

ORMANLARIN TORPAK KORUMASI VE HİDROLOJİK BAKIMDAN ÖNEMİ

Doç Dr. Selman USLU

Bilhassa kurak ve yarıkurak mıntikalarda ormanların kollektif faydalar bir başka ifade ile toprak korunması ve su ekonomisi bakımından önemi ham madde şeklinde görmüş olduğu fonksiyondan çok daha büyüktür. Bu istikametteki bilgiler çok eski olup bir çok milletlerin, efsane ve mitolojilerinde yer almış bulunmaktadır.

Nitekim çok eski devrelerde Plinus ve Paracelsus, Moreau de Janes, Rougier de la Bergerié, Hundeshagen, Pfeil, Woeikoff, Blanford, Ebermayr, Lorenz von Liburnau, Mültrich, Schubert ormanın kollektif fonksiyonları üzerinde çalışmış ve bazı gerçekleri ortaya koymuşlardır (5. S. 31).

Diğer taraftan vejetasyon örtüsü ve özellikle ormanlarla su ekonomisi arasındaki karşılıklı münasebetler intersepsiyon, gövdeden akış, evapotranspirasyon, yüzeysel akış gibi faktörlerin tesiri altında şekillenirler.

Bu ilişkilere ait muhtelif memleketlerde çeşitli araştırmalar yapılmıştır, bunlarda (4. S. 84), AŞK.K. 1963 BALCI, A.N. 1958 ve 1964, Burger H. 1943 - 1945, ÇEPEL. N. 1964 ,ve 1967, Delfs, J. 1954, 1955, 1956, 1958, Grunov, J. 1965, Hamilton, E.L. ve Rowe, P.B. 1949, USLU, S. 1969, JUNG, L. 1951, 1953, 1954 gibi araştırmalardır. Aşağıda sırası geldikçe bunlarla ilgili bilgi verilecektir :

I — ORMANIN HİDROLOJİK BAKIMDAN ÖNEMİ

Bir sahanın su bilânçosu üç ana faktöre bağlı bulunmaktadır, bunlar da yağış, yüzeysel akış ve evapotranspirasyondur.

Bu ifade aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (7. S. 332).

$F = N - (V + A)$ Burada F = Bir yerin su bilânçosu yani toprakta tutulan su

N = Düşen yağış miktarı (mm)

A = Yüzeysel akış (mm)

V = Evapotranspirasyon (mm) dir.

Buradan da görüleceği üzere su bilânçosu, yağış ile evapotranspirasyon ve yüzeysel akış arasındaki dengeyle yakinen ilgili bulunmaktadır. Evapotranspirasyon ve yüzeysel akış ne kadar azsa yağış o kadar fazla kıymetlendiriliyor demektir. Bunun aksine olarak yağış miktarı bu iki komponentten az olduğu müddetçe o yerde kuraklık ağır basar. Yağışlar üzerinde ve onun miktarını arttırma bakımından pek az imkân olmasına rağmen, evapotranspirasyon ve yüzeysel akışı azaltmak suretile rutubet bilânçosunu düzenlemek mümkündür (9. S. 14). Burada bilhassa yüzeysel akış, yağışa, onun miktar ve şiddetine, yamacın meyline, toprağın rutubet durumu ve arazi kullanma şekline bağlıdır (13. S. 34).

Yağış şiddeti ile yüzeysel akış arasında münasebetler kurmağa çalışan Jung, L. (1956). Aynı maile, aynı toprak şartları üzerinde almış olduğu tecrübe parsellerinde aşağıdaki neticeleri ortaya çıkarmıştır (6. S. 27) ;

TABLO : 1 (JUNG, L. 1956)

Yağış Miktarı mm	Yağış şiddeti mm/dak	(Yağışın yüzdesi olarak) Yüzeysel Akış %
7	0.02	4.7
7	0.58	13.4

Buradan da görüleceği üzere aynı miktar fakat değişik şiddetteki yağış, yüzeysel akış bakımından farklı neticeler meydana getirmektedir. 0.58 mm/dak şiddetindeki yağış 0.02 mm/dak şiddetindeki yağışa nisbetle üç misli fazla bir yüzeysel akışa sebep olmaktadır.

Diğer taraftan muhtelif arazi kullanma şekillerinin yüzeysel akış üzerine olan tesirini incelemek üzere araştırmalar yapan BALCI. N

1958 (1. S. 64) aynı ana kaya ve toprak şartlarına haiz % 15 meyilli ve 250 m boyunda doğu mailesi üzerinde $1 \times 3,5$ m. ebadında yani $3,5$ m² lik büyüklükte üç ayrı tecrübe parseli almış ve 1956 yılından 1958 yılına kadar ölçmeler yapmıştır, ölçme neticeleri aşağıdaki tabloda görülmektedir ;

TABLO : 2

Muhtelif Arazi Kullanma Şekillerinin Yüzeysel Akış Üzerine Tesiri (Balci, 1958)			
Deneme Parseli	Total Yağış (mm)	Yüzeysel Akış (mm)	M ³ /ha
Çayır ile kaplı parsel	1336.2	480.6 (% 36)	4806.2
Çıplak Parsel	»	744.5 (% 56)	7445.0
Ormanla kaplı Parsel	»	241.4 (% 18)	2413.6

Buradan da görüleceği gibi 1956 - 1958 yılları arasında düşen 1336.2 mm lik yağışın çıplak parselde büyük bir kısmı 744.5 (% 56) yüzeysel akışa geçmiştir. Bunu çayır ile kaplı parsel 480.6 mm (% 36) takip etmektedir. Ormanla kaplı parselde ise yüzeysel akış miktarı diğer iki parsel ile nisbetle çok daha azdır 241.4 mm. (% 18). Buradan arazi kullanma şeklinin yüzeysel akış üzerinde büyük bir tesir icra ettiği görülmektedir.

Diğer taraftan Bahçeköy - Şeytandere Mahallinde % 10 meyilli ve SE ya bakan bir maile üzerinde bulunan aynı toprak şartlarına sahip 1×8 ebadında yani 8 m² lik dört ayrı parsel alınmıştır (14). Bunlardan birincisinin vejetasyon örtüsü tamamen tıraşlanmış, ikincisi tabii halle bırakılmış, üçüncüsünde tesviye eğrilerine dik şeritler üzerinde *Bromus inermis*, *Avena elatior*, *Agropyron elangatum*dan müteşekkül bir ot vejetasyonu ekilmiştir. Dördüncü parselde aynı otlarla fakat tesviye eğrilerine paralel olarak ekim yapılmıştır.

Bu parseller üzerinde 20 - 11 - 1965 den 27 - 4 - 1969 za kadar yapılan yüzeysel akış neticeleri bir tablo halinde aşağıda verilmiştir.

TABLO : 3 USLU, S. (1969).

Arazi Kullanma Şekli	20 - 11 - 1965 den 27 - 4 - 1969 za kadar yağış miktarı mm	Yüzeysel Akış	
		Parselde mm	ha/mm
Çıplak parsel	1671.2	574.46 % 34.37	555.19
Bozuk Çalı ile kaplı Parsel	»	22.4 % 0.93	22.23
Tesviye Eğrilerine dik ekim yapılan parsel	»	207.42 % 12.07	207.42
Tesviye eğrilerine para- lel ekim yapılan parsel	»	211.59 % 17.18	211.65

Bu süre içerisinde düşen 1671.2 mm lik yağışın çıplak parselde yüzeysel akışa geçen miktarı 574.46 mm olup bu yağışın % 34.4 ünü teşkil etmektedir. Tesviye eğrilerine dik ekim yapılan parselde bu miktar 207.42 mm (% 12.07), tesviye eğrilerine paralel ekim yapılan parselde 211.59 mm (% 17.18), bozuk çalı ile kaplı parselde ise yüzeysel akış miktarı 22.4 mm (% 0.93) gibi düşük bir miktar göstermektedir. Buradan orman örtüsünün yüzeysel akışı azaltıcı tesiri açıkça görülmektedir.

Leningrad hidroloji enstitüsü (12. S. 193) tarafından yüzeysel akışa ilgili olarak yapılan araştırmalar da ormanların müsbet tesirini ortaya koymuştur. Bu maksatla 400 m² büyüklüğünde aynı toprak özelliklerine sahip orman ve çayır ile kaplı iki tecrübe parseli alınmıştır. Düşen 660 mm lik yağışın ormanla kaplı parselde 58 mm. si yüzeysel akışa geçmiş çayır ile kaplı parselde ise 191 mm lik bir yüzeysel akış tesbit edilmiştir.

Bu istikamette bir birinden farklı meşcerelerde (Karaçam, Kayın) 1 m² lik tecrübe parselleri alan Çepel, N. 1965 (4. S. 115) bunlar üzerinde suni yağmurlama ile yüzeysel akış tecrübeleri yapmış neticede Karaçam parselinde Kayından daha fazla yüzeysel akış meydana geldiğini ve bunun Karaçam parselinde diri örtünün bulunmamasından ileri geldiğini ortaya koymuştur.

Orman ölü örtüsünün de yüzeysel akışı firenleyici tesiri vardır çünkü bu örtünün suyu absorbe etme hassası çok yüksektir. Nitekim üzerinde ölü örtü olan bir tecrübe parselindeki toprağın infiltrasyon

kapasitesi 3.9 cm/sa. olmasına mukabil bu örtü tabakası kaldırılmış ve aynı toprak vasıflarına sahip parseldeki infiltrasyon kapasitesi 2.3 cm/sa. dir (3. S. 83).

Balcı, N. (1964) nın Birleşik Amerika'nın Washington eyaletinde yaşlı ibreli ormanlarda yaptığı araştırma neticelerine göre ham humus tipi ölü örtü tarla kapasitesi şartlarında hektarda ortalama 279 ton, çürüntü tipi ölü örtü ise aynı şartlar altında ortalama 157 ton su tutmaktadır (2. S. 91).

Bulgaristan merkezi Rodop Dağı ormanlarında N. V. Serafimov (1958) tarafından yapılan araştırmalara göre balçık toprakları üzerinde 0.4 cm. kalınlığındaki ölü örtü tabakasında yüzeysel akış'ın sürati 1.9 mm/dak. iken, kalınlık arttıkça akış sürati de düşmektedir. 1.5 cm kalınlığındaki yaprak tabakası üzerinde sürat 1.1 mm/dak., 3,5 veya 6 cm kalınlığında yosunla kaplı yaprak tabakası üzerinde ise 0.3 mm/dakika'ya düşmektedir (12. S. 179).

Orman toprakları üzerinde yatan ölü örtü tabakasının su tutma kapasitesi yüksek olduğu için yağışları takiben suyun toprağa intikal süresi kısalmış ve miktarı da artar. Üzerinde ölü örtü olan bir tecrübe parselindeki toprağın infiltrasyon kapasitesi 3.9 cm/sa. olmasına mukabil ölü örtüsü kaldırılmış ve aynı toprak vasıflarına sahip parseldeki infiltrasyon kapasitesi 2.3 cm/san. dir (2. S. 89).

Diğer taraftan hayvan otlatması yapılan yerlerde yüzeysel akış sürati 5.6 mm/dak. ya yükselmektedir. Zira hayvanların yürüyüp geçtikleri yerlerde toprak sıkışır ve infiltrasyon kapasitesi bozulur bu suretle toprak yüzüne düşen yağışların büyük bir kısmı yüzeysel akışa geçer. Wittich W.'e (1954) göre bir ineğin bastığı toprak yüzeyine yaptığı basınç 350 Kg/dm² dir, bu toprağın sıkışması için kâfi bir fikir vermektedir (16. S. 51).

Burger, H. (1954) İsviçre'nin Bern Kantonunda 55.3 hektar ormanla kaplı Sperbelgraben adlı bir havza ile gene buna komşu 24.5 hektar ormanla kaplı fakat şiddetli otlatmaya maruz bir havzada yüzeysel akış tecrübeleri yapmıştır. Buna göre otlatma yapılmayan Sperbelgraben havzasında düşen 1685 mm. lik yağışın yüzeysel akışa geçen miktarı 836 mm (% 50), şiddetli otlatma yapılan havzada (Rappengraben) ise düşen 1738 mm. lik yağışın 1081 mm. si (% 62) yüzeysel akışa geçmiştir (3. S. 11).

Ormanların yüzeysel akışı firenleyici tesirlerinden başka nehirlerin su rejimini düzenleyici fonksiyonları da vardır. Bugün su taşmalarının sık sık meydana geldiği yerlerde ormanların da tahrip edildiği görülmektedir. Bu yüzden memleketimizde milli ekonomimiz her yıl büyük kayıplara uğramaktadır. Bu zararın yılda ortalama 100 milyon T.L. olduğu ifade edilmektedir (15. S. 117).

II — ORMANLARIN TOPRAK KORUMASI BAKIMINDAN ÖNEMİ

Arazi bir vejetasyon örtüsü ile kaplı olduğu müddetçe altta bulunan toprak o kadar yavaş taşınır ki, ana kayadan düşen yeni toprağın oluşma hızı ile üstten vaki olan taşınma dengesi bir ahenk teşkil eder. Bu suretle kaybolan üst toprak devamlı olarak, altta ana kayadan yenden hasıl olan yeni toprakla telâfi edilir. Erozyonun bu oluş şekline **Jeolojik veya normal erozyon** denir.

Diğer taraftan koruyucu vejetasyon örtüsünün kaldırılması ile suni şekilde yaratılan şartlar altında tabii denge bozulur ve toprak oluş süresinden daha hızlı taşınır ki buna da **toprak erozyonu veya anorma' erozyon** denir.

Erozyon bir takım faktörlerin tesiri altında bulunmaktadır. Bunlarda iklim, topoğrafya, vejetasyon, toprak ve insandır. Burada vejetasyon örtüsünün toprak koruması bakımından önemi üzerinde durulacaktır.

Bu istikamette muhtelif araştırmalar yapılarak ormanın faydalı fonksiyonları ortaya konulmuştur.

Kürsümüzde yapılan bir araştırmaya göre (Balcı, N. 1958) aynı meyil ve toprak şartlarına haiz 3,5 m² lik. parsellerden ormanla kaplı olanında iki yıla yakın bir süre içinde düşen 1336.2 mm. lik yağış hiç bir kayıp meydana getirmemiş. Buna mukabil çıplak parselde 5.605 Kg. hektarda 16 ton toprak taşınması meydana gelmiştir (1. S. 64).

Gene kürsümüz tarafından Fakülte civarında Şeytandere mahallinde aynı meyil ve toprak şartlarına sahip 8 m² lik parsellerde yapılan ölçmelere göre USLU, S. (1969) üç yıla yakın bir süre içinde düşen 1671.2 mm. yağış çalı ile kaplı parselde 178.31 gr. (413.218 Kg/ha) toprak taşınmasına sebep olmuş halbuki çıplak parselde 18979 gr. (23684.4 Kg/ha) toprak taşınmıştır (14).

Orman yangınlarının ormanın toprağı koruyucu fonksiyonunu bozduğu tesbit edilmiştir. Kuzey Missisipi de iki defa yanmış meşe ormanında erozyon acrede 0.05 ton dan 0.83 ton'a yükselmiştir (10. S. 287).

Amerika'da Colorado da C. G. Bates ve A. J. Henry tarafından (11. S. 231) yapılmış olan araştırmalarda orman örtüsünün erozyon üzerine olan firenleyici tesiri görülmüştür. Bu maksatla Colorado eyaletinde Rio Grande devlet ormanında Rocky Mountains'in merkezi kısmında bir birine benzer şartlara sahip iki tecrübe sahası alınmış, 1911 yılından 1919 yılına kadar meteorolojik gözlemler yapılarak bu iki sahadan birisinde orman örtüsü tamamen uzaklaştırılarak ölçmelere 1926 yılına kadar devam edilmiştir. Neticede çıplak sahada ormana kaplı sahaya nisbetle erozyonun 501.5 Kg. daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Ormanın kapalılık derecesinin de erozyon üzerinde tesiri görülmektedir. Araştırmalara göre (12. S. 238) iki günde düşen 63 mm. lik yağış 0.6 - 0.7 kapalılık derecesindeki ormanda 5.3 Kg/ha, 02 - 0.3 kapalılık derecesindeki ormanda 15.1 Kg/ha erozyona sebep olmuştur, orman örtüsü olmayan komşu sahada ise 32.1 Kg/ha toprak taşınması tespit edilmiştir.

Almanya yukarı Hartz muntikasında yapılmış olan araştırmalarda da çıplak sahalarda ormanlık yerlere nisbetle daha fazla miktarda erozyon husule geldiği tespit edilmiştir (8). Bu maksatla 1948 yılında Hartz'da iki tecrübe sahası alınmıştır. Bunların her ikisi de bir dere havzasında bulunmakta olup birisi ormanla kaplı (Steintal) diğeri tamamen traşlanmıştır (Utschenk'e). Araştırma neticelerine göre orman örtüsü uzaklaştırılmış sahada Km² den taşınan toprak miktarı ormanlık sahadan 800 defa daha fazladır.

Wyssotzky'nin 1939 yılında Woronesch'de yaptığı araştırmalara göre çıplak sahada ormanla kaplı sahalara nisbetle 30 bin defa daha fazla toprak taşınmaktadır (5. S. 37).

Erozyonun meydana getirdiği maddi zararlar tahminlerin de üstündedir.

1934 yılında Amerika'da erozyonla husule gelen maddi zarar 80 milyon dolar olarak hesaplanmaktadır. Bu zararların bertaraf edilmesi için 4 Milyon dolar sarfedilmiştir. Gene Amerikan resmi makamlarının bildirdiğine göre orman ve vejetasyon tahribatı neticesinde meydana gelen erozyonla her yıl 322 Milyon ton verimli toprak taşınıp gitmektedir.

Tahribe uğravan tarım sahaları 40 Milyon hektardır. Missouri, Iowa, Nebraska, Cansas gibi Amerika'nın buğday kuşağını teşkil eden sahalardaki % 8 den fazla meyilli sahalardaki tarlalarda her yıl hektarda 150 ton toprak kaybı husule gelmektedir. Bu zaviat çıplak yamaçlarda yılda ve hektarda 280 ton'a kadar çıkmaktadır.

Memleketimize gelince; bu hususda Yamanlar'ın (1966) bildirdiğine göre, Türkiye de şimdiye kadar 20,5 Milyon hektarlık bir sahada erozyon etüdleri yapılmış olup bu sahalarda memleket genel yüz ölçümünün % 26,4 ne tekabül etmektedir. Bu sahalardan % 28,5 kısmında su erozyonu ciddi bir problem teşkil etmemektedir. % 40 kısmında hiç toprak görülmemiştir. % 31,5 sahada ise toprak erozyonu siddetli bir şekilde faaliyet göstermektedir (17. S. 65).

Diğer taraftan memleketimizde son yıllarda tesis edilen bazı barajlarda da erozyonun zararlı tesirleri müşahade edilmektedir. Örneğin Çubuk I, Elmalı Barajı artık fonksiyonlarını göremez hale gelmişlerdir.

Netice:

Bütün bu verilen bilgilere dayanarak aşağıdaki neticeleri çıkarmak mümkündür;

- 1 — Ormanlar toprak üzerinde ağaçların tepe, dal ve yaprakları ile geniş bir yüzey teşkil etmeleri, toprakların poröz bir yapıya sahip olmaları sebebiyle bilhassa meyilin tehlikeli olduğu yerlerde yüzeysel akış üzerinde müsbet tesir icra ederler.
- 2 — Ormanlar sağnak halinde düşen yağışları toprağa tedricen intikal ettirirler, bu suretle taban sularının ve toprak suyunun zenginleşmesini temin ederler.
- 3 — Kaynak sularının temiz ve düzenli bir rejimde olmalarını sağlarlar.
- 4 — Bilhassa yağış havzalarından itibaren nehirlerin akış sیرatını frenlemek suretile katastrofel su taşmalarını önlerler.

BİBLİYOGRAFYA

1 — BALCI, A. N. 1958

Elmalı Barajının Siltasyondan Korunması İmkânları ve Vejetasyon Su Düzeni Müinasebetleri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi (Yayınlanmamış).

2 — BALCI, A. N. — ÇEPEL, N. 1966

Vejetasyonun Hidrolojik Devrindeki Rolü
Orman Mühendisliği 1. Teknik Kongresi, Ankara

3 — BURGER, H. 1954

Wald und Wasser in der Schweiz, Schriften des
Deutschen Forstwirtschaftsrates.

4 — ÇEPEL, N. 1955

Orman Topraklarının Rutubet Ekonomisi Üzerine Araştırmalar ve
Belgrad Ormanı'nın Bazı Karaçam, Kayın, Meşe Meşcerelerinde İnter-
sepsiyon Gövdeden Akış ve Toprak Rutubeti Miktarlarının Sistematik
Ölçmelerle Tespiti, İstanbul.

5 — HESKE, F. 1953

Die Wohlfahrtswirkungen des Waldes als internationales Problem.
Sonderdruck aus Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nord-
rhein - Westfalen Heft 48

6 — JUNG, L. 1956

Abfluss - und Abtragmessungen auf den Erosionsversuchsfeldern Al-
bacher Hof (I), Erndtebrück (II) und Marburg (III), Hamburg.

7 — KELLER, R. 1961

Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes Berlin.

8 — KIESEKAMP. 1951

Der Einfluss des Waldes und der Grosskahlschläge auf den Wasser-
haushalt und Bodenabtrag in Oberharz. Erste Ergebnisse 1950, Disser-
tation Hann. Münden

- 9 — **KIRWALD, E. 1964**
Gewässerpflege, München
- 10 — **KITTREDGE, J. 1948**
Forest Influences, New York
- 11 — **SCHAMAUSS, A. 1928**
Experimentelle Forstmeteorologie Forstliches Zentralblatt
- 12 — **MOLCHANOV, A. A. 1963**
Hydrological role of forests, Jerusalem
- 13 — **OLBERTZ, H. M. 1957**
Über die am Standort des Kulturbodens erfassbaren Grössen des Wasserhaushaltes, Berlin.
- 14 — **USLU, S. 1969**
Muhtelif Arazi Kullanma Şekillerinin Yüzeysel Akış ve Erozyon Üzerine Tesirleri İstanbul (Yayınlanmak üzere).
- 15 — **ÜÇÜNCÜ, N. 1966**
Türkiye'de Toprak Kaybı Su Kaybı Seller ve Sedimentasyon. Orman Mühendisliği 1. Teknik Kongresi. Ankara
- 16 — **WITTICH, W. 1954**
Die Bedeutung des Waldes für die Wasserwirtschaft.
Schriften des Deutschen Forstwirtschaftsrates.
- 17 — **YAMANLAR, O. 1966.**
Türkiye'de Toprak ve Selleri Meydana Getiren Sebepler. Orman Mühendisliği 1. Teknik Kongresi Cilt 1 Ankara.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Wohlfahrtswirkungen des Waldes sind schon seit alter Zeit bekannt. In Religion und Mythologie der verschiedenen Völker gibt es solche Hinweise. Zahlreiche Forscher beschäftigen sich diesen Problemen, wie z. B. PLINIUS und PARACELUS, MOREAU DE TONNES, ROUGIER DE LA BERGERIE, HUNDESHAGEN, PFEIL, GAY - LUSSAC, WOEIKOFF, BLANFORD, EBERMAYR, LORNZ VON LIBURNAU, MÜTTERLICH, SCHUBERT, HOPE u. a., und sie haben eine Reihe von Tatsachen festgestellt.

In der letzten Zeit wurde eine Reihe von Untersuchungen über die Wohlfahrtswirkungen des Waldes von den verschiedenen Autoren wie BALCI (1958, 1963), BURGER (1954), ÇEPEL, N. (1964 und 1967), DELFS J. (1954, 1955, 1956, 1958), GRUNOV, J. (1965), HAMILTON, E. L. und ROWE P. B. (1949), MOLCHANOV, A. A. (1963), USLU, S. (1969), JUNG. L. (1956) durchgeführt, deren Ergebnisse unten gegeben wird.

I — Die hydrologische Bedeutung des Waldes

Der Wasserhaushalt eines Landes ist von drei Hauptfaktoren abhängig und zwar; Niederschlag, Abfluss und Verdunstung (7, S. 332). Dies kann wie folgt formuliert werden.

$$F = N - (V \cdot A)$$

F = Wasserhaushalt des Landes,
N = Niederschlag
V = Verdunstung
A = Abfluss

Wie zu sehen, hängt der Wasserhaushalt eines Landes mit der Beziehung zwischen Niederschlag und Verdunstung sowie Abfluss zusammen. Je niedriger Verdunstung und Abfluss, desto besser ist bei gegebenem Niederschlag die Wasserhaushaltung im Lande.

Der Abfluss hängt von der Niederschlag und zwar der Regenmenge und der Regendichte, der Abfälle des Gebietes, der Bodenfeuchte und der Bodennutzungsformen ab.

JUNG, L. 1956 versuchte die Beziehungen zwischen dem Abfluss und der Regendichte herauszustellen. Das Ergebniss ist unten gegeben;

<u>Regenmenge mm</u>	<u>Regendichte mm/min</u>	<u>Abfluss %</u>
7	0.02	4.7
7	0.58	13.4

Daraus ist zu ersehen, dass bei gleicher Regenmenge von 7.0 mm, aber steigender Regendichte von 0.02 mm/min auf 0.58 mm/min der Abfluss erhöht wird.

BALCI, N. (1958) versuchte die Einflüsse der verschiedenen Bodennutzungsformen über den Einfluss und gab folgende Ergebnisse;

<u>Versuchsparzelle</u>	<u>Totale Niederschlag in mm</u>	<u>Abfluss in mm</u>	<u>m³/ha</u>
Wiese		480.6 (36 %)	4806.2
Nackter Boden	1336.2	744.5 (56 %)	7445.0
Mit Wald bedeckt		241.4 (18 %)	2413.6

Wie aus der zahlen ersichtlich ist, ist Abflussprozent auf nackten Parzelle besonders hoch 744.5 (56 %). Auf der Wiese ist die Abflussmenge 480.6 mm (36%) höher als waldbestockten parzelle. Die geringste Abflussmenge ist auf der Wald bestockten Parzelle zu sehen. 24.4 mm (18 %). USLU, S. (1969) hat einen Versuch unternommen mit folgenden Ergebnissen;

<u>Bodennutzungsform</u>	<u>Totale Niederschlag in mm</u>	<u>Abfluss in mm</u>
Nackter Boden		574.46 (34.37 %)
Degradierter Busch	1671.2	22.49 (0.93 %)
Wiese		211.59 (17.2 %)

Um den Einfluss der Bodennutzungsformen auf Abfluss und Abtrag festzustellen, wurden von den vier im Jahre 1965-1969 zur Verfügung stehenden Parzellen ($1 \times 8 = 8 \text{ m}^2$) zwei mit *Bromus inermis*, *Avena elatior*, *Agropyron elongatum* bestellt, während die nackte Parzelle auf natürlichen Zustand gelassen. Eine von Grass bestellten Parzelle wurde die Pflanzenreihe längs dem Gefälle und die andere in Reihen quer zum Gefälledrilltes Gräser eine bessere Wirkung als nackter Parzelle. Auf der nackter Parzelle erhöhte sich dagegen der Abfluss 574.46 mm (34.37 %).

An diesem Beispiel wird deutlich gesehen, dass es möglich ist, den Wasserhaushalt der Hangböden durch zweckmässige Bebauung so zu steuern, dass der Oberflächenabfluss auf ein Minimum vermindert wird und nicht mehr wertvollen Boden mitreisst.

In Russland - Leningrad wurde vom hydrologischen Institut (12, S. 193) einen Versuch über die Einflüsse der verschiedenen Pflanzendecke auf den Abfluss durchgeführt. Für diesen Zweck wurde zwei Parzellen (etwa 400 m²) die eine mit der Wiese bedeckt und andere dem Wald bestockt waren, gewählt. Während der Versuchszeit fiel einen Niederschlag von 660 mm. Der Abfluss auf der Waldbestockten Parzelle war 53 mm, und auf der Wiese 191 mm.

Burger, H. (1954) hat über die Abflussverhältnisse eine Reihe von Versuchen fortgeführt, die im Jahre 1919 von A. Dengler begonnen wurde. Die Ergebnisse dieser langjährigen Versuche sind 1934 und 1943 veröffentlicht worden.

Der fast vollständig bewaldete Sperbelgraben und der nur zu 1/3 mit Wald bestockte Rappengraben liegen auf dem Gebiete der hernischen Gemeinde im Emmental und bilden kleine Tälchen an den westlichen Ausläufen der Napfer. Der Sperbelgraben hat eine Fläche von 56 ha (97 % Wald, Tanne, Fichte, Buche), Rappengraben 70 ha (35 %). Die Ergebnisse der 15 jährigen Versuche sind folgende (4, S. 11);

<u>Einzugsgebiet</u>	<u>Niederschlag mm</u>	<u>Abfluss mm</u>
Sperbelgraben	1685	836 (50 %)
Rappengraben	1738	1081 (62 %)

Der Abfluss ist, wie aus der Tabelle zu sehen, im Rappengraben (62 %) höher als im Sperbelgraben.

II — Die Bodenschützende Bedeutung des Waldes

Man soll die bodenschützende Bedeutung des Waldes nicht unterschätzen. Auf diesem Gebiet gibt es eine Reihe von Versuchungen, die unten gegeben wird.

Balci, N. (1958) stellte fest, dass der Bodenverlust bei nackter Boden je Hektar 16 Tonnen gemessen word. Bei Waldbestockten Boden wurde keinen Bodenverlust beobachtet.

Eine andere Arbeit (14) bestätigte die Ergebnisse von Balci, N. Nach dieser Arbeit wurde auf der Gebüsch bestockten Fläche einen Bodenverlust von je Hektar 413.3 Kg gemessen, auf der nackten Boden trug je Hektar 23684 Kg Boden ab.

Im Staate Colorado in dem zentralen Teile der Rocky Mountains und in zwei benachbarten Quellgebieten wurde von C. G. und A. I. Henry (11, S. 231). ein Versuch angestellt. Der erste Teil der Arbeit begann im Oktober 1910 nach 8 jährigen Beobachtungen im Juni 1919 wurde das Tal entwaldet, die Versuche jedoch bis 1. Oktober 1926 fortgesetzt. An den Klärbecken abgesetzten Schlammengen zeigte sich der Einfluss der Entwaldung auf die Erosion deutlich. Vor der Entwaldung war die Schlammmenge auf beiden Flächen gleich, aber nach der Entwaldung wurde festgestellt, dass von dem entwaldeten Hang 501.5 Kg mehr Schlamm als aus der bestockten Fläche abgeschwemmt wurden.

Kiesekamp unternahm im Jahre 1948 einen Versuch zum Beweis, dass die Bodenerosion auf einem kahlen Hang stärker als auf bestockter Fläche ist. Im Jahre 1948 wurden im Harz zwei Versuchsflächen in zwei Versuchsspärren (ein voll bewaldetes und ein unmittelbar benachbartes, aber gänzlich kahlgeschlagenes Einzugsgebiet zweier Gebirgsbäche) miteinander verglichen. Der von der Kahlfläche in einem Jahr weggeführte Boden je Km² mehr als 800 fache des bewaldeten Gebietes.

Nach solchen Versuchen ist zu sehen, dass die Wälder in dem Wasserhaushalt eines Landes eine grosse Rolle spielen. Der Boden kann diese Funktion allein nicht ausüben, wenn der Wald vernichtet worden ist. Katastrophale Hochwässer, Überschwemmungen treten immer dort ein, wo der Wald völlig zerstört ist. Nach der Schätzungen (15, S. 117) betragen die jährliche Hochwasser und Erosions verursachte Schäden etwa 100 Millionen T.L.

Nach Yamanlar, O. (17, S. 65) beträgt die Fläche, die die Erosionsuntersuchungen durchgeführt und fertig gestellt wurden, 20.5 Millionen Hektar... Diese Fläche umfasst etwa 26.4 % des gesamten Landes. Die gesamte Böden von 40 % des untersuchten Gebietes sind abgetragen. Im 31.5 % des Gebietes spielt die Erosion eine grosse Rolle. Im 28.5 % des Untersuchungsgebietes gibt es kein Boden - Wassererosionsgefahr.

Nach diesen ganzen Beobachtungen ist folgendes zusammengefasst werden;

1 — Der Wald fängt schon allein durch sein Blätterdach, durch Zweige und Stämme und durch die Bodenvegetation an Sträuchern, Kräutern und Moosen Platzregen und starke N-iederchläge auf, so dass es im Walde nur selten zu unmittelbaren Oberflächenabfluss kommt.

2 — Freier, unbewaldeter Boden unterliegt bei längerdauerndem Regen der sogenannten Dichteschlammung, durch die Porosität des Bodens zerstört wird, während der Waldboden durch die Streudecke geschützt ist.

3 — Der Waldboden hat einen porösen Charakter, nimmt das Wasser wie ein Schwamm auf, speichert es und gibt es langsam und stetig an die Grundwässer ab.

4 — Der Wald bremst die Geschwindigkeit der Flüsse im Einzugsgebiet und verhindert die katastrophale Hochwässer.