 | 48.4 | 2.2 | 1.4 | 75.2 | 49.8 | 24.8 | 16.5 | |
| Haziran (J) | 38.4 | 76.0 | 29.0 | 2.0 | 0.8 | 78.0 | 29.8 | 22.0 | 8.6 | |
| Temmuz (J) | 5.9 | 67.0 | 3.9 | 1.3 | 0.1 | 68.3 | 4.0 | 31.7 | 1.9 | |
| Ağustos (A) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Eylül (S) | 166.4 | 81.0 | 134.8 | 3.0 | 5.0 | 84.0 | 139.8 | 16.0 | 26.6 | |
| Ekim (O) | 196.4 | 75.0 | 147.3 | 5.3 | 10.4 | 80.3 | 157.7 | 19.7 | 38.7 | |
| Kasım (N) | 52.6 | 70.0 | 36.8 | 2.8 | 1.5 | 72.8 | 38.3 | 27.2 | 14.3 | |
| Aralık (D) | 193.3 | 68.0 | 131.4 | 4.0 | 7.7 | 72.0 | 139.1 | 28.0 | 54.2 | |
| Yıllık Jährlich | 1084.1 | 72.6 | 787.2 | 3.7 | 39.8 | 76.3 | 827.1 | 23.7 | 257.0 | |
| 1962 | | | | | | | | | | |
| Ocak (J) | 79.3 | 68.0 | 54.0 | 3.0 | 2.3 | 71.0 | 56.3 | 29.0 | 23.0 | |
| Şubat (F) | 109.4 | 64.0 | 70.0 | 4.0 | 4.4 | 68.0 | 74.4 | 32.0 | 35.0 | |
| Mart (M) | 204.9 | 67.0 | 137.2 | 6.0 | 12.3 | 73.0 | 149.5 | 27.0 | 55.4 | |
| Nisan (A) | 32.5 | 49.2 | 16.0 | 1.8 | 0.6 | 51.0 | 16.6 | 49.0 | 15.9 | |
| Mayıs (M) | 8.0 | 37.5 | 3.0 | 1.2 | 0.1 | 38.7 | 3.1 | 61.3 | 4.9 | |
| Haziran (J) | 17.5 | 52.5 | 9.2 | 2.1 | 0.3 | 54.6 | 9.5 | 45.4 | 8.0 | |
| Temmuz (J) | 72.2 | 76.0 | 54.9 | 5.0 | 3.6 | 81.0 | 58.5 | 19.0 | 13.7 | |
| Ağustos (A) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Eylül (S) | 186.4 | 70.8 | 132.0 | 4.5 | 8.3 | 75.3 | 140.3 | 24.7 | 46.1 | |
| Ekim (O) | 102.9 | 61.3 | 63.1 | 2.8 | 2.8 | 64.1 | 65.9 | 35.9 | 37.0 | |
| Kasım (N) | 81.9 | 61.0 | 50.4 | 2.4 | 2.0 | 63.4 | 52.4 | 36.6 | 29.5 | |
| Aralık (D) | 412.0 | 65.0 | 267.8 | 7.0 | 28.8 | 72.0 | 296.6 | 28.0 | 115.3 | |
| Yıllık Jährlich | 1307.0 | 65.6 | 857.4 | 5.0 | 65.5 | 70.6 | 922.7 | 29.4 | 384.2 | |

T a b l o (Tabelle) : 4

Kayın meşceresinde orman toprağına varan aylık ve yıllık yağış miktarı ile
intersepsiyon nisbetleri

Niederschlag und Interception in Buchenbestand

| Tarih Datum | Yağış Nieder- schlag | Tepe çatısından damlayan | | Gövdeden akan | | Orman toprağına varan | | İntersepsiyon | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------|---------------|-------|--|--------|---------------|-------|-----|
| | | Durch das Kronendach tropfend | | Stammabfluss | | Gesamtmenge, die durch das Kronendach dringt | | Interception | | |
| | | mm. | % | mm. | % | mm. | % | mm. | % | mm. |
| 1961 | | | | | | | | | | |
| Ocak (J) | 186.4 | 79.0 | 147.2 | 13.5 | 25.2 | 92.5 | 172.4 | 7.5 | 14.0 | |
| Şubat (F) | 82.8 | 70.0 | 58.0 | 17.0 | 14.0 | 87.0 | 72.0 | 13.0 | 10.8 | |
| Mart (M) | 84.1 | 67.0 | 56.4 | 13.0 | 10.9 | 80.0 | 67.3 | 20.0 | 16.8 | |
| Nisan (A) | 11.8 | 63.0 | 7.4 | 9.0 | 1.1 | 72.0 | 8.5 | 28.0 | 3.3 | |
| Mayıs (M) | 73.7 | 80.0 | 58.9 | 9.3 | 6.9 | 89.3 | 65.8 | 10.7 | 7.9 | |
| Haziran (J) | 39.2 | 70.0 | 27.4 | 7.3 | 2.6 | 77.3 | 30.2 | 22.7 | 9.0 | |
| Temmuz (J) | 6.0 | 40.0 | 2.4 | 3.7 | 0.2 | 43.7 | 2.6 | 56.3 | 3.4 | |
| Ağustos (A) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Eylül (S) | 157.5 | 81.0 | 127.5 | 18.0 | 28.4 | 99.0 | 155.9 | 1.0 | 1.6 | |
| Ekim (O) | 195.5 | 71.0 | 138.8 | 23.0 | 44.9 | 94.0 | 183.7 | 6.0 | 11.8 | |
| Kasım (N) | 53.2 | 72.0 | 38.3 | 14.7 | 7.8 | 86.7 | 46.1 | 13.3 | 7.1 | |
| Aralık (D) | 182.7 | 71.0 | 129.7 | 15.5 | 28.3 | 86.5 | 158.0 | 13.5 | 24.7 | |
| Yıllık Jährlich | 1072.9 | 74.0 | 792.0 | 16.0 | 170.5 | 90.0 | 962.5 | 10.0 | 110.4 | |
| 1962 | | | | | | | | | | |
| Ocak (J) | 73.3 | 69.0 | 54.0 | 16.0 | 12.5 | 85.0 | 66.5 | 15.0 | 11.8 | |
| Şubat (F) | 106.6 | 75.0 | 80.0 | 17.0 | 18.1 | 92.0 | 98.1 | 8.0 | 8.5 | |
| Mart (M) | 191.5 | 71.0 | 135.2 | 22.0 | 42.0 | 93.0 | 177.2 | 7.0 | 14.3 | |
| Nisan (A) | 34.1 | 60.7 | 20.7 | 11.0 | 3.7 | 71.8 | 24.4 | 28.2 | 9.7 | |
| Mayıs (M) | 11.5 | 48.6 | 5.6 | 6.3 | 0.7 | 54.9 | 6.3 | 45.1 | 5.2 | |
| Haziran (J) | 18.8 | 45.2 | 8.5 | 8.1 | 1.5 | 53.3 | 10.0 | 46.7 | 8.8 | |
| Temmuz (J) | 83.2 | 68.2 | 56.8 | 16.0 | 13.3 | 84.2 | 70.1 | 15.8 | 13.1 | |
| Ağustos (A) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Eylül (S) | 160.0 | 80.6 | 129.0 | 17.4 | 27.8 | 98.0 | 156.8 | 2.0 | 3.2 | |
| Ekim (O) | 101.2 | 57.0 | 57.7 | 12.0 | 12.0 | 69.0 | 69.7 | 31.0 | 31.5 | |
| Kasım (N) | 37.1 | 75.8 | 67.0 | 11.0 | 9.6 | 86.8 | 76.6 | 13.2 | 10.5 | |
| Aralık (D) | 379.5 | 66.8 | 253.5 | 17.0 | 64.5 | 83.0 | 318.0 | 16.2 | 61.4 | |
| Yıllık Jährlich | 1251.8 | 69.4 | 868.0 | 16.4 | 205.7 | 85.8 | 1073.7 | 14.2 | 178.1 | |

T a b l o (Tabelle) : 5

Meşe meşceresinde orman toprağına varan aylık ve yıllık yağış miktarları ile
intersepsiyon nisbetleri

Niederschlag und Interceptionsmessungen in Eichenbestand

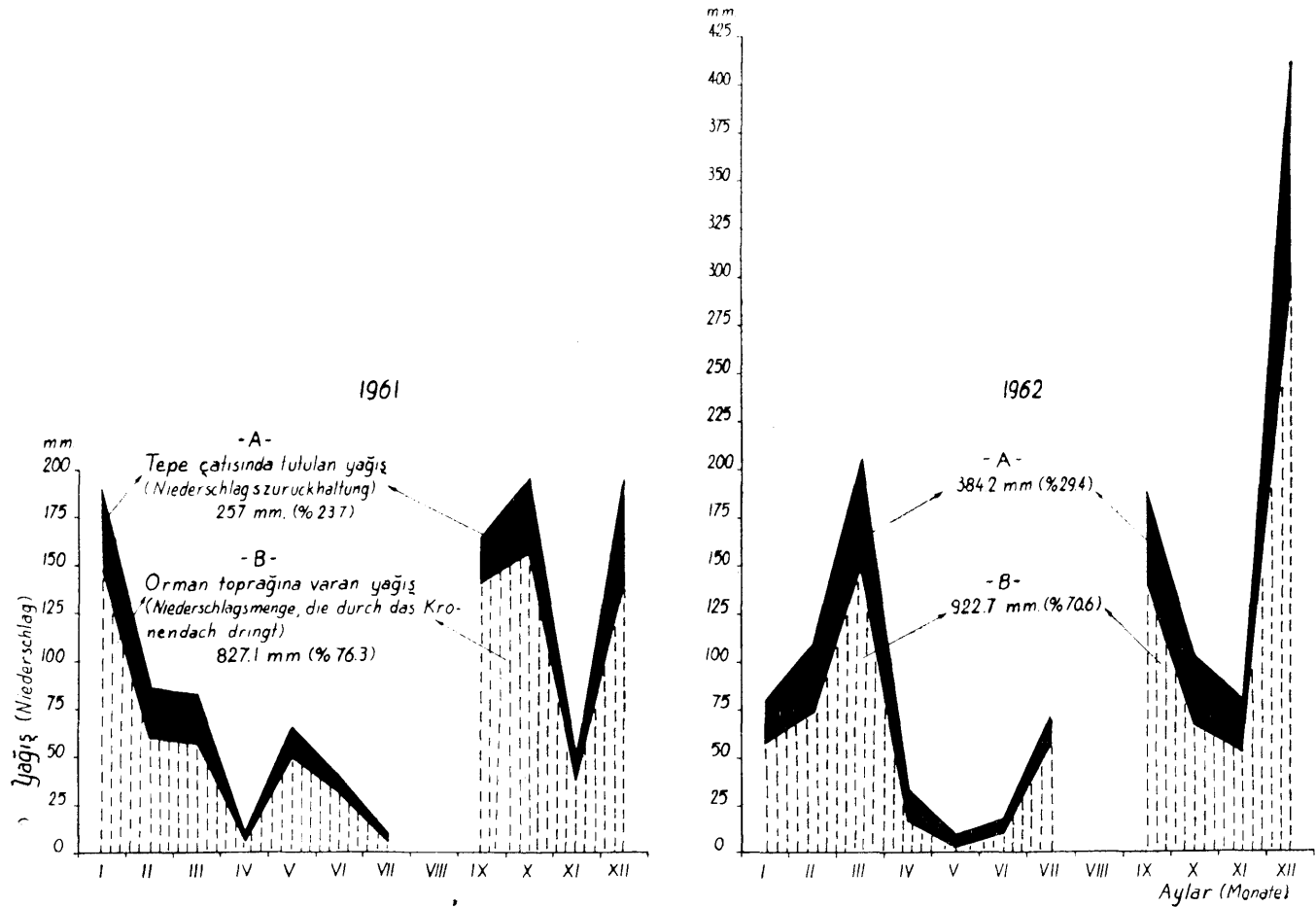
| Tarih Datum | Yağış Nieder- schlag | Tepe çatısından damlayan | | Gövdeden akan | | Orman toprağına varan | | İntersepsiyon | | |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------|------|---------------|------|--|------|---------------|------|-------|
| | | Durch das Kronendach tropfend | | Stammabfluss | | Gesamtmenge, die durch das Kronendach dringt | | Interception | | |
| | | mm. | % | mm. | % | mm. | % | mm. | % | |
| 1961 | | | | | | | | | | |
| Ocak | (J) | 181.2 | 86.0 | 156.2 | 13.3 | 24.0 | 99.3 | 180.2 | 0.7 | 1.0 |
| Şubat | (F) | 75.4 | 78.0 | 59.6 | 16.0 | 12.0 | 94.0 | 71.6 | 6.0 | 3.8 |
| Mart | (M) | 76.4 | 75.0 | 57.3 | 11.8 | 8.0 | 86.8 | 65.3 | 13.2 | 11.1 |
| Nisan | (A) | 11.5 | 58.0 | 6.5 | 3.4 | 0.4 | 59.4 | 6.9 | 40.6 | 4.6 |
| Mayıs | (M) | 70.7 | 65.0 | 46.4 | 5.1 | 3.7 | 70.1 | 50.1 | 29.9 | 20.6 |
| Haziran | (J) | 36.1 | 65.0 | 22.9 | 3.7 | 1.3 | 68.7 | 24.3 | 31.3 | 11.8 |
| Temmuz | (J) | 5.4 | 52.0 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 52.0 | 2.8 | 48.0 | 2.6 |
| Ağustos | (A) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Eylül | (S) | 146.1 | 80.0 | 117.0 | 12.2 | 17.3 | 92.2 | 134.0 | 7.8 | 12.1 |
| Ekim | (O) | 179.8 | 75.0 | 135.0 | 16.7 | 30.0 | 91.7 | 165.0 | 8.3 | 14.8 |
| Kasım | (N) | 52.1 | 77.0 | 40.3 | 7.5 | 3.8 | 84.5 | 44.1 | 15.5 | 8.0 |
| Aralık | (D) | 166.7 | 82.0 | 136.0 | 17.0 | 28.0 | 99.0 | 164.0 | 1.0 | 2.7 |
| Yıllık | | | | | | | | | | |
| Jährlich | | 1001.4 | 78.0 | 780.0 | 12.8 | 128.5 | 90.8 | 908.5 | 9.2 | 91.9 |
| 1962 | | | | | | | | | | |
| Ocak | (J) | 73.4 | 74.0 | 54.1 | 10.5 | 7.5 | 84.5 | 61.5 | 15.5 | 11.8 |
| Şubat | (F) | 101.8 | 77.0 | 78.7 | 14.0 | 14.0 | 91.0 | 95.7 | 9.0 | 8.1 |
| Mart | (M) | 183.1 | 73.0 | 133.5 | 12.5 | 23.0 | 85.5 | 156.5 | 14.5 | 26.6 |
| Nisan | (A) | 33.7 | 56.6 | 19.1 | 4.0 | 1.3 | 60.4 | 20.4 | 39.6 | 13.3 |
| Mayıs | (M) | 12.7 | 50.0 | 6.4 | 1.3 | 0.1 | 51.3 | 6.5 | 48.7 | 6.2 |
| Haziran | (J) | 17.8 | 45.5 | 8.1 | 6.6 | 1.2 | 52.1 | 9.3 | 47.9 | 8.5 |
| Temmuz | (J) | 71.5 | 63.7 | 45.6 | 15.0 | 10.7 | 78.7 | 56.5 | 21.3 | 15.2 |
| Ağustos | (A) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Eylül | (S) | 154.2 | 75.2 | 115.7 | 9.3 | 14.3 | 84.3 | 130.0 | 15.7 | 24.2 |
| Ekim | (O) | 95.4 | 59.6 | 56.9 | 9.5 | 9.0 | 69.0 | 65.9 | 31.0 | 29.5 |
| Kasım | (N) | 88.1 | 60.1 | 52.5 | 6.5 | 5.7 | 66.6 | 58.2 | 33.4 | 29.9 |
| Aralık | (D) | 354.6 | 78.0 | 276.5 | 18.0 | 63.8 | 96.0 | 340.3 | 4.0 | 14.3 |
| Yıllık | | | | | | | | | | |
| Jährlich | | 1186.3 | 71.4 | 847.1 | 12.7 | 150.6 | 84.1 | 997.7 | 15.6 | 182.6 |

T a b l o (Tabelle) : 6

Evaporasyon (buharlaşma) ölçmelerine ait sonuçların aylık ortalama değerleri (Buharlaşma ayda bir metre-kare su yüzeyinden mm. olarak)
Durchschnittliche Werte der Evaporationsmessungen (mm. pro. monat)

| Ölçme tarihleri Messdatum | 1 Metrekare serbes su yüzeyinden buharlaşma (mm. olarak) Evaporation mm. m ² | | | | | |
|------------------------------|--|-------------------------|---|-------------------------|--|-------------------------|
| | Çam deneme sahası Versuchsfläche von Kiefer | | Meşe deneme sahası Versuchsfläche von Eiche | | Kayın deneme sahası Versuchsfläche von Euche | |
| | Meşcere altı Unter dem Bestand | Açık saha Freifläche | Meşcere altı Unter dem Bestand | Açık saha Freifläche | Meşcere altı Unter dem Bestand | Açık saha Freifläche |
| | | | | | | |
| 1960 | | | | | | |
| Mayıs (M) | 18.6 | 93.0 | 24.8 | 117.8 | 12.4 | 117.8 |
| Haziran (J) | 24.0 | 84.0 | 27.0 | 111.0 | 18.0 | 111.0 |
| Temmuz (J) | 21.7 | 105.4 | 24.8 | 108.5 | 15.5 | 117.8 |
| Ağustos (A) | 27.9 | 102.3 | 34.1 | 108.5 | 18.6 | 114.7 |
| Eylül (S) | 30.0 | 66.0 | 33.0 | 66.0 | 18.0 | 72.0 |
| Ekim (O) | 13.6 | 31.0 | 18.6 | 37.2 | 6.2 | 43.4 |
| Kasım (N) | 6.0 | 12.0 | 9.0 | 15.0 | 3.0 | 15.0 |
| Aralık (D) | 3.3 | 12.4 | 9.3 | 9.3 | 6.2 | 9.3 |
| Ortalama Mittelwerte | 19.1 | 63.2 | 22.5 | 63.2 | 12.2 | 74.0 |
| 1961 | | | | | | |
| Mayıs (M) | 18.6 | 71.3 | 21.7 | 74.4 | 12.4 | 89.9 |
| Haziran (J) | 18.0 | 90.0 | 30.0 | 102.0 | 18.0 | 102.0 |
| Temmuz (J) | 24.8 | 111.6 | 37.2 | 105.4 | 21.7 | 127.1 |
| Ağustos (A) | 24.8 | 105.4 | 40.3 | 124.0 | 24.8 | 124.0 |
| Eylül (S) | 18.0 | 54.0 | 27.0 | 57.0 | 15.0 | 75.0 |
| Ekim (O) | 9.3 | 31.0 | 21.7 | 40.3 | 9.3 | 52.7 |
| Kasım (N) | 9.0 | 30.0 | 12.0 | 30.0 | 6.0 | 48.0 |
| Aralık (D) | 15.5 | 24.8 | 12.4 | 24.8 | 6.2 | 34.1 |
| Ortalama Mittelwerte | 17.2 | 64.7 | 25.2 | 70.4 | 14.1 | 81.6 |
| 1962 | | | | | | |
| Mayıs (M) | 31.0 | 114.7 | 37.2 | 102.3 | 18.6 | 114.7 |
| Haziran (J) | 24.0 | 84.0 | 36.0 | 105.0 | 24.0 | 108.0 |
| Temmuz (J) | 27.9 | 105.4 | 46.5 | 120.9 | 21.7 | 130.2 |
| Ağustos (A) | 31.0 | 102.3 | 46.5 | 111.6 | 21.7 | 130.2 |
| Eylül (S) | 42.0 | 81.0 | 49.6 | 93.0 | 33.0 | 117.0 |
| Ekim (O) | 9.3 | 24.8 | 18.6 | 27.9 | 6.2 | 34.1 |
| Ortalama Mittelwerte | 27.5 | 95.3 | 39.0 | 93.4 | 20.8 | 105.7 |

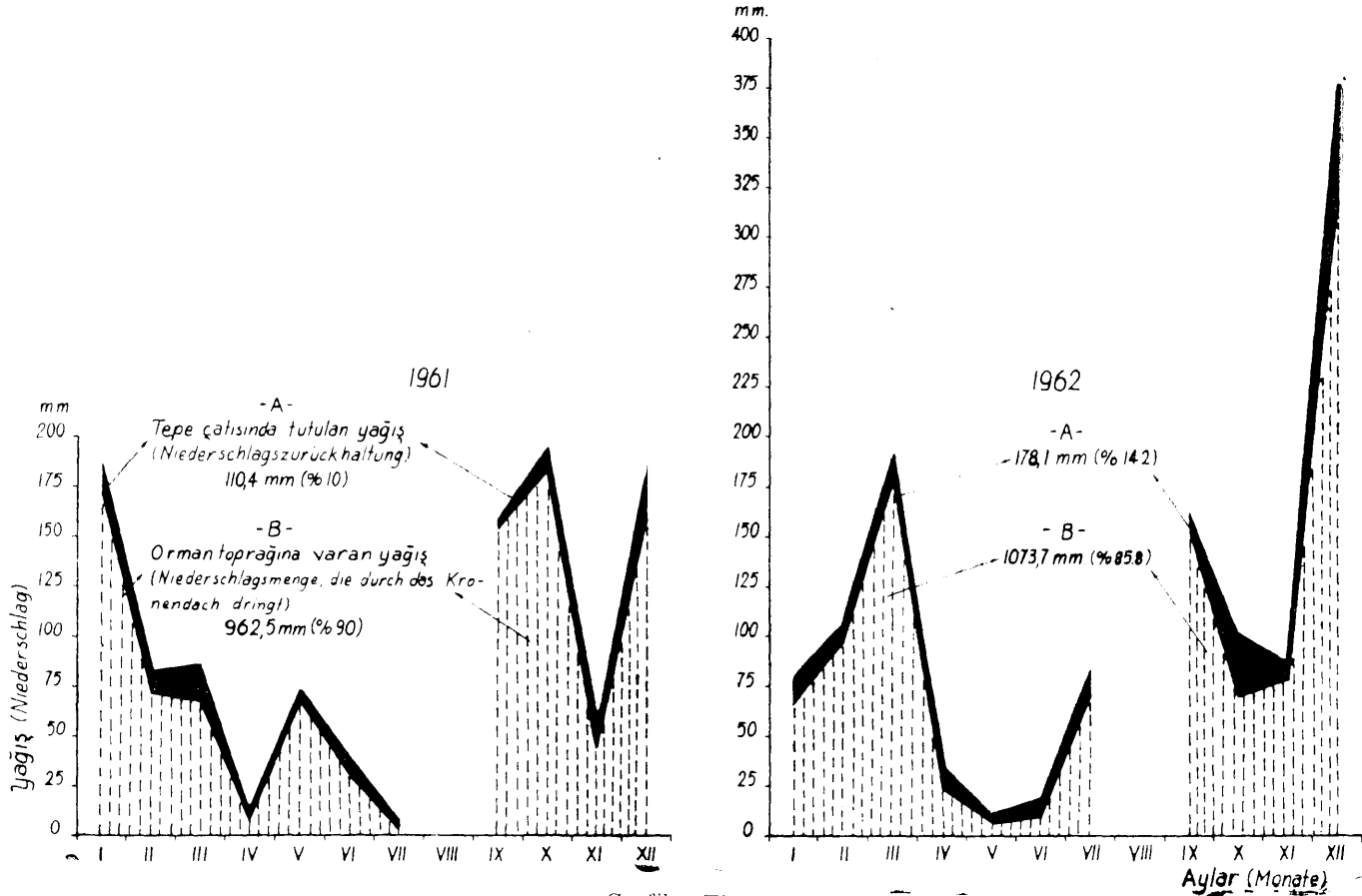
Yağış ve yağış kaybı (Niederschlag und Niederschlagszurückhaltung)
Karaçam (Schwarzkiefer)



Grafik (Fig.) 5

Karaçam meşceresinde intersepsiyon ve orman toprağına varan yağış
Niederschlag und Interception im Schwarzkiefernbestand.

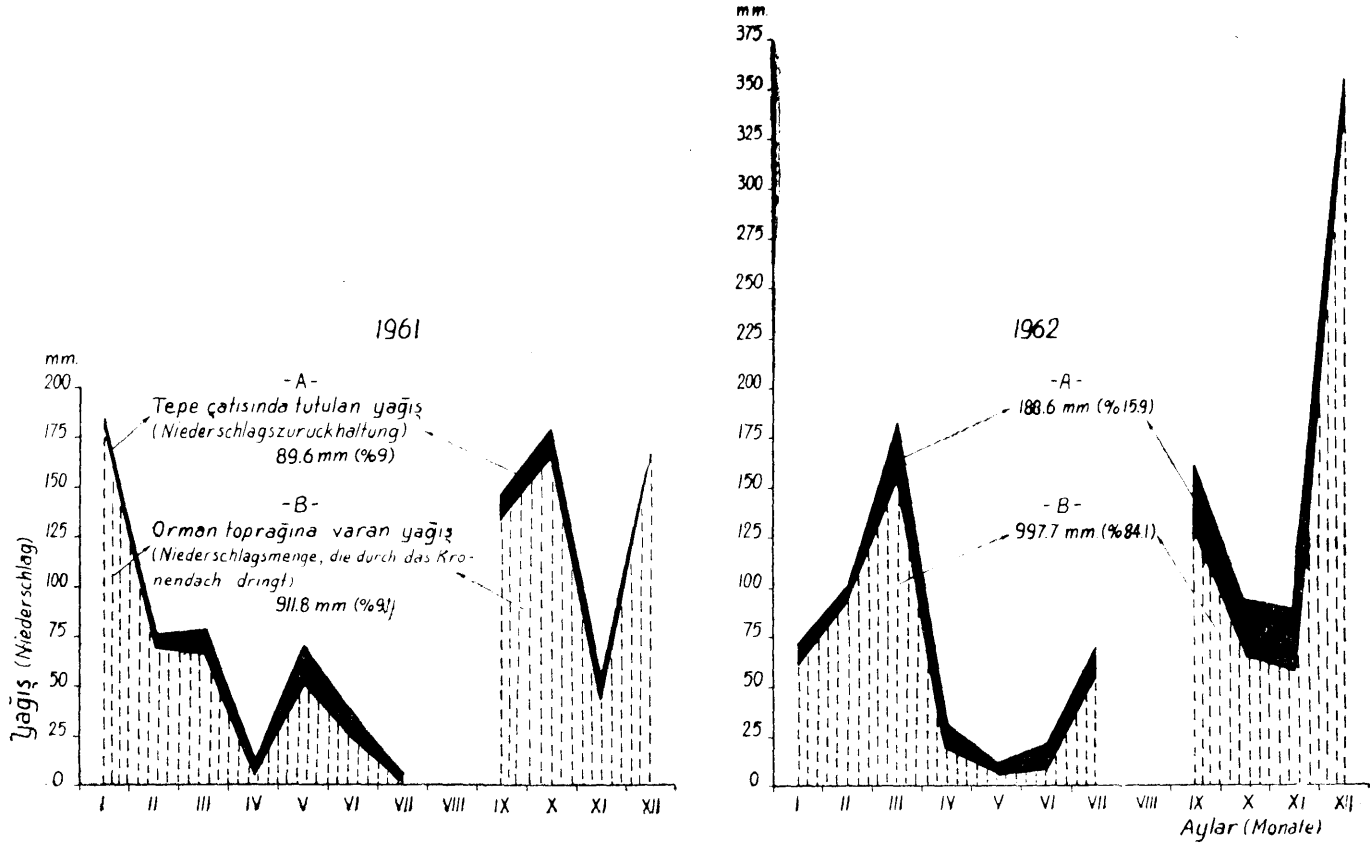
Yağış ve yağış kaybı (Niederschlag und Niederschlagszurückhaltung)
Kayın (Buche)



Grafik (Fig.) 6.

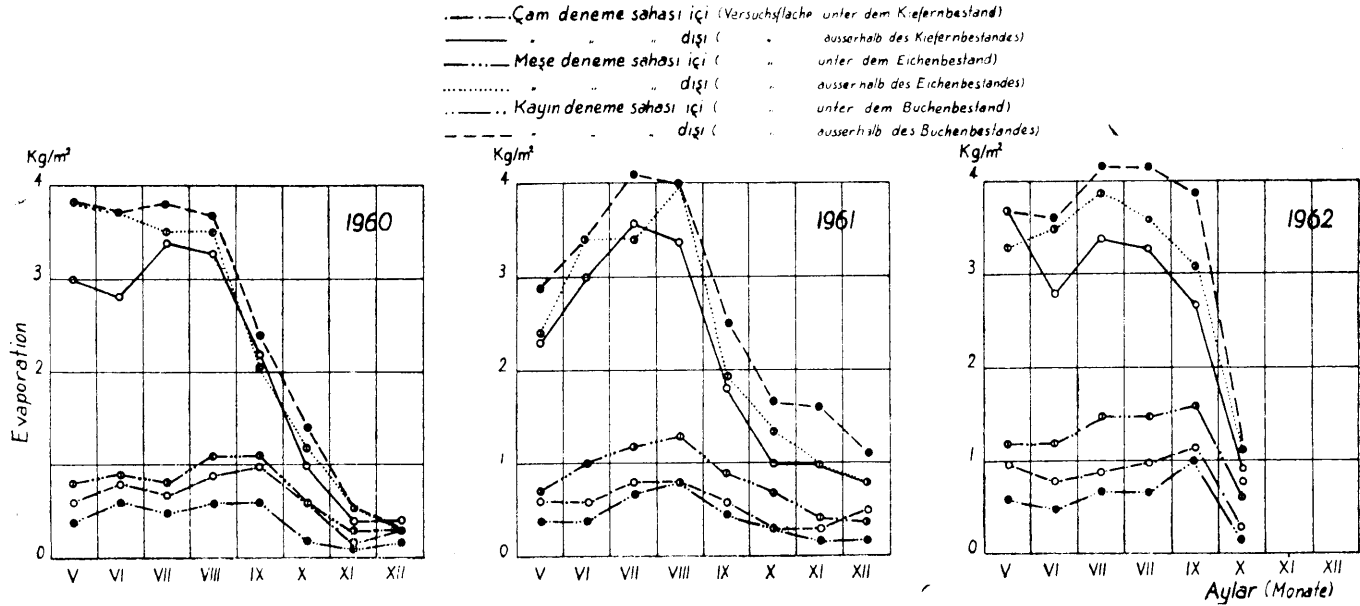
Kayın meseresinde intersepsiyon ve orman toprağına varan yağış miktarı
Niederschlag und Interception im Buchenbestand.

Yağış ve yağış kaybı (Niederschlag und Niederschlagszurückhaltung)
Meşe (Eiche)



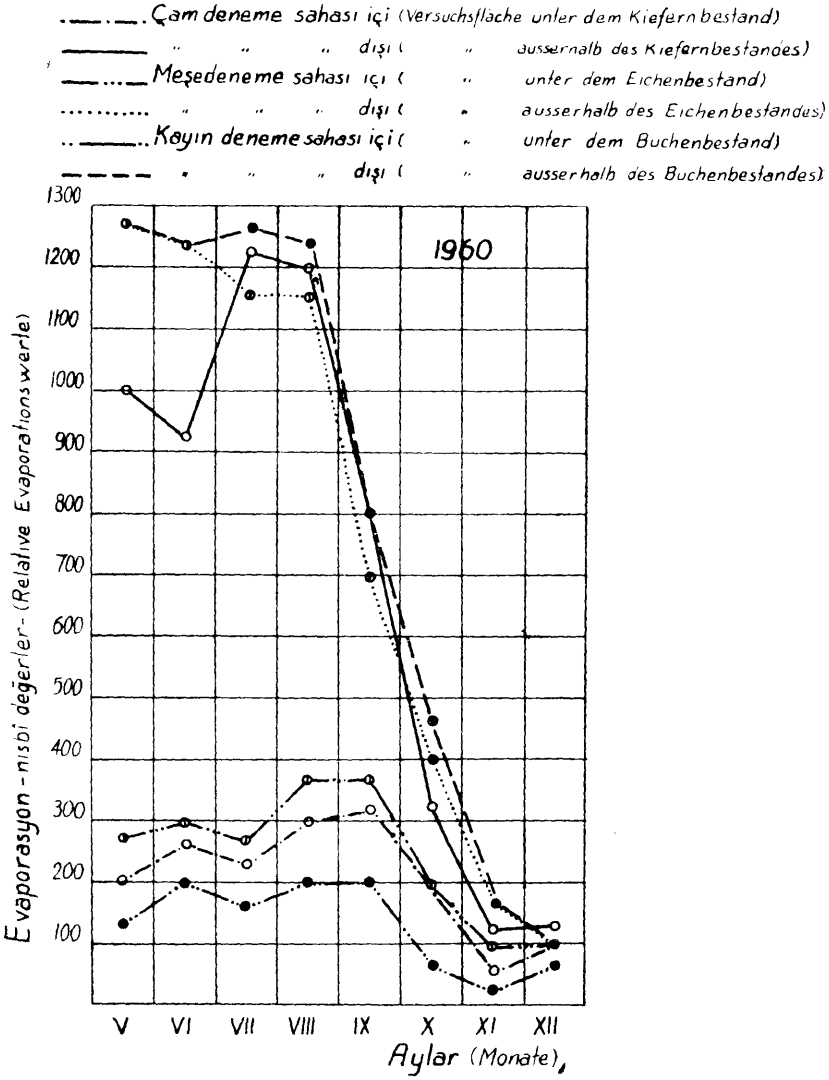
Grafik (Fig.) 7.
Meşe mesceresinde intersepsiyon ve orman toprağına varan yağış miktarı,
Niederschlag und Interception im Eichenbestand.

EVAPORATION



Grafik (Fig.) 8.

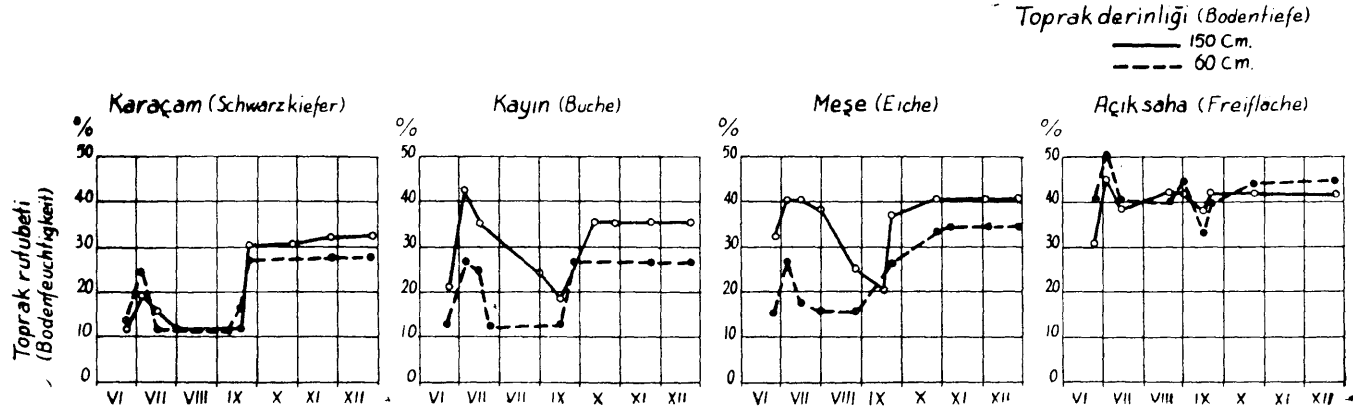
Buharlaşma (evaporasyon) ölçmelerine ait aylık ortalama değerler (günde 1 metrekare serbes su yüzünden Kg, olarak)
 Durchschnittliche Werte der Evaporationsmessungen (1kg/qm).



Grafik (Fig.) 9

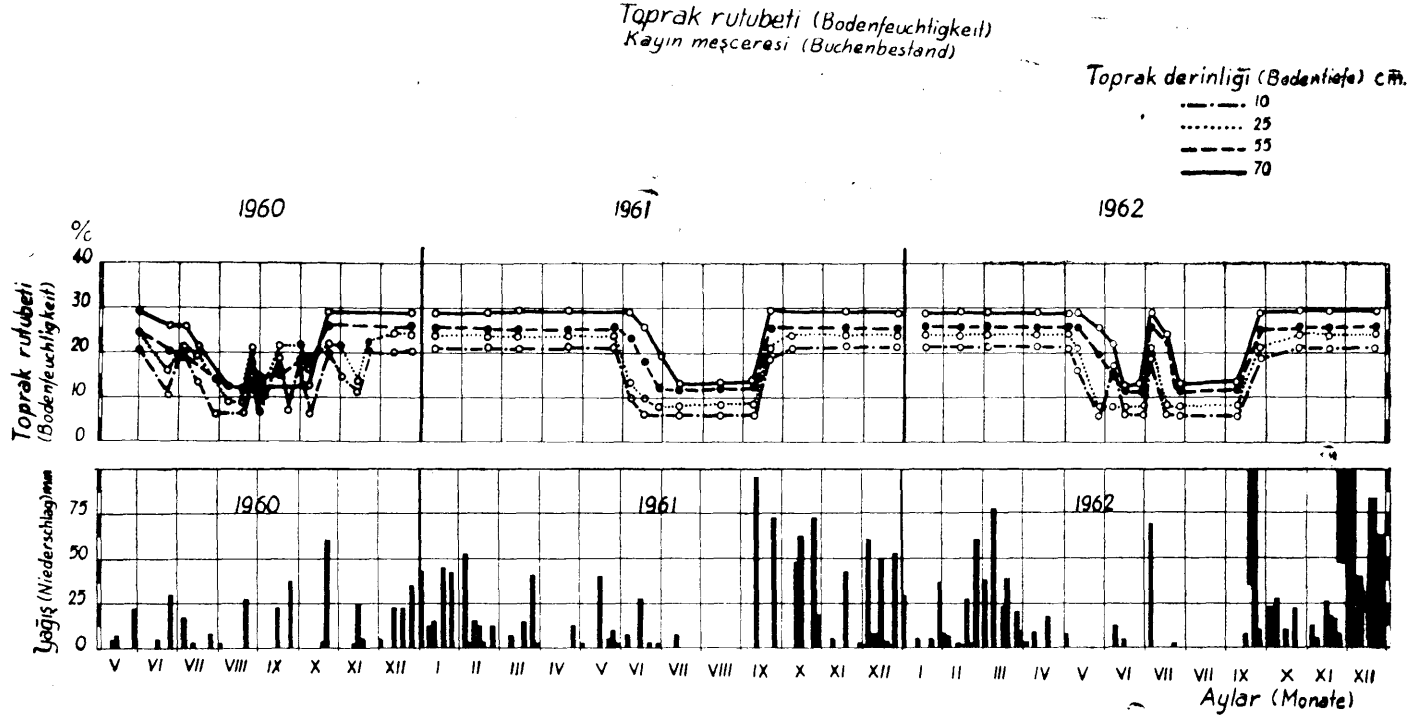
Evaporasyon değerlerinin aylık değişimlerinin nisbi olarak ifadesi (1960 Aralık ayı değerleri 100 kabul edilmiştir).

Evaporationsänderungen nach relativen Werte (Evaporationswerte von 1960 Dezember wurde als 100 angenommen)



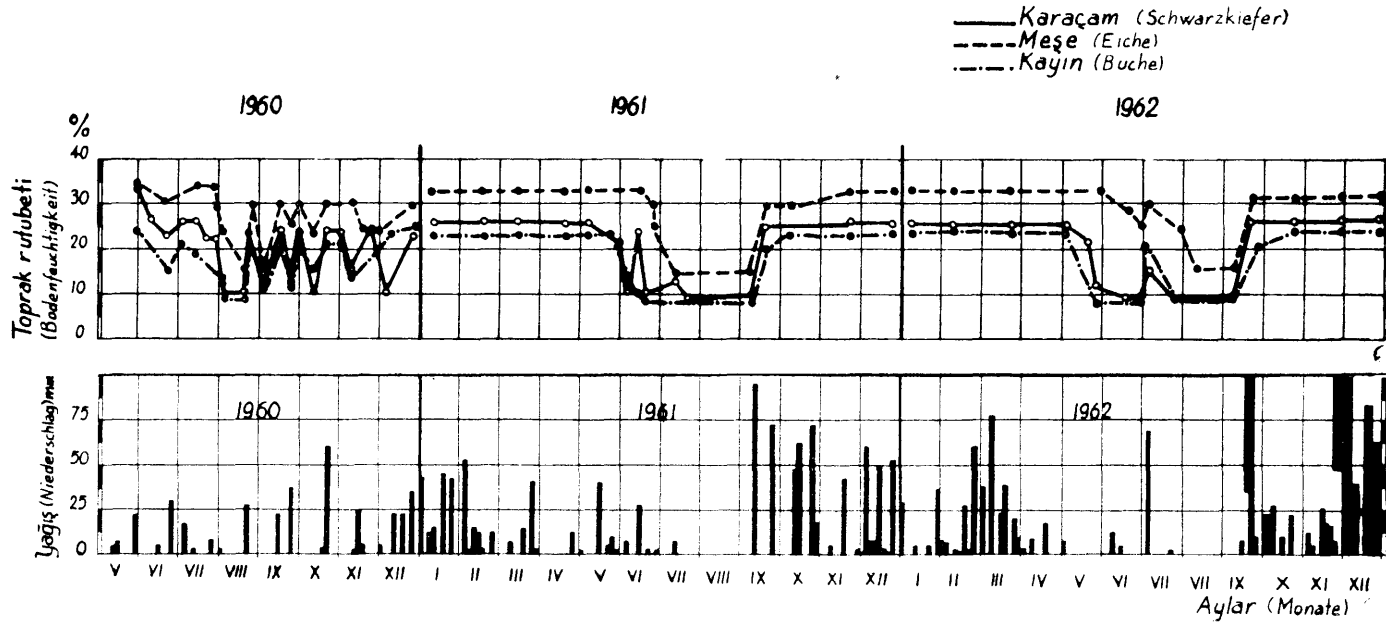
Grafik (Fig.) 11

Deneme sahalarında 150 cm. derinlikte toprak rutubetinin değişimi.
 Die Veränderung der Bodenfeuchtigkeit in 150 cm. Bodentiefe.



Grafik (Fig.) 12.

Kayın deneme sahasının muhtelif toprak derinliklerinde rutubetin yıllık değişimi.
Die Veraenderung der Bodenfeuchtigkeit auf der Versuchsflaeche von Buche



Grafik (Fig.) 13.

Meşe deneme sahasının muhtelif toprak derinliklerinde rutubetin yıllık değişimi
 Die Veraenderung der Bodenfeuchtigkeit auf Versuchsflaeche von Eiche.

Yukarıda verilmiş olan toprak rutubetine ait tablo ve grafiklerin incelenmesinden şu sonuçlar çıkartılabilir:

a) Alçı bloklar iyi ve güvenilir sonuçlar vermiştir. Bundan başka muhtelif miktardaki yağışların, toprağın hangi derinliğine kadar işlediği de tespit edilebilmiştir.

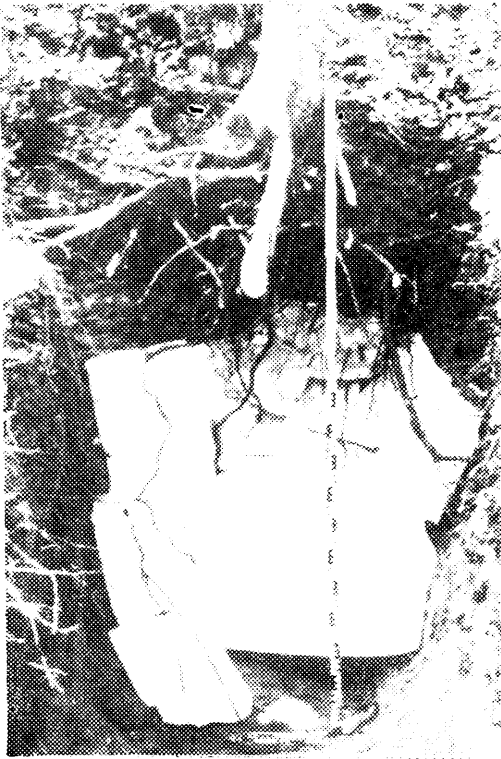
b) Yazın, bilhassa Temmuz ve Ağustos aylarında 60 cm. hatta 150 cm. toprak derinliğinde ağaçlar için kabili istifade rutubet kalmadığı tespit edilmiştir. Fakat buna rağmen ağaçların yapraklarının pörsümediği (solmadığı) görülmüştür. Bu kurak şartlarda böyle bir normal fonksiyonun cereyan etme sebeplerini açıklayabilmek için mahdut sayıdaki ağaçların kökleri açılarak buradaki toprak rutubeti durumları ve kök yayılışları incelenmiştir. Bu nevi bir kök yayılışı araştırması ile her ne kadar ağaç köklerinin 2 m. den daha derine gittiği (Resim 11-17) ve bu derinliklerde yer yer "serin" rutubet derecesini haiz toprağın bulunduğu tespit edilmiş ise de kurak periyotta ağaçların nasıl yaşadıklarını açıklamaya yarıyacak kesin deliller elde edilememiştir. Zira 2 m. derinlikte tespit edilen 1-2 cm. çapında 1 veya 2 kökün daha derinlerden su almak suretiyle bütün ağacı besleyip, besleyemeyeceği sorunun cevabı açık kalmaktadır. Bu problemi çözebilmek için bu kurak devrede ağaçların hayatı fonksiyonlarını daha yakından takip edebilmek gayesi ile fizyolojik araştırmaların yapılması düşünülebilir.

c) Toprakta evaporasyonla rutubet kaybı 35 cm. toprak derinliğine kadar kendisini hissettirmektedir. Bu derinliğin altında transpirasyon şartları daha çok müessir olmaktadır. Onun içindir ki çıplak sahada 35 cm. derinlikteki toprak rutubeti oldukça sabit kalmakta 10 cm. derinlikte ise, yağış ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir.

d) Kök yayılış şekli ile toprak rutubetinin miktarı arasında bilhassa vejetasyon devresi zarfında sıkı bir münasebet tespit edilmiştir. Meselâ Meşe meşceresindeki toprakta 30-40 cm. derinliğe kadar intensif şekilde kök yayılışı yoktur. Diğer meşcerelerde ise durum bunun tersinedir. Onun için meşe meşceresinde 30-40 cm. derinlikte toprağın rutubet muhtevası, diğer iki meşcereye nazaran daima daha yüksek olarak ölçülmüştür (Grafik 15).

IV. Bazı toprak özellikleri ile rutubet ekonomisi arasındaki münasebetlerin tespitine ait araştırma sonuçları :

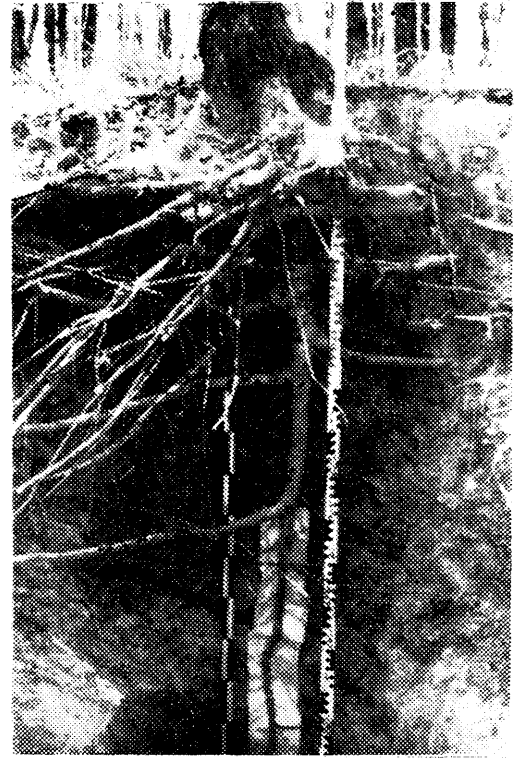
Bundan evvelki bahislerde, orman topraklarının rutubet ekonomisine tesir eden faktörlerden bir kısmı nazarı itibare alınarak Belgrad Ormanı'nın muayyen yerlerinde yapılan bazı sistematik ölçmelerden ve bunların sonuçlarından bahsedildi. Bu ölçme sonuçlarının her yetişme



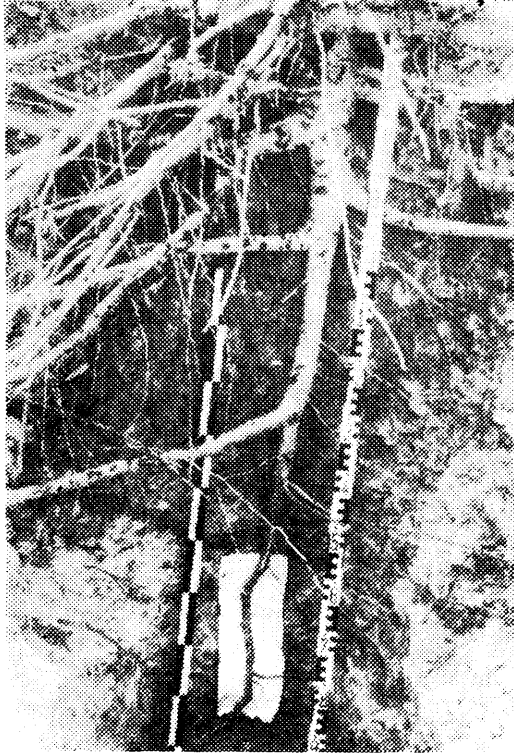
Resim (Abb.) 12
Kayın köklerinin derinliğine yayılışı.
Wurzelverbreitung der Buche



Resim (Abb.) 13
Kayının kalın yan kökleri
(Uzunluk 3-4 m., çap 5-6 cm.)
Wurzelverbreitung der Buche



Resim (Abb.) 14
Meşenin kök sistemi
Wurzelverbreitung der Eiche



Resim (Abb.) 15
Meşenin kazık köklerinin uç kısmı
Pfalwurzeln der Eiche



Resim (Abb.) 16
Oylat Ormanlarında granit anataşının
çözülmüş zonu içinde yayılan
Kayın kökleri
Die Buchenwurzeln in Zersatzzone
von Granit.



Resim (Abb.) 17
Oylat Ormanlarında granit anataşının
çözülmüş zonunda 2.7 m. ye kadar
inmiş Kayın Kökleri.
Buchenwurzeln, die bis zu einer
Tiefe von 2.7 m. gelangen sind

anuhiti, hatta Belgrad Ormanı'nın her köşesi için aynı olacağı iddia edilemez. Zira, orman topraklarının rutubet muhtevası, sadece yağış şartlarına ve ağaç türlerine göre değil, diğer bir çok faktörler meyanında bizzat toprağına kendi özelliklerine ve topoğrafik duruma göre de değişmektedir. Bu sebeple araştırmamızda bilhassa fiziksel toprak özellikleri ile toprağın su tutma gücü arasındaki münasebetlerin, araştırmamızın yapıldığı Belgrad Ormanı şartlarına göre meydana çıkarılması için de gerekli çalışmalar ifa edilmiştir. Bu amaçla Belgrad Ormanı'nın başlıca toprak türlerinde *mesame hacmi*, *maksimum su kapasitesi*, *minimum su kapasitesi*, *tarla kapasitesi*, *daimi pörsüme (solma) noktasındaki rutubet miktarı* ve *higroskopik rutubet* tayinleri yapılmıştır. Ayrıca *yüzeyden akış* deneyleri de yapılmıştır.

Bu hususta elde edilen sonuçlar şöyle sıralanabilir :

1. *Maksimum su kapasitesi, mesame hacmi :*

24 toprak nümunesi üzerinde yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar tablo 7 de toplu olarak gösterilmiştir. Bu tablonun incelenmesinden anlaşılacağı üzere genel olarak üst toprak (0-10 cm) gevşek istiflenmiş olup büyük bir mesame hacmine sahiptir (ortalama % 50). Bu derinlikte maksimum su kapasitesi de keza yüksektir (hacmen % 40). Derine indikçe mesame hacmi (% 40) ve maksimum su kapasitesi (% 35) düşmektedir. Bu deney Bursa Orman Başmüdürlüğü mıntkasındaki İnegöl İlçesinin Kayın ormanlarında da yapılmıştır. Granit ana taşı üzerindeki bu mıntka topraklarında, hatta 2.5 m. kalınlığındaki bir granit ana taşının çözünmüş zonunda hacmen % 35 nispetinde bir maksimum su kapasitesi tespit edilmiştir. Bu tespite göre, 1 m. kalınlığındaki çözünmüş bir granit taşı tabakası 350 mm. lik bir yağışı tutabilecek demektir.

2. *Tarla Kapasitesi :*

Bilhassa yaz kuraklığı olan mıntkalarda intensif yağışlardan sonra toprağın tutabildiği yağış miktarı çok önemlidir. Belgrad ormanının bazı yerlerinde toprağın bu hususla ilgili özelliğini tespit gayesi ile intensif bir yağıştan sonra (70 mm.), alınan 22 nümune de tarla kapasitesi tayin edilmiştir. Nümune alınan yerlerdeki 0-5 ve 20-25 cm. toprak derinliklerinden elde edilen sonuçlara göre tarla kapasitesi % 17-32 arasında değişmektedir.

3. *Minimum su kapasitesi (rutubet ekivalanı) :*

Tarla kapasitesinin arazide tayini bir takım güçlükler arzettiğinden, bu hususta laboratuvar metotları araştırılmıştır. Nitekim



Harita (Karte) 1

Belgrad Ovasının bazı meşecelerinde toprakta ın 30 cm. derinliğe kadar rutubet ekivalanları. Münyer-ül-Waschkapazität der Böden von Belgradorwald.

T a b l o (Tabelle) : 7

Bazı toprakların boşluk hacimleri ve su kapasitelerine ait tespitler
Feststellungen über den Kohlraum und die maximale Wasserkapazität
mancher Böden.

| Nümunenin ahındığı yer Entnahmeort | Profil No. Profil Nr. | Derinlik Bodentiefe cm. | 1 Dsm ³ Toprağın | | 1 Dsm ³ Toprağın su kapasitesi Maximale Wasserkapazität | |
|---|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|---|------------------------------------|
| | | | Boşluk hacmi Hohlraum % | Katı madde hacmi Raum von Festteile % | Hacme göre Nach Vol. % | Ağırlığa göre Nach Gew. % |
| Belgrad ormanı Çam deneme sahası Kiefer | 1 | 0-10 | 51.2 | 48.8 | 45.3 | 36.5 |
| | 1 | 30-40 | 39.5 | 60.5 | 37.0 | 24.0 |
| | 2 | 0-10 | 40.0 | 60.0 | 40.0 | 28.0 |
| | 2 | 30-40 | 36.9 | 63.1 | 35.9 | 33.0 |
| | 3 | 0-10 | 50.1 | 49.9 | 49.0 | 41.0 |
| | 3 | 30-40 | 39.0 | 61.0 | 40.7 ? | 27.0 |
| Ortalama Mittelwerte | | 0-10 | 47.1 | 52.8 | 44.9 | 35.2 |
| | | 30-40 | 33.5 | 61.5 | 37.8 | 28.0 |
| Meşe deneme sahası Eiche | 1 | 0-10 | 45.5 | 54.5 | 42.8 | 33.0 |
| | 1 | 30-40 | 37.4 | 62.6 | 38.3 ? | 35.0 |
| | 2 | 0-10 | 44.6 | 55.4 | 40.7 | 28.7 |
| | 2 | 30-40 | 41.9 | 58.1 | 43.2 ? | 30.8 |
| | 3 | 0-10 | 55.9 | 44.1 | 41.1 | 36.8 |
| | 3 | 30-40 | 38.5 | 61.5 | 37.2 | 26.8 |
| Ortalama Mittelwerte | | 0-10 | 48.7 | 51.3 | 41.5 | 32.7 |
| | | 30-40 | 39.3 | 60.7 | 39.2 | 30.8 |
| Kayın deneme sahası Buche | 1 | 0-10 | 47.7 | 52.3 | 36.5 | 27.0 |
| | 1 | 30-40 | 41.5 | 58.5 | 39.7 | 27.0 |
| | 2 | 0-10 | 45.2 | 54.8 | 36.5 | 26.0 |
| | 2 | 30-40 | 46.1 | 53.9 | 45.7 | 30.0 |
| | 3 | 0-10 | 53.6 | 46.4 | 42.2 | 36.0 |
| | 3 | 30-40 | 48.2 | 54.8 | 48.1 | 35.0 |
| Ortalama Mittelwerte | | 0-10 | 48.5 | 51.5 | 38.5 | 30.0 |
| | | 30-40 | 45.3 | 54.7 | 44.5 | 31.0 |
| Uludağ-İnegöl Oy- lak serisi Bölme 10 A | 1 | 0-10 | 57.7 | 42.3 | 55.0 | 57.0 |
| | 1 | 40-50 | 49.5 | 50.5 | 42.0 | 35.0 |
| | 1 | 80-90 | 47.8 | 52.2 | 38.8 | 30.0 |
| | 2 | 25-260 | 41.0 | 59.0 | 35.0 | 34.0 |
| | 3 | 70-80 | 41.4 | 58.6 | 37.9 | 27.0 |
| | 4 | 150-160 | 39.0 | 61.0 | 33.4 | 23.0 |
| Bölme 15 A | | | | | | |
| " " | | | | | | |
| " " | | | | | | |

tarla kapasitesine yakın değerler veren ve santrifüj esasına dayanan metodlar bulunmuştur. Bu yolla tâyin edilen toprak rutubetine, minimum su kapasitesi veya rutubet ekivalanı ismi verilmektedir.

Araştırmamızda, 900 hektarlık sahaya sistematik olarak dağıtılmış noktalardan ve 0-30 cm. derinlikten toprak nünuneleri alarak laboratuvarında rutubet ekivalanı (yaklaşık olarak tarla kapasitesi) tayıin edilmiştir. Sonuçlar bir harita halinde ifadelendirilmiştir (Harita 1). Elde edilen sonuçlara göre 900 hektar genişliğindeki bu sahanın % 66 sının rutubet ekivalanı % 21-30 arasıdır. Bundan anlaşılmalıdır ki araştırılan toprakların su tutma kapasiteleri iyidir.

Toprağın diğer bazı fiziksel özellikleri ile su ekonomisi arasındaki münasebete ait araştırma sonuçları tablo 8 de toplu olarak gösterilmiştir.

4. *Yüzeyden akış denemelerine ait sonuçlar :*

Su blâncosuna dahil elemanların (yağış, intersepsiyon, gövdeden akış, evaporasyon, transpirasyon, v.s.) teker teker ve tam olarak tespiti güçtür. Halbuki yağış miktarı ile yüzeyden akış için sıhhatli ölçme yapılması imkânları vardır. Bu iki su blâncosu elemanı tespit edilmeyi müteakip aradaki fark hesaplanarak yağış kaybı bulunabilmektedir. Su ekonomisi üzerine yapılan araştırmalarda bu husus açıkça ifade edilmiş bulunmaktadır (Burger, H. 1945; Delfs, J. 1958; Kirwald, E. 1955). Fakat yine bu araştırmalarda ifade edildiğine göre yüzeyden akışı ölçen tesisler çok pahalıya mal olmaktadır. Bu sebeple araştırmamızda bu nevi çalışmalara geniş çapta yer verilmemiştir. Fakat yüzeyden akış miktarının orman topraklarının rutubet ekonomisinde ve erozyon münasebetlerinde önemli rol oynadığı (Irmak, A. 1948) gözönüne alınarak araştırmamızda bu hususta hiç değilse deneysel mahiyette bilgiler kazanma cihetine gidilmiş, arazide sunî yağmurlama yapılarak yüzeyden akış ölçülmüştür (Resim 18).

Bu maksatla 1 m² lik işaretli sahaya beş dakikada 10 litre su yağmurlama ile serpilmiş, beş dakika beklenmiş ve bu ameliye on defa tekrar edilmiştir. Böylece 100 dakikalık bir zaman zarfında 1 m² lik toprağa 100 litre su verilmiştir. Neticede meyil derecesi 10° olan Karaçam deneme sahasında yağmurlama ile verilen suyun % 53.1 i yüzeyden akmış, % 46.9 u ise toprağa sızmıştır.

Meyil derecesi 17° olan Kayın meşçeresi alınıdaki deneme sahasında ise yağmurlama ile verilen suyun sadece % 2,2 si yüzeyden akmıştır.

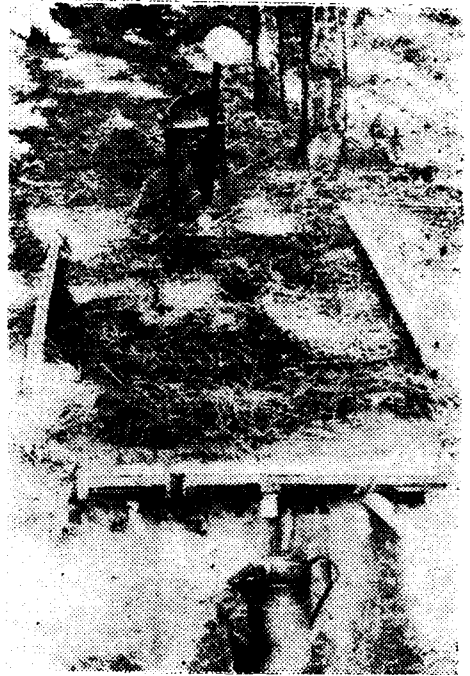
Meyil derecesi 12° olan Meşe deneme sahasında ise yağmurlama ile verilen suyun % 100 ü toprağa sızmıştır. Bu deney şartları altında bilhassa toprağın sıkı istiflenmesi ve çıplak oluşu yüzeyden akışı artırmıştır.

V. SONUÇLARIN MÜNAKAŞASI VE ORMANCILIK PRATİĞİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRME

1. *Intersepsiyon* : Meşçerenin tepe çatısında tutularak buradan buharlaştırmak suretiyle tekrar atmosfere karışın yağış miktarının önce ölçme metodu bakımından münaakaşası yapılacak, sonra da bulunan sonuçların ormancılık pratiği bakımından değerlendirilmesine çalışılacaktır.

a) *Ölçme metodunun münaakaşası* : Intersepsiyonun hesaplanabilmesi için meşçerenin tepe çatısından nüfuz eden ve ağaç gövdelerinden akan yağış miktarlarının ölçüldüğü evvelce ifade edilmişti. Bunun için burada evvelâ tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarının ölçme metodları, sonra da gövdeden akış metodları münaakaşa edilecektir.

Tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarı : Araştırmamızda 100 m² lik bir sahaya konan 2 ölçme teknesi ve ayrıca 2-3 totalizator ile tepe çatısından nüfuz eden yağış miktarı ölçülmüştür. Sonuçlar ölçme tekneleri ve totalizatorlere göre olmak üzere iki



Resim (Abb.) 18
Yüzeyden akış denemesi
Die Messung der Oberflächenabflusses
durch die Beregnung

şekilde hesaplanmıştır. Tablo 1 den görüleceği üzere her iki nevi âletle elde edilen sonuçlar farklıdır. Hatta bazı hallerde totalizatörlerin gösterdiği değerler, meşcere tepe çatısına düşen yağıştan da fazla çıkmıştır. Bunun sebebi başı totalizatörlerin üzerindeki dal ve yaprakların oluk şeklinde yağış suyunu muayyen noktalara sevk etmeleridir. Onun için bilhassa Kayın meşceresinde 100 m² lik saha için 3 totalizatör kâfi gelmemiştir. Öyle ise bu meşcerelerde ya uzun ölçme tekneleri kullanılmalı (A.B.D. de 24 m. uzunluğunda tekneler dahi kullanılmıştır; Delfs. •J. 1955) veya totalizatörlerin sayısı arttırılmalıdır.

Karaçam meşceresinden elde edilen sonuçlara dayanılarak korelasyon hesapları yapılmış ve $r=0.71$ bulunmuştur ki, biyometri kaidelelerine göre bu rakkam totalizatörlere ait sonuçlar ile ölçme teknelerine ait sonuçlar arasında bir münasebetin bulunduğunu gösterir.

Meşe meşceresinde ise her iki ölçme metodu arasındaki fark bilhassa ekstrem yağışlarda kendini göstermiştir (1.4-7.0 mm. ve 60-100 mm.). Grafik 16 da bu husus açıkça görülmektedir.

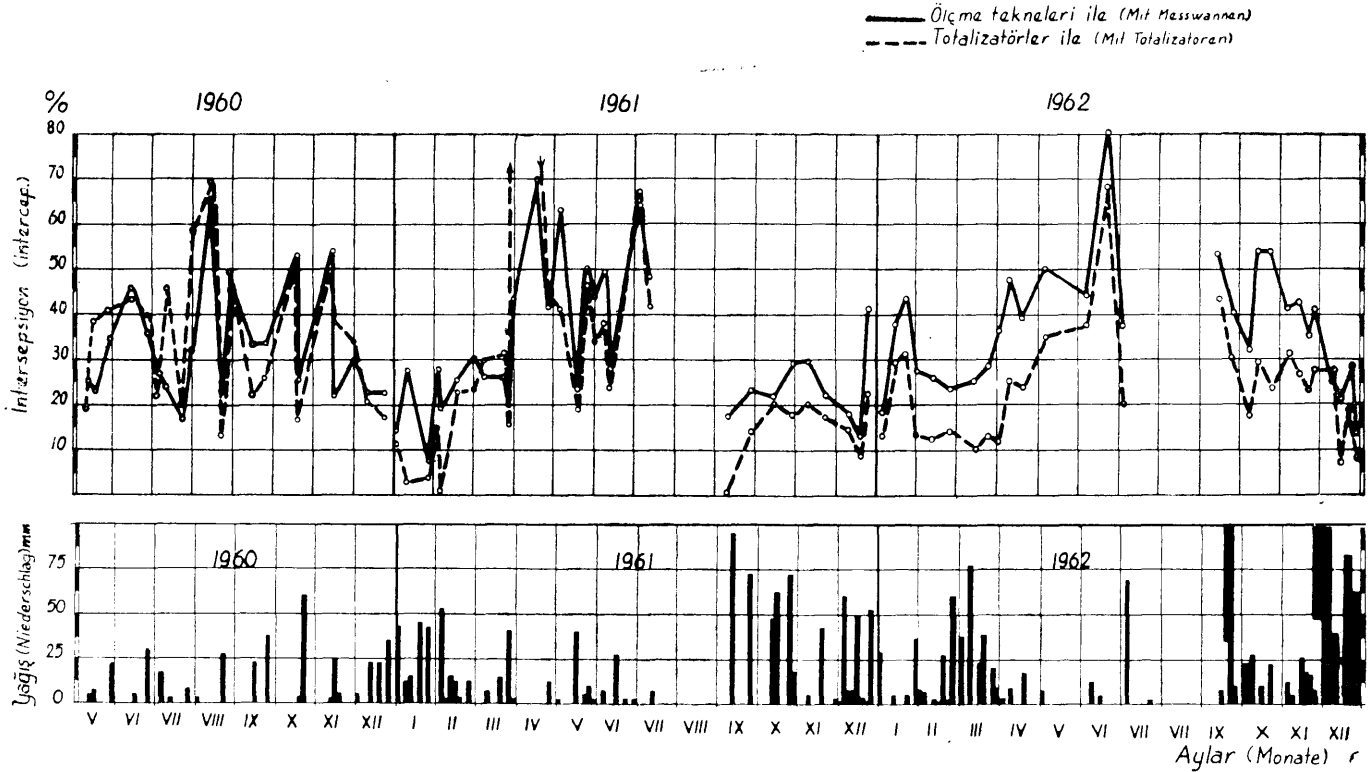
Özet olarak denilebilir ki ölçme tekneleri geniş bir yağış alma yüzeyine sahip bulduklarından ve 5 m. uzunlukta olduklarından meşcerenin çeşitli kapahlık derecesine sahip tepe çatısı kısımlarından nüfuz eden yağışı alacak durumdadır. Bu sebeple totalizatörlere nazaran daha güvenilir sonuçlar vermektedirler. Onun için taşınma güçlükleri büyük bir mâni teşkil etmedikleri hallerde bu maksatla 100 m² lik deneme sahası için bir ölçme teknesinin kullanılması şayanı tavsiyedir.

Ölçme teknelerinin kullanılmasının imkânsız olduğu hallerde totalizatörlerden faydalanılmalıdır. Bu hususta 1000 m² lik bir deneme sahası için 9 tane totalizatör tavsiye edilmektedir (Black, P.E. 1959).

Her ne suretle olursa olsun bilhassa yaz yağışlarının ölçülmesi için evaporasyona mâni olacak bir yağın ölçme âletlerine konması unutulmamalıdır.

Gövdeden akış : Gövdeden akış ölçme metodlarının münakaşasına gelince, araştırmamızdan elde edilen sonuçlara dayanılarak denilebilir ki kullanılan âletler iyi sonuçlar vermiştir. Binaenaleyh bu formdaki âletlerle sıhatli sonuçlar almak mümkündür.

Bu âletlerin konacağı ağaçları tesbit için şu usül tavsiyeye değer: Deneme sahasındaki ağaçların göğüs çapları ölçülmeli sonra bunlar 3 veya 5 er cm. lik çap kademelerine ayrılarak her çap kademesinden bir



Grafik (Fig.) 16.

Tepe çatısında tutulan yağışın tekneler ve totalizatörlerle ya pılan ölçme sonuçlarına göre mukayesesi (Misâl olarak Meşe Meşçeresinde ölçülen değerler alınmıştır).

Vergleich der Niederschlagszurückhaltung nach der Messergebnisse von Messwannen und Totalisatoren (Messergebnisse von Eichenbestand).

ağaca gövdeden akış ölçen âlet takılmalıdır. Fakat bu meyanda dallanma durumu, kabuk kalınlığı, tepe tacının meşcere çatısındaki yeri bakım-larından özellik gösteren veya istisna teşkil eden ağaçlara da göğüs çapı ne olursa olsun gövdeden akışı ölçen âlet takılmalıdır. Araştırmamızda Kayın meşceresi için 100 m² lik deneme sahasında bulunan ağaç sayısının 1/4 ü, Meşe ve Karaçam meşceresinde 1/6 sı kadar ağaca gövdeden akışı ölçen âlet takılmıştır. İyi sonuçlar alındığına göre aynı çaplı meşcere-lere bu nisbette âlet konması tavsiye edilebilir.

Gövdeden akan suları toplandığı kapların hacmi hususunda da fi-kir vermek yerinde olur. Billhassa göğüs çapları 15 cm. den büyük ağaç-lar için Çam meşceresinde su toplama kabının asgari hacmi 50 litre, Me-şe için 300 litre, Kayın ağacı için ise 600-800 litre olmalıdır.

Gövdeden akış % sini hesaplama metodları da münakaşaya değer: Araştırmamızda tepe tacı alanına göre hesaplanan gövdeden akış % si ile ağaç sayısı metoduna göre hesaplanan gövdeden akış % si arasında farklar görülmüştür. Bunlardan ağaç sayısı metodu daha doğru olarak kabul edilmelidir. Zira bazı istisnalardan sarfınazar çap ile gövdeden akış arasında genel bir bağıntı tesbit edilmiştir. Bunun aksine tepe tacı alanı ile gövdeden akış miktarı arasında belirli bir münasebet bulunmamıştır. Meselâ tablo 2b de deneme ağaçları tepe tacı alanlarının bü-yüklük sırasına göre dizildikleri halde, tepe tacı alanına göre hesaplanan gövdeden akışlar aynı istikâmette bir sıralanış göstermemektedirler. Bundan başka tepe tacı alanına göre bulunan rakamlar yardımıyla ya-pılan aylık ve yıllık intersepsiyon hesaplarında bazı aylar için orman toprağına varan yağış miktarının, meşcere tepe çatısına düşen yağışdan daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu ise fiilen mümkün değildir. Bütün bu sebeplerden dolayı gövdeden akış hesaplarının ağaç sayısı metoduna göre yapılmasının daha doğru olacağı kanaatine varılmıştır.

b) *İntersepsiyon sonuçlarının münakaşası ve bunların pratik or-manıcılık bakımından değerlendirilmesi :*

Belgrad Ormanı iklim şartlarında her üç deneme sahasından alınan sonuçlara ve 1961-1962 yıllarının ortalamasına göre Karaçam meşcere-sinde yıllık yağışın yuvarlak olarak % 26 sı, Kayın meşceresinde % 12 si, Meşe meşceresinde % 13 ü intersepsiyonla kayba uğramaktadır. Bu suretle yağış kaybı bilhassa Karaçam meşceresinde fazla olup bu mik-tar, Belgrad Ormanına ilkbahar ve yaz mevsiminde düşen yağışların top-lanma hemen hemen eşittir. Bu değer bilhassa yağışı az miktarlarda sıklık

çağında müdahale görmemiş meşcereler için büyük önem taşır. Meselâ: Eskişehir-Çatacak ormanlarında sıklık çağındaki bazı Sarıçam meşcerelerinde hektarda 66 000 genç ağaç olduğu düşünülürse intersepsiyon miktarının % 26 nın çok üstüne çıkacağı kabul edilebilir (araştırma sahamızdaki Karaçam meşceresininin 1 hektarında 2 200 tane ağaç bulunmakta idi). Yıllık yağış miktarının 600 mm. civarında olduğu Çatacak mntıkasında, ormana zamanında müdahale edilememenin sadece su ekonomisi bakımından verdiği menfi sonuç bu rakkamlarla müşahhas olarak ortaya çıkmaktadır.

Kayın ve Meşe meşcerelerinde ise intersepsiyon % 10-15 kadardır. Kayın ve Meşe meşcerelerinde intersepsiyonun Karaçam meşceresine nazaran daha düşük olması, bunlarda gövdeden akış yoluyla toprağa nisbeten fazla suyun inmesiyle izah edilebilir. Nitekim Karaçam meşceresinde gövdeden akarak toprağa varan yağış, yıllık yağışın % 3-5 i olduğu halde Kayın meşceresinde bu miktar % 15-16, Meşe meşceresinde ise % 13 dür. O halde Karaçam meşceresinde gövdeden akışı ölçmeden, sadece tepe çatısından nüfuz eden yağışı ölçerek intersepsiyon tesbit edilebildiği helde, Kayın ve Meşe meşcerelerinde gerçek intersepsiyonun tayini için mutlak surette gövdeden akışın ölçülmesi gerekmektedir. Bu husus tablo No. 3, 4 ve 5 in incelenmesinden daha iyi kavranabilir. Fazla intersepsiyon bilhassa vejetasyon devresinde yağışı ktlı olan mntıklar için su ekonomisi bakımından arzu edilmeyen bir hususdur. Zira yaz devresinde toprak kendisine varan her damla yağışı alacak durumdadır. Buna göre araştırma yaptığımız mntıkanın su ekonomisi bakımından rol oynayan en önemli menfi faktörlerinden biri Karaçama meşcerelerinde yüksek derecedeki intersepsiyondur.

2. *Toprak rutubeti* : Toprak rutubetini ölçme maksadı ile kullanılmış alçı bloklar iyi sonuçlar vermiştir. Esasen bugün A.B.D. de dahi alçı bloklar toprak rutubetinin sistematik ölçülmesi hususunda kullanılmaktadır (Fraser, D. A. 1962; McClurkin, 1958).

Rutubet ölçmeleri sonucunda tesbit edilen en önemli husus, 1000 mm.'nin üzerinde yıllık yağışa sahip Belgrat Ormanı iklim şartları altında dahi yazın 2.5-3 ay müddetle 150 cm. derinliğe kadar toprak da bitkiler için kabili istifade rutubet kalmasıdır. Bu devrenin başlarında *Quercus hartwissiana*, *Fagus orientalis*, *Alnus glutinosa* gibi ağaç türleri yıllık halkalarının % 75-80 ini tamamlamış bulunmaktadırlar (Bozkurt, Y. 1960). Bundan anlaşılmalıdır ki araştırmamızda tesbit

edilen bu kurak periyod da ağaçların artımı ya tamamen durmakta veya son derece azalmaktadır. Esasen memleketimiz şartlarında toprak rutubeti noksanın odun artımı üzerine nasıl menfi sonuçlar yaptığına başka araştırmalarda da temas edilmiştir. Nitekim fena bonitedeki Kayın meşcerelerimizin ekseriya yazın büyük ölçüde su noksanı olan mntıklalarda bulunduğu tesbit edilmiştir (Kalıpsız, A. 1962). Bu tesbitlerden pratik ormancılık için şu sonuç çıkarılabilir: Kurak mntıklarda gerek yeni yapılacak ağaçlandırmalar ve gerekse mevcut ormana tatbik edilecek silvikültür muamelelerinde toprak rutubetinin ilk plânda nazarı itibare alınması gerekmektedir. Böylece bilhassa vejetasyon devresinde su noksanı olan yetiştirme muhitlerinde toprak rutubet rejimini de dikkate alarak meşcere gelişiminin her devresi ile ilgili olarak hektardaki ağaç sayısı tayin edilmelidir. Esasen bu hususta geliştirilmiş bazı metodlar da vardır (Tostin, E. 1961).

Buraya kadar açıklananlardan anlaşılacağı üzere yıllık yağış toplamının küçümsenmeyecek derecede yüksek olduğu Belgrat Ormanında dahi rutubet noksanlığı mevcuttur. Ağaçların artımı ve tabii tensil hususunda menfi sonuçlar yaratan bu duruma direkt olarak tesir etmek mümkün olmadığına göre (Erinç, S. 1961) kuraklığın izalesi için birtakım indirekt tedbirler almak gerekmektedir. Bu cümleden olmak üzere:

a) Bilhassa ibreli ormanlarda meşcere tabii yaşının icap ettirdiği silvikültürel müdahaleler tam zamanında yapılmalıdır. Böylece hem orman toprağına varan yağış miktarı arttırılmış, hem de fert başına düşen toprak suyu miktarının yükselmesi temin edilmiş olur.

b) Yeniden yapılan ağaçlamalarda muayyen sahaya dikilecek fidan adedini tayin ederken toprak rutubet rejimi de nazarı itibare alınmalıdır.

c) Araştırma sonuçlarımıza göre evaporasyonla toprakta rutubet kaybı bilhassa 25-30 cm. derinliğe kadar olduğuna göre kurak mntıklarda yapılacak dikimlerin başarı nisbeti fidenin kök gelişimine paralel olarak değişecektir. Yani fide ne kadar kısa zamanda derin kök geliştirerek daha rutubetli olan alt toprak tabakalarına inebilirse yaşama gücü de o derece artacaktır. Esasen bu hususu teyid eden araştırmalar da mevcuttur (Atay, İ. 1962; Pamay, B. 1960).

d) Düşen yağışların azami derecede orman toprağına nüfuzunu sağlayacak tedbirler alınmalı, aksi işlemlerden kaçınmalıdır. Meselâ ham humuş teşekkülü, kesif bir alt flora teşkil eden orman gülü gibi şu-

ceyrat diğer menfi tesirler meyanda toprağın su ekonomisini de bozdüğundan (Irmak, A. 1954) bunlarla da mücadele edilmeli.

e) Araştırmamızda tesbit edilen toprak rutubeti üzerine kök yayılımının yaptığı tesirlere dayanılarak denilebilir ki toprağın muhtelif derinliklerindeki rutubetten istifade edecek şekilde farklı kök geliştiren ağaç türleri ile karışık meşcereler kurma cihetine gidilmesi de bu hususta düşünülecek tedbirler meyanda zikredilebilir.

3. *Belgrat Orman topraklarının bazı özellikleri ile su ekonomisi arasındaki münasebetler :*

Belgrat Ormanında toprak özellikleri ile su ekonomisi arasındaki münasebetlerin tesbitine ait araştırma sonuçları ve bunların pratik ormancılık bakımından önem şu şekilde özetlenebilir:

a) *Maksimum su kapasitesi :* Belgrat Ormanında neojen formasyona ait toprakların mesame hacmi 1 m. derinliğe kadar ortalama olarak % 40 dır. Bu topraklar kendi hacimlerinin % 38 i kadar bir nisbette maksimum su tutma kapasitesine sahiptirler. Bu hesaba göre 1 m. derinliğindeki toprak 380 mm. lik yağışı alabilecek durumdadır. Bundan Belgrat Ormanının neojen formasyonuna ait topraklarının *iyi bir su tutma kapasitesine sahip* oldukları sonucuna varılmaktadır. Devon formasyonu toprakları ise daha gevşek ve iskelet muhtevassınca zengin olduklarından su tutma kapasiteleri daha düşüktür.

b) *Minimum su kapasitesi :* Minimum su kapasitesi (rutubet ekivalanı, yaklaşık olarak tarla kapasitesi) araştırmalarına dayanarak çizilen haritanın incelenmesinden anlaşılabacağı üzere araştırma yapılan 900 hektarlık sahanın % 38 inin rutubet ekivalanı % 26-30 dur. Yani bu toprakların 100 gr. mutlak kuru miktarı 26-30 gr. su tutuyor demektir. **Bu** ise, araştırma sahasındaki toprakların *ümmüyyetle yüksek bir tarla kapasitesine sahip olduğunu* göstermektedir.

c) *Belgrat Ormanı topraklarında suyun tutulma gücü ve bitkilerin bu sudan faydalanma imkânları :*

Araştırma sahanızda mevcut toprak türlerine ait fazla sayıdaki nünuneler üzerinde yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre kum ve balçıklı kum toprakları üzerinde yaşayan ağaçlar, topraktaki rutubet miktarı % 8 e ininceye kadar bu rutubetten istifade edebilmektedirler. Bu miktar, % 8 den aşağı inince, toprakta artık bitkinin alabile-

ceği su kalmamış demektir. Kumlu balçık ve kumlu killi balçık üzerindeki ağaçların ise topraktan alabileceği rutubetin en düşük miktarı % 10 dur. Ağır balçık topraklarında ise toprağın rutubet miktarı % 14 ün altına düşerse artık toprakta bitkiler için kabili istifade su bulunmuyor demektir. Kil toprakları için bu miktar % 15-38 arasında değişmektedir.

d) *Taban suyu durumu* : Belgrat Ormanı toprakları umumiyetle derin taban suyuna sahip olup taban suyu seviyesi 2-3 m. nin altında bulunmaktadır. Kışın toprak su ile doygun olduğundan, açılacak her hangi bir çukurda su toplanmaktadır; bu, taban suyu olmayıp "durgun su" dur. 5-6 yıldanberi bir dere tabanında yapılan taban suyu seviyesinin Ağustos-Ekim aylarında en düşük (180-250 cm), Ocak ve Şubat ile Mart aylarında ise en yüksek (10-95 cm) olduğu tesbit edilmiştir. Bu sonuçlara göre Belgrat Ormanının taban suyu "Değişen taban suyu seviyesine sahip" tir diye de tavsif edilebilir. Bu sebeple Belgrat Ormanında ağaçlar ekseriyetle taban suyundan istifade edemezler. Ancak kışın toprakta depo edilmiş sudan ve bazı yerlerde yamaç sularından faydalanmaktadırlar.

e) *Kök yayılışına ve topoğrafik duruma göre ağaçların toprak suyundan faydalanma imkânları* :

Deneme sahalarının yakınlığında yapılan mahdut sayıdaki kök yayılışı araştırmalarından ve yol yarmalarındaki çok sayıda müşahedelerden anlaşılmaktadır ki neojen formasyonuna ait topraklarda kökler 2 m. derine kadar inmektedirler. Bu ise ağaçların gerek su ve gerekse besin maddesi bakımından geniş bir ortandan faydalandıklarını gösterir. Bu husus yaz kuraklığı olan mntıklar için çok önemlidir. Zira bu şekildeki yetiştirme muhitlerinde, vejetasyon devresinde sarfedilecek su, ancak kış yağışları ile kök sahasında birikmiş kabili istifade sudan temin edilecektir. Araştırmamızda tesbit edilen rakkamlara göre 1.5 m. kalınlığındaki bir ağır balçık toprak tabakasının 240 mm. lik bir yağış kapasitesine tekabül eden kabili istifade suyu tutabileceği hesaplanmıştır. Vejetasyon süresi 5.5 ay olan bir mntıkadaki Kayın ormanı 285 mm. lik bir yağışa tekabül eden su miktarına ihtiyaç gösterdiğine göre bu ağır balçık için tesbit edilen 240 mm. lik kabili istifade yağış kapasitesinin önemli kendiliğinden ortaya çıkar.

Toprak özellikleri ile su ekonomisi arasındaki tesbitler hakkında buraya kadar söylenenlere dayanarak Belgrat Ormanı neojen formasyonu-

na ait topraklar şu şekilde karakterize edilebilir: Su kapasitesi yüksek, iyi bir yağmur kapasitesine sahip, mevsimler içinde değişken seviyeli taban suyunu havi topraklardır. Devon formasyonuna ait anataşları üzerindeki toprakların ise su kapasitesi umumiyetle düşük olup, bunlarda kuraklık devresinin daha uzun süreceği muhakkaktır.

•

**UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN WASSERHAUSHALT DES
WALDBODENS DURCH SYSTEMATISCHE MESSUNGEN VON
INTERCEPTION, STAMMABFLUSS UND BODENFEUCHTIGKEIT
IN MANCHEN BUCHEN-, EICHEN- UND SCHWARZ-
KIEFERNBESTAENDEN DES BELGRADERWALDES**

von

Dr. Necmettin ÇEPEL*

I. Einleitung

Über die Beziehungen zwischen Wald und Wasser wurden besonders in den letzten Jahrzehnten in aller Welt zahlreiche Untersuchungen angestellt. Diese umfangreichen Arbeiten haben verschiedene Ursachen. Manche Länder werden in Regenperioden von Überschwemmungen heimgesucht. In ariden Gebieten hingegen ist Wassermangel der Hauptgrund für solche Untersuchungen. Manche Autoren glauben daher, dass viele wenig entwickelte Länder der Welt erst zu den Wohlhabenden gehören können, wenn sie über genügend geeignetes Wasser und Energie verfügen (Press, H.). So besitzt man heute ein reiches Schrifttum mit Untersuchungen über den Wasserhaushalt, die von verschiedenen Fragestellungen ausgingen (Barner, J. 1961; Baumgartner, A. 1956; Burger, H. 1943, 1945, 1954; Casparis, E. 1959; Delfs, J. 1958; Kurwald, E. 1952; Lambor, J. 1959; Molchanow, A. A. 1955 und 1959; Ovington, J. D. 1959; Wittich, W. 1952 und 1953) Alle diese Autoren stimmen überein, dass eine enge Beziehung zwischen Wald und Wasserhaushalt einer Landschaft besteht.

Der Wasserhaushalt eines Gebietes hängt besonders von den klimatischen-, topographischen-, geologischen- und Vegetationsverhältnissen ab. Deswegen können viele Versuchsergebnisse kaum auf andere Gebie-

*) Anschrift des Autors : Dozent Dr. N. ÇEPEL Orman Fakültesi Büküdere - İstanbul.

te übertragen werden. Vielmehr müssen ähnliche Arbeiten auf anderen Standorten wiederholt werden. Wegen der besonderen klimatischen Bedingungen und der topographischen Lage der Türkei erscheinen Untersuchungen über den Wasserhaushalt auch in diesem Lande unerlässlich. Noch heute werden weite Gebiete im Inneren Anatoliens verwüstet (Konya-Karapınar). Wirksame Massnahmen gegen diese Bodenzerstörung erhofft man sich von "Baum und Wasser". Darum beginnt man jetzt in der Türkei mit einer intensiven Forstwirtschaft. Für die Auswahl der Aufforstungsflächen und um die Wirkung des Waldes auf den Wasserhaushalt richtig beurteilen zu können, werden manche Messergebnisse benötigt. Diese fehlen bisher. Nicht einmal die Niederschläge in der Waldgebieten sind bekannt, weil sich die meteorologischen Stationen in den Städten und nicht in den entfernten Wäldern befinden. In anderen Ländern wurden diese Probleme schon lange gelöst. So sind z. B. in Ungarn forstliche meteorologische Stationen seit dem Jahre 1910 tätig (Ijjás, E. 1936).

In der Türkei haben wir keine vergleichende Niederschlagsmessungen für den Bestand und das Freiland. Ausserdem besitzen wir keine zahlenmässigen Unterlagen über Interception und Stammabfluss für unsere einheimischen Hauptbaumarten. Auch wissen wir nicht ob unsere Waldbestände unter Wassermangel leiden und wie lange er andauert. Wie wir oben erwähnten wurden zahlreiche Arbeiten zu diesem Themen in Europa und in U.S.A. gemacht. Diese Untersuchungsergebnisse können aber auf die Verhältnisse in der Türkei nicht übertragen oder gar angewandt werden.

Mit der vorliegenden Arbeit wollten wir erste Schritt zur Erfassung des Wasserhaushaltes tun. Die Voraussetzungen für andere Arbeiten mit möglicherweise waldbaulicher und ertragskundlicher Fragestellungen schaffen. Deswegen soll dieser Arbeit folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wie stark trocknen benachbarte Buchen-, Eichen- und Kiefernbestände auf völlig gleichem Standort den Boden aus und wie stark und wie lange leiden diese Bestände im Laufe des Jahres unter Wassermangel?
2. Wie weit ist der Wassermangel auf Unterschiede in der Interception zurückzuführen?
3. Wie gross ist die wasserhaltende Kraft der Böden im Belgraderwald?
4. Beeinflusst der Wald über die Verdunstung von freien Wasserflächen?

Um diese Fragen zu beantworten wurden laufend das Jahr hindurch erfasst:

- a) Änderungen des Wassergehaltes in Bodenprofilen, die in Schwarzkiefern-, Buchen- und Eichenbeständen sowie im Freiland lagen.
- b) Interception und Stammabfluss.
- c) Evaporation von freien Wasserflächen.
- d) Ausserdem untersuchten wir die Zusammenhänge zwischen der Wasserhaltende Kraft und einigen physikalischen Eigenschaften des Bodens.

II. Versuchsanlage und Methoden

1. Versuchsfläche und ihre Standorte :

Vorliegende Arbeit wurde im Belgraderwald durchgeführt. Dieser Wald liegt an der eurapäischen Seite des Bosporus und zwar vom Schwarzen Meer 5-6 km. von Istanbul 20km entfernt. Durchschnittliche Meereshöhe ist 120 m. In diesem Wald liegen die reine Buchen-, Eichen- und Schwarzkiefernbeständen in unmittelbarer Nähe auf gleichem Standort. So konnte man die Messergebnisse miteinander vergleichen. In diesen drei Beständen wurden 3 Versuchsflächen (100 qm) ausgewählt (Abb. 1). Für jede Bestandsversuchsfläche wurde auf dem Freiland eine Versuchsfläche angelegt (Abb. 2), damit die Interception und der Stammabfluss als % der Niederschläge ausgedrückt werden konnte. So waren insgesamt 3 Versuchsflächen in den Beständen und 3 Versuchsfläche im Freiland vorhanden.

Die Bestände, in denen Versuchsflächen angelegt waren, können kurz wie folgende beschrieben werden:

Kiefernbestand (Pinus nigra var. Pallasiana) : Pflanzung, 38 Jahre alt, durchschnittliche Baumhöhe 12 m, Kronenschlussgrad 0.9-1.0, Stangenholz. Er stockt auf tiefgründigen Neogenformationen. Die Bodenart ist bis 25-30 cm. toniger Lehm, ab 30 cm Ton.

Buchenbestand (Fagus orientalis Lipsky) : Naturverjüngung, 45 Jahre alt, durchschnittliche Baumhöhe 14 m., Kronenschlussgrad 1 und noch. grösser, Stangenholz. Er befindet sich auf Tiefgründigen Neogenformationen. Bodenart in 0-12 cm Tiefe sandiger Lehm, 12-40 cm. Lehm, ab 40 cm. Tonboden.

Eichenbestand (Quercus dschorochensis Koch) : Naturverjüngung, 50 Jahre alt, durchschnittliche Baumhöhe 11 m., Kronenschlussgrad 0.8-0.9, Stangenholz. Bodenart ist im 0-20 Tiefe sandig-toniger Lehm, ab 20 cm. Tonboden.

K l i m a :

Die Versuchsfläche befindet sich im Klimagebiet des Marmara-Meeres. Im Sommer heiss und trocken, im Winter mild und regnerisch. Nach 15 jährigen Messergebnissen der meteorologischen Station von Bahçeköy im Belgrader wald können folgende Daten gegeben werden:

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 12.8° C, sieben Monate besitzen eine durchschnittliche Wärme von mehr als 10° C. Im Jahresdurchschnitt fallen 1040 mm Niederschläge. Ihre Verteilung führt zu einer Dürre im Sommer. Von den Niederschlägen fallen im Winter 40.6 %, im Frühling 19.8 %, im Sommer nur 9.8 %, im Herbst 29.8 %. Heissester Monat ist der August (mit 22.3° C), kältester Monat der Februar (mit 4.6° C). Die höchste Temperatur des Jahres beträgt 39.7° C.

2. Messmethoden :

a) Messgeräte : Auf jeder Versuchsfläche im Bestand waren 2 Messwannen, 2-3 Totalisatoren, Wasserbecken, Gipsblöcke und 3- 5 Stammabflussgeräte aufgestellt. Auf den Freilandversuchsflächen stand ein Totalisator, und ein Wasserbecken. Nur eine Freilandversuchsfläche hatte zusätzlich Gipsblöcke im Boden.

Die Messwannen hatten eine Länge von 5 m und eine Breite von 20 cm. (Abb. 5). Der Durchmesser der Auffangfläche der Totalisatoren betrug 20cm. Diese Auffangfläche lag 1.30 m über dem Erdboden (Abb. 3 und 4). Die Stammabflussgeräte wurden aus Metall nach Empfehlungen von Dr. Delfs hergestellt (Abb. 9). Diese Geräte wurden um den Stamm gelegt und mit Boot- Dichtungstoff abgedichtet. Das Wasser floss durch einen Gummischlauch in den Auffangbehälter. In Kiefernbestand hatten diese Behälter ein Fassungsvermögen von 20-40 Liter, im Buchenbestand von 100-480 Liter, im Eichenbestand 100-200 Liter.

Die Gipsblöcke wurden in 10 cm, 35 cm, 60 cm, im Buchenbestand in 10, 25, 55 und 70 cm Bodentiefe eingegraben.

b) *Messmethoden* :

aa) *Interception* : Interception ist der Anteil der Niederschläge, der durch das Kronendach oder andere oberirdische Vegetationsformen zurückgehalten wird und dort verdunstet (Delfs, J. 1955; Gupta, M. P. 1961). Zu ihrer Erfassung benötigt man die Niederschläge im Freiland, im Bestand und den Stammabfluss. Diese Wassermengen wurden bestimmt. Differenz aus der Niederschlagsmessung im offenen Gelände und dem Niederschlag im Bestand einschliesslich des Stammabflusses ergibt die Interception. Die Berechnung der Wassermenge, die durch Kronendach tropft, ist einfach, weil die Messwannen eine Auffangfläche von 1 qm hatten. Ein Liter aufgefangenes Wasser entspricht also 1 mm Niederschlag. Für die Berechnung des Stammabflusses in mm Niederschlagshöhe wurde zwei Methoden angewandt (Delfs, J. 1958). Bei der ersten Methode wird die Stammzahl je Flächeneinheit, bei der zweiten wird die Kronengrundfläche in Betracht gezogen. Bei der ersten Methode wird also der durchschnittliche Stammabfluss mit der Stammzahl multipliziert, bei der zweiten Methode wird der Stammabfluss je qm Kronengrundfläche berechnet. In dieser Arbeit werden die Messergebnisse nach beiden Methoden ausgewertet. Berücksichtigt habe ich die Werte, die sich aus den Stammzahlen berechnen liessen, weil sie sich besser bewährten, als Andere.

bb) *Verdunstungsmessungen* : Als Massstab für die Verdunstung vom Boden diente die Verdunstung von freien Wasserflächen. Sie wurde mit Hilfe von Wasserbecken bestimmt, deren Wasserspiegel in Höhe der Erdoberfläche lag. Die Wasserbecken besaßen eine Verdunstungsfläche von 1 qm, daher entsprach ein Liter Wasser einem mm Niederschlag.

cc) *Bodenfeuchtigkeitsmessungen* : Die Wassergehalte des Bodens bestimmte ich durch Messung der Leitfähigkeit in Gipsblöcken laufend das Jahr hindurch. Wir benützten dafür "Plaster of Paris Block von Bouyoucos" (Bouyoucos, G. J. 1954). Diese Gipsblöcke lagen im Boden eingegraben (Abb. 10). Ihr Wassergehalt stand mit der Bodenfeuchtigkeit im Gleichgewicht. Mit diesen Methoden kann man das verwertbare Wasser zwischen der Feldkapazität und dem Welkepunkte feststellen. Höhere Saugspannungen sind nicht zu erfassen. Für jeden Gipsblock wurde vorher eine Eichkurve aufgestellt. Die Bodenfeuchtigkeit lässt sich aus den Änderungen der elektrischen Eigenschaften mit Hilfe dieser Eichkurve bestimmen. Die Gipsblöcke haben sich zu Bodenfeuchtigkeitsmessungen nach bisherigen Erfahrungen gut bewährt (Bouyoucos, G. 1954; Vetterlein, E. 1960 und 1961).

2. *Stammabfluss* : Der Stammabfluss wurde mit den oben erwähnten Messgerät ermittelt. Von Messergebnissen wurden hier nur —als Beispiel— die Ergebnisse des Buchenbestandes in Tabellen 2a und 2b angegeben. Wir haben Stammabfluss nach der Stammzahl zu Grunde gelegt und die Fig. 4 aufgezeichnet. Aus diesen Tabellen und der Fig. 4 ist ersichtlich:

a) Die drei Baumarten haben einen unterschiedlichen Stammabfluss.

b) Die Stammabflusssuprozente streuen verhältnismässig wenig gegenüber den Niederschlagsmengen, die durch das Kronendach tropfen. Der Schwankungsbereich des Stammabflusses nach den einzelnen Niederschlägen liegt im Kiefernbestand zwischen 0 und 8 %, im Buchen- und Eichenbestand zwischen 0 und 32 %.

c) Um einen Abfluss am Stamm zu erzielen genügt ein Niederschlag (Stamm benetzungswert) von 1.5.-2.0 mm in Buchenbestand. Für die Schwarzkiefern und Eichen liegt dieser Wert bei 5-7 mm. Ursache: Ablaufwinkel der Aeste, Kronengrösse und die Stärke der Borke.

d) Die höchsten Stammabflüsse an einzelnen Stämmen traten bei Landregen auf:

| | | Stammabfluss (Liter) | | | | | | | | |
|--------------|--------|----------------------|----|----|-------|----|----|-------|-----|-----|
| | | Stamm Nr. von | | | | | | | | |
| | | Kiefer | | | Eiche | | | Buche | | |
| Niederschlag | Dauer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 51.0 mm. | 4 Tage | 13 | 20 | 5 | 76 | 57 | 9 | 200 | 212 | 91 |
| 90.0 mm | 5 Tage | 26 | 42 | 10 | 162 | 93 | 23 | 290 | 315 | 158 |
| 140.0 mm | 1 Tage | 24 | 62 | 24 | 140 | 38 | 25 | 560 | 640 | 244 |

e) Als Mittelwerte der Jahre 1961 und 1962 ergab sich bei der Buche ein Stammabfluss von 15%, bei der Eiche von 13% und bei der Schwarzkiefer von nur 4%.

f) Zwischen dem Stammabfluss und der Kronengrundfläche innerhalb eines Bestandes konnten keine Beziehungen festgestellt werden. Zwischen Stammabfluss und Stammdurchmesser besteht eine Beziehung, wenn man die abfliessenden Wassermengen in Liter je Stamm

vergleicht. Aber die Zweigrichtung (Ansatzwinkel und Neigungswinkel) und die Stärke der Borke sind darüber hinaus von grossen Einfluss.

3. *Interception und Gesamtmenge der Niederschläge, die zum Waldboden gelangen :*

Oben wurden die Niederschlagsmengen, die durch das Kronendach tropfen und am Stamm zur Erde abfliessen, getrennt gesprochen. Betrachtet man sie zusammen, dann erhält man einen Eindruck von den Interceptionsverhältnisse unter den verschiedenen Beständen. Für diesen Zweck wurden Interceptionsprozente für einzelne Monate und danach für das Jahr berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnung enthalten die Tabellen 3, 4 und 5. Um diese Werte noch anschaulicher zu machen, wurden die Fig. 5, 6 und 7 aufgezeichnet. Aus diesen Tabellen und Figuren ist abzulesen:

Im Kiefernbestand dringen durch die Kronen 74% des jährlichen Niederschlags. Im Buchenbestand sind es 88%, im Eichenbestand 87%. Hiernach gelangen im Kiefernbestand unter den Niederschlagsverhältnissen des Belgraderwaldes von rund 1000 mm jährlich 150 mm Niederschlagswasser weniger als im Buchenbestand zum Boden.

4. *Verdunstung :* Die Ergebnisse der Verdunstungsmessung wurden in Tabelle 6 zusammengestellt. Nach diesen Werten zeichneten wir die Fig. 8 und 9. Wie aus diesen Figuren und der Tabelle 6 abzulesen ist, liegt der absolute Wert der Verdunstung im Freiland 3-6 mal höher als im Bestände. Die Verdunstung ist im Juli und im August am grössten. Auf manchen Versuchsflächen erreicht die Verdunstung in verschiedenen Monaten sehr unterschiedliche Werte mit Zunahmen bis zu 1200 % (siehe an Fig. 9).

Nach diesen Werten lässt sich berechnen, dass von den 7 Wasserreservoiraren im Belgraderwald rund 160 000 m³ Wasser im Laufe eines Sommers verdunsten.

5. *Bodenfeuchtigkeitsänderungen im Laufe des Jahres :*

Vom Juli 1960 bis zum Juli 1962 wurden mit Hilfe der Gipsblöcken Bodenfeuchtigkeitsmessungen bis zu einer Tiefe von 60 cm gemacht. Ab Juli 1962 wurden auch in 150 cm Tiefe Gipsblöcke eingegraben und in dieser Bodentiefe zusätzlich Messungen durchgeführt. Nach diesen Messungen wurden die Figuren 10, 11, 12, 13 und 14 aufgezeichnet. Aus diesen Figuren lässt sich ablesen :

a) Die Gipsblöcke haben sich gut bewährt. Wir erhielten zuverlässige qualitative Unterschiede. Ausserdem konnte man ablesen, wie tief die Niederschläge jeweils in den Boden eindringen.

b) Im Sommer, besonders im August und im Juli, wurde eine Trockenperiode bis zu einer Tiefe von 60 cm (sogar 150 cm) festgestellt. In dieser Zeitspanne enthielt der Boden kein Verwertbares Wasser für die Bäume, sodass die Bäume unter Wassermangel litten. Trotzdem aber welkten die Bäume nicht. Es erhob sich die Frage, wie die Bäume in dieser Lage überlebten. Um diese Frage zu beantworten, wurden Wurzeluntersuchungen an einigen Bäumen ausgeführt. Hierbei konnten wir feststellen, dass die Wurzeln von drei Baumarten teilweise tiefer als 2 m hinabreichten (Abb. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Der Boden war dort in manchen Beständen unter "frisch". Trotzdem ist es uns nicht ganz klar, ob die Bäume durch diese wenigen und schwachen Tiefwurzeln genügend Wasser aufnehmen konnten.

c) Zwischen der Wurzelverbreitung und der Bodenfeuchtigkeit gibt es eine Beziehung. So war im Eichenbestand der Boden in 30-40 cm nicht intensiv durchgewurzelt. Unter den anderen Beständen war es aber umgekehrt. Deswegen lag der Wassergehalt in dieser Tiefe im Eichenbestand immer höher als in den anderen Zeständen (Fig. 15).

d) Durch die Verdunstung ist ein Wasserverlust bis zu einer Tiefe von 35 cm bemerkbar. Darunter überwiegt die Transpiration. Deswegen bleibt der Wassergehalt im 35 cm Tiefe im Freiland ziemlich konstant. Hingegen ändert er sich aber in 10 cm Tiefe mit dem Regen und der Wärme.

IV. U n t e r s u c h u n g s e r g e b n i s s e ü b e r d e n W a s s e r h a u s h a l t

Oben wurden besonders von **Messergebnissen**, die von klimatischen Verhältnissen beeinflusst sind, gesprochen. In diesem Teil werden, Faktoren, welche auf den Wasserhaushalt des Bodens einen Einfluss ausüben, besprochen. Es ist bekannt, dass es manche Zusammenhänge zwischen Wasserhaltefähigkeit, Wasserbewegung, Wasserausnützung und bestimmten Bodeneigenschaften gibt. Aus diesem Grunde wurden die Böden der Versuchsfläche physikalisch untersucht.

1. *Wasserkapazität und Raumgewicht* :

Für den Pflanzenbestand ist entscheidend, wieviel pflanzenverfügbaren Wasser sich in einem bestimmten Bodenraum befindet (Laatsch, 1958). Deswegen wurden die Wasserkapazität und das Porenvolumen mancher Böden, aus der Umgebung der Versuchsflächen bestimmt. Die Probeentnahme erfolgte mit Burger-Zylindern von je 1 Liter Inhalt. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Aus der Tabelle ergibt sich, dass die Böden im Allgemeinen oben (10 cm Tiefe) locker gelagert sind und ein verhältnismässig grosses Porenvolumen (durchschnittlich 50 %) und eine hohe maximale Wasserkapazität (40 Vol. %) haben. Das Raumgewicht steigt mit der Tiefe erheblich an, dementsprechend sinkt das Porenvolumen bis auf 40 %, die maximale Wasserkapazität bis auf 35 Vol. %.

Diese Untersuchungen dehnte ich auf ein anderes Gebiet mit Granitzersatz weiter aus. Denn es gibt in der Türkei sehr produktive Wälder auf Granitgestein. **Die Wasserkapazität des Zersatz war** überraschend hoch. So stellen wir fest, dass ein Zersatz bis zu einer Tiefe von 2.5 m eine maximale Wasserkapazität von 35 Vol % hatte. Das bedeutet, dass ein Zersatz von 1 m Tiefe 350 mm Niederschlag aufnehmen kann.

2. *Feldkapazität* :

Nach einem intensiven Regen (70.0 mm) wurden im Walde 22 Punkte markiert und mit feuchtem Sack abgedeckt. Nach zwei Tage nahmen wir Bodenproben aus 0-5 cm und 20-25 cm Tiefe und bestimmten den Wassergehalt (Feldkapazität). So stellten wir fest, dass die Feldkapazität der Bodenproben 17% - 32% waren. Die sandigen Lehme hatten eine Feldkapazität von 17-25 % toniger Lehm eine von 25-32%.

3. *Minimale Wasserkapazität (Moisture equivalent)* :

Diese Ermittlung der Feldkapazität im Gelände bereitet manche Schwierigkeiten. So kann man mit diesem Verfahren auf grossen Fläche nicht arbeiten, weil es zeitlich unmöglich ist, 2 Tage nach dem Regen die Proben zu entnehmen. Deswegen hat man sich um andere Methoden zur Bestimmung der Feldkapazität bemüht. So kann man das Wasser des Bodens durch Zentrifugieren abgesaugt und die minimale Wasserkapazität (moisture equivalent) ermitteln. Die hierbei angewandte Zentrifugalkraft entspricht dem 1000 fachen der Schwerkraft. Viele Autoren

nehmen an, dass Feldkapazität und minimale Wasserkapazität annäherda gleich gross sind (Thompson, L. M. 1957; Richard, F. 1959; Sönmez, N. 1960). Auch wir haben an 22 Bodenproben festgestellt, dass die Feldkapazität, die im Gelände ermittelt wurde, von der minimale Wasserkapazität, die im Labor durch mit Hilfe der Zentrifüge festgestellt wurden, höchstens um 3 % abweicht.

In dieser Arbeit wollten wir die minimale Wasserkapazität der Böden auf grossen Flächen ermitteln. Wegen der trocken Periode im Sommer war es nämlich sehr wichtig die Wasserhaltefähigkeit der Böden zu kennen. Deswegen ermittelten wir die minimale Wasserkapazität durch "M.S.E. Soil Centrifuge" auf einer Waldfläche von rund 900 ha. bis einer Tiefe von 30 cm. Die Ergebnisse wurden auf einer Karte dieses Gebietes zusammengestellt. Es wurde festgestellt, dass 66% dieser Fläche eine minimale Wasserkapazität von 21-30 % hat.

4. *Hygroskopisches Wasser :*

Um eine Vorstellung von den Saugkräften der verschiedenen Bodenarten, die sich im Belgraderwald befinden, zu gewinnen, wurde das hygroskopische Wasser mancher Bodenarten nach Mitscherlich (Lemmermann, D. 1934) ermittelt. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

| <u>Bodenart</u> | <u>Hygroskopisches Wasser %</u> |
|-----------------|---------------------------------|
| Sand | 5.06 |
| lehmiger Sand | 5.41 |
| toniger Lehm | 6.36 |
| Ton (42% Ton) | 7.58 |
| Ton (77% Ton) | 18.45 |

5. *Permanenter Welkepunkt (PWP.) :*

Um das verwertbare Wasser berechnen zu können, wurde von 40 Proben, welche aus dem Belgraderwald stammen, der permanente Welkepunkt ermittelt (Tabelle 8). Der Permanente Welkepunkt ist jener Wassergehalt des Bodens, bei welchem die Pflanze dauernd, irreversibel zu welken beginnt. Da es festgestellt wurde, dass der PWP. von

der Pflanzenart nicht abhängig ist (Veihmeyer, F. J. and Hendrickson, A. H. 1949; Schofield, R. K. 1955; Richard, F. 1953), ermittelten wir ihn durch das Absaugen des Wassers bei einem Unterdruck von 15 at. Dazu benützten wir sogenannte "Pressure-membrane-Apparatus P. M. 3". Die Ergebnisse von 40 Bodenproben können wie folgt zusammengefasst werden :

| <u>Bodenart</u> | <u>PWP %</u> |
|---------------------------------------|--------------|
| Sand und lehmiger Sand | 8 |
| Sandiger Lehm und sandig-toniger Lehm | 6-12 |
| Toniger Lehm | 13-14 |
| Ton | 14-38 |

Die Werte sind als Gewichtsprozente ausgedrückt und auf den trockenen Boden bezogen.

6. Oberflächenabfluss :

Die Erosiongefahr hängt ausser von anderen Faktoren besonders von der Versickerungsgeschwindigkeit des Wassers im Boden oder dem Abfluss an der Bodenoberfläche ab. Am apparatirenen Gründen konnten wir in den verschiedenen Einzugsgebieten den Oberflächenabfluss nicht feststellen. Um trotzdem eine Vorstellung von der Infiltration und dem Oberflächenabfluss zu gewinnen, führten wir einige einfache Versuche aus. Zu diesem Zweck haben wir in der Nähe der angelegten Versuchsf lächen durch zwei Blechwände 1 qm grosse Probeflächen eingegrenzt. Am tiefer liegenden Teil fingen wir mit einer wanneartigen Abfangrinne das abfliessende Oberflächen wasser auf (Abb. 18). Auf diese Fläche gossen wir 100 Liter Wasser in 100 Minuten (Burger 1945). Nach diesem Verfahren haben wir festgestellt, dass von den in 100 Minuten gegossenen 100 Liter Wasser im Kiefernbestand 48 Liter in den Boden eindrangten. Im Buchenbestand waren es 98 Liter und im Eichenbestand 100 Liter. Der Oberflächenabfluss betrug also im Kiefernbestand 52%, im Buchenbestand 2 %, im Eichenbestand 0 %. Die Bodenoberfläche unter der Schwarzkiefer besass eine Streudecke von 1-2 cm und keine Vegetation. Der Oberboden war zimlich dicht gelagert. Die Buchen- und Eichenversuchsf lächen trugen hingegen eine Vegetation von Grässern, Epimedium, Daphnia und eine Streudecke von 3-4 cm. Ihr Oberboden war sehr locker gelagert. Deswegen war der Oberflächenabfluss im Kiefernbestand am grössten, obwohl die Neigung der drei Versuchsf lächen annähernd gleich gross war und etwa 15° betrug.

V. Zusammenfassende Schlussbetrachtungen

Im Rahmen dieser Arbeit konnten nur einige Faktoren des Wasserhaushaltes untersucht werden. Zur vollständigen Erfassung des Wasserhaushaltes reichten die verfügbaren Mittel und Arbeitskräfte nicht aus. Trotzdem konnten wir mit dieser Arbeit in der Türkei zum ersten Mal auf ein Standort die Interception, den Stammabfluss, die Bodenfeuchtigkeitsveränderungen und die Wasserhaltefähigkeit einiger Böden erfassen. Diese Unterlagen sind für die Beurteilung der örtlichen Standortverhältnisse sehr bedeutungsvoll.

Aus den Untersuchungsergebnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden :

1. Die Interception erreicht besonders im Kiefernbestand hohe Werte (26%). Sie nimmt mit dem Kronenschlussgrad zu. In einem Bestand mit 66 000 Jungbäume¹ je ha. (Eskişehir-Çatacik) wird die Interception möglicherweise noch höher sein (auf unserer Versuchsfläche standen 2200 Bäume je ha.). Da im Gebiet Çatacik die Niederschläge nur 600 mm betragen, muss man versuchen die Wasserluste durch die Interception zu verringern. Durch rechtzeitige Bestandspflege mit Gündlicher Durchforstung erhöht man die Wassermenge, welche zum Boden erreicht. Dem einzelnen Baum steht dann mehr Wasser zur Verfügung.

2. In der Türkei fällt auf 44% der Gesamtfläche im Sommer eine Niederschlagsmenge von nur 50 mm (Irmak, A. 1951). In diesen Gebieten herrscht also eine ausgesprochene Sommertrockenperiode, die natürlich von Einfluss auf den Holzzuwachs ist. So wurde für die Buche festgestellt, dass geringe Bonitäten vor allem auf solchen trockenen Flächen mit Wassermangel in der Vegetationszeit stocken (Kalipsız, A. 1962). Obwohl im Belgraderwald Niederschlagsmengen von 1040 mm fallen, enthält nach unseren Untersuchungen auch in diesem Gebiet den Boden im Sommer bis 1 m Tiefe 2-3 Monate kein verwertbares Wasser. Diese Trockenzeit muss man bei den waldbaulichen Behandlungen in Betracht ziehen. So muss man wie in anderen trockenen Ländern (Tostin, E. 1961) bei der Aufforstung die Baumzahl nach dem Wasservorrat berechnen.

3. Die Bodenfeuchtheitsmessungen haben gezeigt, wie durch hohe Temperaturen der Oberboden austrocknet. Deswegen ist es wichtig,

1) Auf einer Exkursion wurde ein solcher Bestand vom Oberforstmeister gezeigt.

dass die Wurzeln der Jungpflanze sich möglichst schnell entwickeln und die feuchten Bodenschichten in der Tiefe erreichen. Der Erfolg hängt von der Baumart, dem Zeitpunkt der Pflanzung, der Pflanzungstechnik, der Grösse der Pflanzen ab.

4. Wegen der unterschiedlichen Durchwurzelung gibt es Bodenschichten mit sehr verschiedenen Wassergehalt. Die Bodenlage 30 cm ist in unseren Versuchsflächen ein gutes Beispiel dafür (Fig. 15). Deswegen kann man als Massnahme empfehlen, die Aufforstungen mit solchen Baumarten durch zu führen, die den Boden in verschiedenen Tiefen durchwurzeln und so die Bodenfeuchtigkeit voll ausnützen.

5. Massnahmen, die geeignet sind viel Wasser in den Waldboden eindringen lassen, sollen immer getroffen werden. Wie wir oben erwähnten, besitzt z.B. der Zersatz ein hohes Wasserspeichungsvermögen. Wenn auf dem Oberboden eine abdichtende Rohhumusdecke liegt, kommt es besonders bei der Schneeschmelze zu oberflächlichem Wasserabfluss und damit Wasserverlust. Wenn also in einem Bestand die Streuzersetzung gehemmt ist, kann es zu Störungen im Wasserhaushalt kommen. Auf der anderen Seite setzt die schwache Rohhumusdecke die Evaporation herab.

6. Die Verdunstungsmessungen haben gezeigt, dass erhebliche Wassermenge von freien Wasserflächen verloren gehen. Dies gilt besonders für die Stauseen und Wasserreservoirare in Trockengebieten. Ihre Verdunstung versucht man in den U.S.A. durch übersiechtung mit chemischen Mitteln zu verringern. So verringerte eine Schicht aus Cetyl Alcohol die Verdunstung um 30-40 % (Betthlahmy, N. 1959). Auch in der Türkei sollte man solche Mittel benützen, um mehr Nutzwasser zu besitzen.

7. Zum Schluss noch einige Bemerkungen zu den Messmethoden gemacht werden:

a) Für die Messung die Niederschläge im Bestand sind Messwannen mit grosser Auffangfläche sehr günstig. Besonders unter dem Buchen Bestand versagten die Totalisatoren.

Nach unseren Erfahrungen genügt eine Messwanne für eine Versuchsfläche von 100 qm. Wenn Messwannen wegen der Transportschwierigkeiten nicht aufgestellt werden können, so müssen mindestens 4 Totalisatoren auf 100 qm Versuchsfläche stehen. Nach einer anderen Unter-

suchung (Black, P. E. 1959) sollen für 1000 qm. 9 Totalisatoren genügen. Ihre Zahl richtet sich auch der benötigten Genauigkeit und der Streuung. Letztere hängt von der Baumart und der Gleichmässigkeit des Bestandes ab.

Zur Niederschlagsmessung im Freiland genügt ein Totalisator. Die Totalisatoren sollten ein Inhalt von 5 Liter haben. Deswegen haben wir vielleicht auf verschiedenen Versuchsflächen andere Messergebnisse als die Meteorologische Station Bahçeköy festgestellt, obwohl wir die Niederschläge in Totalisatoren mit Öl (gegen verdunstung) überschichten. So haben wir jährlich auf unseren Versuchsflächen 80-100 mm weniger als Meteorologische Station gemessen, obwohl diese Station von unseren Versuchsflächen höchstens 500 m entfernt war.

b) Die benützten Stammabflussgeräte haben sich gut bewährt. Nach unseren Erfahrungen sollen die Bäume auf der Versuchsfläche nach dem Durchmesser in Brusthöhe gruppiert werden. Von jeder Stufe soll ein Baum mit Stammabflussgerät versehen sein. Auch die Bäume, welche durch ihre Astformen und Borkendicke eine Ausnahme bilden, sollen ein Stammabflussgerät erhalten. Daraus ergibt sich die Anzahl der Bäume, deren Stammabfluss gemessen werden muss.

Für das Fassungsvermögen der Auffangbehälter von Stammabflussgeräten können folgende Zahlen für Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser über 15 cm gelten: Kiefer 60 Liter, Buche 600-800 Liter und Eiche 200-300 Liter.

Als die Berechnungsgrundlage für den Stammabfluss in mm Niederschlagshöhe scheint uns "die Stammzahl pro Flächeneinheit" praktisch und brauchbar.

c) Die Veränderungen im Wassergehalt des Waldbodens sollen den ganzen Bodenraum und den Untergrund erfassen, soweit die Pflanzenwurzeln Wasser aus ihm schöpfen.

L İ T E R A T Ü R

1. **Acatay, G. 1959**
Orman Koruması. İstanbul Matbaası.
2. **Army, T. J. and Kozlowski, T. T. 1951.**
Availability of soil moisture for peave absorbtion in drying. Soil Pl. Phys. 26 : 353-352.
3. **Atay, İ. 1962**
Türkiye sahil kumularının ağaçlar dırılması üzerine araştırmalar. (Habiltasyon tezi, basılmamıs).
4. **Barnet, J. 1961.**
Die Wechswirkungen vom Wald und Wasser.
Mitt. d. Arbeitkr. "Wald und Wasser" Nr. 4, Koblenz.
5. **Baumgartner, A. 1956.**
Über die Unterschiede in den klimatischen Wuchsbedingungen einer freien und einer birl.enüberstellten Wiederaufforstungsfläche. Forstwissenschaftl. Centralblatt, 75 (223-239).
6. **Bethlahmy, N. 1959.**
Rodecing Evaporation from small Reservoirs. Northwest Science, Vol. 33, No. 3.
7. **Black, P. E. 1959**
Interception of rainfall by a Hardwood Canopy.
Orman Fakültesi Dergisi, Cild IX, Sayı 2/A.
8. **Bouyoucos, G. İ. and Mick, A. H. 1947**
Improvement is the plaster of paris absorbtion Elock electrical resistance methodı for measuring soil moisture under field conditions. Soil Sci., Vol. 63. p. 455.
9. **Bouyoucos, G. J. and Mick, A. H. 1948**
A Fabric Absorbtion unit for continuous measurement of soil moisture in the field. Soil Sci. Vol. 66, P. 217

10. **Bouyoucos, G. J. 1954**
Elektrical resistance methods as finally for making continuous measurement of soil moisture content under field conditions. Quarterly bulletin, of the Michigan Agrucultura Experiment Station. Vol. 37, No. 1.
11. **Bozkurt, Y. 1960**
Balğrağ Ormanı'nda bazı önemli ağaç türlerinde yıllık halka gelişimi üzerine araştırmalar. Orman Fakül. Derg. Cild X, Sayı 1 A
12. **Broadfoot, W. M. and Burke, H. D. 1958**
Soil moisture constans and their variations. Southern Forest Exp. Sta. Occ. Paper 166.
13. **Browning, G. M. 1941**
Relation of field capacity to moisture equivalent in soil of west Virginia. Soil Sci. 53: 445-450.
14. **Burger, H. 1943**
Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. Der Wasserhaushalt der Sperbel-und Rappengraben. Mitt. d. Schweiz. Anstl. für d. forstl. Versuchsw. Zürich. Band XVIII und XXIII.
15. **Burger, H. 1945**
Einfluss des Waldes auf der Stand der Gewässer. Mitt. d. Schweiz. Anstl. Bd. XXIV, H. 1
16. **Burger, H. 1954**
Einfluss des Waldes auf den Wasserhaushalt.
Mitt. d. Arbkr. "Wald und Wasser" Nr. 1
17. **Chalk, L. 1951**
Water and the growth of wood of Douglas fir.
Quart. J. For. 45: 237-242.
18. **Çölaşan, U. E. 1959**
Meteoroloji, iklim ve ziraat. Gürsoy Basımevi, Ankara.
19. **Çölaşan, U. E. 1960**
Türkiye iklimi. Ziraat Bankası Matbaası, Ankara.
20. **Colman, E. A. and Hendrix, T. M. 1949**
The Fiberglass Electrical Soil-Moisture Instrument. Soil Sci., 67.
21. **Casparis, E. 1959**
30 Jahre Wassermessstationen im Emmental. Mitt. Schw. Anst. f. Forstw. 35, 1.
22. **Delfs, J. 1954**
Niederschlagszurückhaltung in verschiedenen alten Fichtenbeständen. Mit. Arbkr. "Wald und Wasser" H. 1.
23. **Delfs, J. 1955**
Die Niederschlagszurückhaltung im Walde. Mitt. d. Arbkr. "Wald und Wasser", Nr. 2

24. **Delfs, J. 1956**
Können wir die Wasserlieferung aus dem Wald durch forstliche Massnahmen beeinflussen? Forst-und Holzwirt. 11 Jahrg. Nr. 22
25. **Delfs, J., Friedrich, W., Kiesekampf, H. und Wagenhoff, A. 1958**
Der Einfluss des Waldes und des Kahlschleges auf den Abflussvorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag.
Mit. aus d. Niedersächsischen Landesforstverw. Heft 3, Verlag Schaper, Hannover.
26. **Delfs J. 1960**
Wald und Wasser. Stand der wissenschaftlichen Untersuchungen auf Internationaler Basis. Jahresbericht des Deutschen Forstverein, Landwirtschaftsverlag, Hiltrup bei Münster.
27. **Eraslan, İ. 1954**
Modern bonitet tayini metodları ve amanjman işlerimize kullandılması imkânları, Orman Fakültesi Dergisi, Cild IV, Sayı II/B.
28. **Eriñç, S. 1949**
The climates of Turkey according to Thornthwaite's classifications
Annals of the Association of American Geographers. Vol XXXIX. No. 1.
29. **Eriñç, S. 1950**
Climatic types and the variation of moisture Region in Turkey. The Geographical Review V. XL.
30. **Eriñç, S. 1961**
Flânlamada iklim müdahale: İmkânlar ve metodlar. İ. Ü. Coğrafya Ens. Dergisi, Cild 7, sayı 12.
31. **Eriñç, S. 1962**
Klimatoloji ve Metodları. Baha Matbaası, İstanbul.
32. **Feldmann, A. 1955**
Wald und Wasser. Forst-und Holzwirtschaft. 10. 9.
33. **Fraser, D. A. and Driks 1959**
Internal water relation of yellow birch at Chalk River, Canadian Journal of Botany, 37: 789-799.
34. **Fraser, D. A. 1962**
Tree Growth in Relation to Soil Moisture. By the Ronald Press Company, Canada.
35. **Geiger, R. 1961**
Das Klima der bodennachen Luftschicht. Verlag Fried. Vieweg und Sohn, Braunschweig.
36. **Glock, W. S. 1950**
Tree growth and rainfall- a study of correlation and methods. Smithsonian. Ins. Misc. Coll. 111: 1-47 .

37. **Gruncw, J. 1955**
Die Niederschlag im Bergwald. Niederschlagszurückhaltung und Nebelzuschlag. Forstwissenschaftl. Centb. 64. Jg. Heft 1-2.
38. **Gupta, M. P. 1961**
Kritische Diskussion der Methoden zur Erkundung der Wirkung des Waldes auf den Wasserhaushalt und ihre Anwendbarkeit in Indien. Weltforstwirt., Nr. 52, Kommissionsverlag, Max Wiedebusch, Hamburg.
39. **Hamilton, E. L. and Rowe, P. B. 1949**
Rainfall, interception by chaparral in California. Calif. For. and Range Exp. Sta. US. Dep. Agric.
40. **Hanks, R. J., Bowers, U. A. and Bark, L. D. 1961**
Influence of soil surface conditions on net radiation, soil temperature and evaporation. Soil Sci. Vol. 91, P. 233.
41. **Hartmann, F. K. 1959**
Abwasserverrieselung im Waldgelände der Nordwestlichen Senne. Mitt. d. Arbeitkr. "Wald und Wasser", Nr. 3.
42. **Hendrickson, L. H. and Veihmeyer, F. J. 1945.**
Permanent wilting percentages of soils obtained from field and laboratory trials. Plant. Physiol. 20: 517-539.
43. **Hendrix, T. M. and Colman, E. A. 1951.**
Calibration of fibreglass soil-moisture units. Soil Sci. Vol. 71.
44. **Hilf, H. H. 1927**
Wurzelstudien an Waldbäumen. Verlag M. und H. Schaper, Hannover.
45. **Hoppe, E. 1896**
Regenmessung unter Baumkronen. Mitt. aus dem Forstl. Versw. Öst. H21.
46. **Hörter, R. E. 1919**
Rainfall, Interception. U. S. Monthly Weather Rev. 47.
47. **Høover, M. D., Olson, D. F. and Green, G. E. 1953**
Soil moisture under a young loblolly pine plantation. Soil Sci. Proc. 17: 147-150.
48. **Huber, B. 1924**
Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanze. Jahrb. Wiss. Bot. Bot. 64: 1-120
49. **Huber, B. 1924.**
Eine einfache Methode zur Messung der Verdunstungskraft am Standort. Bericht d. Deutsch. Bot. Gesell. 43: 551-559.
50. **Huber, B. 1925**
Der Wasserbedarf des Baumes Cent. Gesamt Forstw. 51 : 111-120.

51. **Huber, B. 1953**
Über den Wasserbedarf des Waldes. Allg. Forstztg. 8.
52. **Huber, B. 1954**
Was wissen wir vom Wasserverbrauch des Waldes? Mitt. d. Arbeitkr. "Wald und Wasser", Nr. 1
53. **Ijjasz, E. 1963**
Die Geschichte, Organisation und Forschungsrichtung der Forstlichen Forschungsanstalten Ungarn (Manuskript).
54. **Ijjasz, S. 1937**
Die Rolle des Rohhumus im Wasserhaushalte des Waldes. Sonderdruck aus dem "Hidrologiai Közlöny" XVI, Budapest.
55. **Ijjasz, E. 1938**
Grundwasser und Baumvegetation. Unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der ungarischen Tiefebene. Pächter der Rötting Romwalter Druckerei, Sopron.
56. **Irmak, A. 1940**
Belgrad Ormanı Toprak Mühasebeleri. Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmalarından, No. 70.
57. **Irmak, A. 1946**
Belgrad Ormanında Meşe, Gürgen ve Kayın meşcerelerinde ışık ölçmeleri ve ışık ekolojisine bağlı bazı fenolojik müşahedeler. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi, Cild 7, Sayı 2.
58. **Irmak, A. 1946**
Yetiştirme Muhiti Tanıtımı Kılavuzu. Hüsnütabiât Basımevi, İstanbul.
59. **Irmak, A. 1948**
Toprak taşınmaları, sebepleri, merkezetimizdeki önemi ve korunma çareleri. Tarım Bakanlığı Dergisi, Sayı 8 .
60. **Irmak, A. 1951**
Türkiyede kuraklık meselesi ve kurak sahalamızda yapılması lâzım gelen toprak araştırmaları. Orman Fakül. Dergisi, Cild I, Sayı 2.
61. **Irmak, A. 1954**
Yetiştirme muhitinin bakımı hususunda yeni kimyasal metodlar ile çalışmaların imhası, Orman Fakültesi Dergisi, Cild IV, Sayı 1.
62. **Irmak, A. 1954**
Yetiştirilecek orman ağaçları türlerinin seçilmesinde toprak araştırmalarının rolü. Orman Fakültesi Dergisi, Cild IV, Sayı 1.
63. **Irmak, A. 1958**
Arazide ve laboratuarda toprağın araştırılması. Halk Matbaası, İstanbul.
64. **Irmak, A. 1958**
Toprak İlmî Ders notları. Ege Üniversitesi Matbaası.
65. **Kalıpsız, A. 1962**
Doğu Kaynığında artım ve büyüme araştırmaları. Yenilik Basımevi, İstanbul.

- 66. Karamanoğlu, K. 1955**
Vergleichende anatomische Untersuchungen über die Wurzel einiger in der Umgebung von Ankara vorkommenden Steppenpflanzen, Communications de la Fakulté des Sciences de L'Université D, Tom. IV, Fasc. 2.
- 67. Keller, R. 1961**
Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Haude und Spenersche Verlagbuchhandlung, Berlin.
- 68. Krauss, G. (Çeviren, Sevim, M.) 1956**
Orman Yetiştirme Muhitlerinin su ekonomisi ve toprak ikliminin hükümlendirilmesi. Orman Fakültesi Konferansları. Kurulmuş Matbaası, İstanbul.
- 69. Kirwald, E. 1952**
Der Einfluss des Waldes auf die Wasserwirtschaft des Landes. Allg. Forstztg. 7,48.
- 70. Kirwald, E. 1955**
Über Wald und Wasserhaushalt im Ruhrgebiet. Verlag des Ruhrtalesperrenvereins.
- 71. Kitredge, J. 1948**
Forest Influence. Mc Grow-Hill Book Company, Inc. New York.
- 72. Knight, A. H. and Wright, W. 1954**
Soil moisture determination by neutron scattering. Radioisotope Conference. 1954-Volume II, 59. Published by Eutterworths Scientific Publication 88 Kingsway, London W. C. 2.
- 73. Lambor, J. 1959**
Liefert der Wald Wasser? Mitt. d. Arbeitkr. "Wald und Wasser", Nr. 3.
- 74. Laatsch, W. 1957**
Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden, Verlag von T. Steinkopff, Dresten und Leipzig.
- 75. Law, F. 1957**
Measurement of rainfall, Interception and Evaporation losses in a plantation of Sitca spruce. Internat. Assoc. Hydrol. 11. General Assembly. Toronto.
- 76. Lemmermann, D. 1934**
Methoden für die Untersuchung des Bodens. Verlag Chemie. Berlin.
- 77. Leyton, L. and Carlisle, A. 1959**
Measurement and interpretation of interception of precipitation by forest stands. Assoc. Int. Hydrol. Sci.
- 78. Lundegardh, H. 1957**
Klima und Boden. Güstav Fischer Verlag, Jena.

79. **Lundgeardh, H. 1960**
Pflanzenphysiologie. Gustav Fischer Verlag Jena.
80. **Marschall, T. 1959**
Relation Between Water and Soil. C. A. B. Farnham Royal, Buck, England.
81. **Merriam, R. L. 1959**
Nuclear probe compared with other soil moisture measurement methods. For. Res. Notes. Calif. For. and Range Exp. Sta.
82. **Merzlam, R. A. 1960**
Moisture sampling in wildland soils with a neutron Probe. Iowa State J. Sci. 34, 4.
83. **McClurkin, D. C. 1958**
Soil moisture content and shorleaf pine radial growth in North Mississippi. Forest Sci. Vol. 4. Nr. 3, P. 232-238.
84. **Miller, S. A. and Mazurak, A. P. 1955**
An evaluation of permanent wilting point percentage, 15 atm. moisture eastern Nebraska. Soil Sci. Scot. Amer. Proc. 19.
85. **Molchanow, A. A. 1955**
Die wasserhaltende und schützende Bedeutung des Waldes. Arch. f. Forstwesen 4, 5-6.
86. **Molchanow, A. A. 1959**
Forest and Water. Assoc. Int. Hydrol. Sci.
87. **Ovington, J. D. (Çeviren: Tavşançık, E.) 1959**
Ormanlık ve su yönetimi. Orman Fakültesi Dergisi, Cild IX, Sayı 1/B.
88. **Özgelik, S. 1957**
Drenaj etüd ve problemleri, Zemin Matbaası, Adana.
89. **Pamay, B. 1960**
Düzensiz Alacam Orman büntülüğündeki yangın tehlikesinin ağaçlandırılması. Marifet Matbaası, İstanbul.
90. **Peele, T. C. and Beale, O. W. 1950**
Relation of moisture equivalent to field capacity and moisture retained at 15 atm. pressure to the wilting percentage, Agronomy Journal, 42: 604-607.
91. **Polster, H. 1954**
Gesichertes und ungesichertes über den Wasserhaushalt des Waldbodens. Forst und Jagd 4, 7.
92. **Priehäusser, G. 1959**
Die geomorphologisches Grundlagen der Wasserspeicherung im Einzugsgebiet des schwarzen Regen. Mitt. d. Arbeitkr. "Wald und Wasser", Nr. 3.

92. **Press, H.**
Vorschlag über erste Massnahmen zur Errichtung eines Gewässer-
kundlichen Dienstes als Voraussetzung für Wasserwirtschaftliche Ent-
würfe und Ausführungen zur Förderung unentwickelter Länder. (Man-
uskript).
94. **Richards, L. A. and Weaver, L. R. 1943**
Fifteen - atmosphere percentage as related to the permanent wilting
percentage. Soil. Sci. 58: 331-339.
95. **Richard, F. 1953**
Über die verwertbarkeit des Bodenwassers durch die Pflanze. Mitt.
Schweiz. Anstl. forstl. Versuchsw. Band 29, Heft 1.
96. **Richard, F. 1955**
Über Fragen des Wasserhaushaltes im Boden. Schweiz. Zeitschr. f.
Forstw. Heft 4.
97. **Richard, F. 1958**
Wasserhaushalt und durchlüftung im Boden Bericht über das geobotani-
sche Forschungsinstitut für das Jahr 1958.
98. **Richard, F. 1959**
Über den Einfluss des Wassers und Luftgehaltes im Boden auf Fichten-
keimlingen. Mitt. Schweiz. Anstl. forstl. Versuchsw. Band 35.
99. **Ruth, R. 1961**
Konstruktive und thermodynamische Eigenschaften des Piche - Eva-
porimeters. Archiv für Meteorologie, Geophysik, Seri B: Allg. und biologi-
sche Klimatologie, Band 11, Heft 1.
100. **Saatçiođlu, F. 1954**
Silvikültür tatbikatları. Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
101. **Saatçiođlu, F. 1957**
Türkiyede ağaçlama çalışmalarının plânlaması, problemleri, Orman Fak-
ültesi Dergisi, Cild VII, Sayı 2 B.
102. **Saatçiođlu, F. ve Pamay, B. 1959**
Orman Fakültesi Meteoroloji İstasyonunun 11 yıllık rasat kıymetleri.
Orman Fakültesi Dergisi, Cild IX, Sayı 2 B.
103. **Saatçiođlu, F. 1961**
Türkiyede ağaçlandırma dâvası ve bazı yabancı memleketlerin ağaçlar-
dırma çalışmaları. Orman Fakültesi Derg., Cild XI, Sayı 2 L.
104. **Saatçiođlu, F. 1961**
Orman Bakımı, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
105. **Saatçiođlu, F. 1962**
Belgrad Ormanında Euroamericana Kavak melezleri ile yapılan plan-
tasyon denemeleri ve 10 yıllık sonuçları. Orman Fakültesi Dergisi.
Cild XII, Sayı 2/A.

- 106. Sevim, M. 1954**
Muhtelif toprak türlerinde Karaçam ve Sarıçam intaş fideciklerinin pörsüme noktaları üzerine denemeler. Orman Fakültesi Dergisi, Cild IV, Sayı 1 ve 2.
- 107. Sevim, M. 1954**
Alaçam Ormanlarında ekolojik ve pedolojik araştırmalar. Çelikkild Matbaası, İstanbul.
- 108. Sevim, M. 1959**
Belgrad Ormanının bazı meşcerelerinde üst toprağın fizik ve şimik özellikleri üzerine araştırmalar. Orman Fakültesi Dergisi, Cild VI, Sayı 1 A.
- 109. Sevim, M. 1958**
Orman yetiştirme muhitinin su ekonomisi ve toprak suyundan bitkilerin faydalanma imkânları. Orman Fakültesi Dergisi, Cild VII, Sayı 2 B.
- 110. Sevim, M. 1960**
Ormanda bazı ekstrem yetiştirme muhiti münasebetleri ve gerekli tedbirler. Orman Fakültesi Dergisi, Cild X, Sayı 2 B.
- 111. Sevim, M. 1951**
Bazı orman ağaçlarının kök sistemleri. Orman Fakültesi Dergisi, Cild XI, Sayı 1 B.
- 112. Scheffer — Schachtschabel 1952**
Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- 113. Schofield, R. K. 1935**
The pF of the Water in soil. Soil Sci, 2 : 37-48.
- 114. Smith, W. O. 1944**
The effect of soil physical conditions on moisture constants in the upper capillary range. Soil Sci. 58: 1-16.
- 115. Sönmez, N. 1960**
Eitki yetiştirme metodu ile solma yüzdesinin tayini üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yılığ, Fask. 1.
- 116. Thornthwaite, C. W. and Kennet. (Çeviren: Tokmanoğlu, T.)**
Ormancılıkta iklimlerin tasnifi. Orman Fakültesi Dergisi Cild VIII, Sayı 1/B, 1958.
- 117. Tohmson, L. 1957**
Soil and soil fertility. Mc.Graww-Hill Company, New York.
- 118. Tostin, E. (Çeviren: Pamay, B.)**
Toprak rutubeti ile ilgili olarak su ağırlığı olan yerlerde hektardaki optimum ağaç sayısını tayine yarıyan bir metod. Orman Fakültesi Dergisi, Cild XI, Sayı 2 B, 1961.

119. **Uhlig, S. 1958**
Wasserhaushaltsbetrachtungen nach Thornthwaite. Zeitschr. "Wasser und Boden", Februar.
120. **Ungarische Akademi. 1956**
Kongres für Bodenkunde, Budapest 6-8 Juni 1955 Verlag der Ungarischen Akademi der Wissenschaften, Budapest, 1956.
121. **Walter, H. 1926**
Die Anpassung der Pflanzen an Wassermangel. Naturwissenschaft und Landwirtschaft. Heft 9.
122. **Wilm, H. G. 1957**
The Influence of Forest Vegetation on Water and Soil. Unasylya (F. A. O.) Vol, 11, No. 4.
123. **Wittich, W. 1952**
Der Einfluss des Waldes auf die Wasserwirtschaft des Landes Allg. Forstztg. 7, 43.
124. **Wittich, W. 1953**
Wald und Wasserwirtschaft. Allg. Forstztg. 8, 40.
125. **Veihmeyer, F. J. and Hendrickson, R. H. 1949**
Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. Soil Sci. 68: 75-94.
126. **Vetterlein, E. 1961**
Über methodische Ergebnisse von stationären Feuchtigkeitsmessungen in sandigen Waldböden. Mitt. I. Zeitschr. f. Pflanzener., Düngung, Bodenkunde, 92. Heft 1.
127. **Vetterlein, E. 1961**
Über methodische Ergebnisse von stationären Feuchtigkeitsmessungen Mitt. II. Zeitschr. f. Pflanzener., Düngung, Bodenkunde, 92, Heft 2.
128. **Volkert, E. 1954**
Die Verbundenheit von Industrie und Forstwirtschaft auf Wasserwirtschaftlichen Gebiet. Zeitschr. Weltforstwirtschaft, 17, 4.
129. **Voigt, G. K. 1960**
Distribution of rainfall under forest stand. For. Sci. 6, 1.
130. **Vural, F. 1940**
Belgrad Ormanında Meşenin silvikültüre-i tabii tutulacağı muamele. ekolojik esaslar, teknik teklifler. Y. Z. E. Ankara
131. **Yamanlar, O. 1962**
Türkiyede havza amanjmanı araştırmalarının lüzumu ve araştırma programı. Orman Fakültesi Dergisi, Cild XII, Sayı 1/B.
132. **Zöttl, H. 1958**
Die Abhängigkeit der Bodentemperatur vom Wasserhaushalt wechselfeuchter Standorte. Forstwissenschaftliche Centralblatt, 77 Jg., 11/12: 329-335.