

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



SERİ B. CİLT IX. SAYI I : 1959

ORMANCILIK VE SU TEMİNİ¹⁾

Yazan :

J. D. Ovington, B. Sc., Ph. D.

Merlewood, Tabiatı Koruma Araştırma İstasyonu
Grange — Over — Sands

Çeviren :

Prof. Dr. Faik TAVŞANOĞLU

Geçmişte tabii orman örtüsünün kaldırılması neticesi olarak, bugün Birleşik Krallıkta arazi sathının %5 den daha azı verimli ormanlarla kaplıdır. Bir odun rezervasyonuna olan ihtiyaç umumiyetle kabul edilmiş olduğundan, son çeyrek asır zarfında gerek özel orman sahipleri ve gerekse Ormancılık Komisyonunca (Forestry Commission) bir çok yeni ağaçlandırma plânlarının yapılmasına teşebbüs edilmiştir. Bu ormanlar evveleminde yüksek rejijyonlarda ve verimsiz topraklar üzerinde tesis edilmiştir. Çünkü daha iyi topraklar üzerinde zirai istihsali devam ettirmek esası kabul edilmiştir. Çok ekstensif sahalar ağaçlandırılmış ve ağaçlar, bilhassa ekzotik türler, sık bir durumda yetiştirilmişlerdir. Yamaçlardaki çayırılık veya çalılık arazinin tekrar ormana çevrilmesi arazi amenajmanında esaslı bir değişikliği icap ettirmiş ve bu değişikliklerin neticesi olarak araziden faydalanma şartlarında daha temkinli olmak lâzım gelmiştir. Geçmişte ormansızlaştırılan yüksek rejijyonlardan meskûn yerler için dinlenme, spor, otlatma ve su toplama zeminleri olarak istifade edilmiştir. Araziden odun istihsali için faydalanıldığı zamanlarda buralardan diğer bir çok maksatlar için istifadeye de devam edilebilir. Fakat ağaçlandırmalar, faydalanmanın bu tamamlayıcı şekillerinin nisbî kıymetlerini değiştirebilirler. Yapılan tecrübeler göstermiştirki, ormanlık arazinin su

¹⁾ The Times Science Review, Spring, 1957.

verimi diğer tip vejetasyon örtüsü ile kaplı olanlarından daha azdır. Bu itibarla su toplama zeminlerinin su verimi üzerine ağaçlandırmanın muhtemel aksi tesiri hususu büyük ilgi toplamıştır.

Halkın refahı için suyun yeter miktarda temini zarurî olup, mevcut su havzalarından elde edilmekte olan su miktarının emniyet altına alınması hususu ehemmiyet kazanmaktadır. Yıllık ortalama yağışın, yekûn su ihtiyacının takriben 50 katı olmasına rağmen, halihazır işletme şekliyle kurak senelerde su kıtlığı ile karşılaşılmaktadır. Maalesef yağışlar coğrafî olduğu gibi, mevsimler bakımından da pek gayri müsait bir dağılım gös-



Resim : 1 — Terkedilmiş pamuk tarlalarında erozyon.
Piedmont Rejyonu, U. S. A.

termektedir. Ayrıca meskûn yerler ve endüstri merkezleri nisbeten kurak olan rejyonlarda kurulmuş olduklarından, yüksek arazide, su toplama maksadiyle büyük masraflarla su rezervuarları ve su yolları yapılmıştır ki, bu sayede buralarda elde edilecek fazla suyun depo edilerek icap ettiği takdirde başka yerlere tevzii mümkün olmaktadır. Zamanla endüstri

genişlediği için daha fazla sayıda ve daha büyük rezervuarların yapılması icap etmektedir.

Su ve orman arasında mevcut olan bu münasebetler kompleksinin kavramında, elde edilecek yekûn suyun miktarı, akıp giden su miktarının düzenlenmesi ve suyun keyfiyeti ve erozyon kontrolü de dahil bir çok faktörlerin hesaba katılması icap etmektedir. Bu faktörlerin nisbî önemiyetleri büyük ölçüde mahallî şartlarla değişmektedir. Meselâ su ile toprak erozyonu Kuzey Amerika'daki Piedmont rejijyonunda ciddi bir problem teşkil etmekte olup (Resim 1), burada tatbik edilecek olan arazi işletmesi şekli, erozyonun genişlemesini önlemelidir. Seller Lynnmouth' da 1953 de olduğu gibi, yer yer yıkıcı neticeler vermiş olmakla beraber

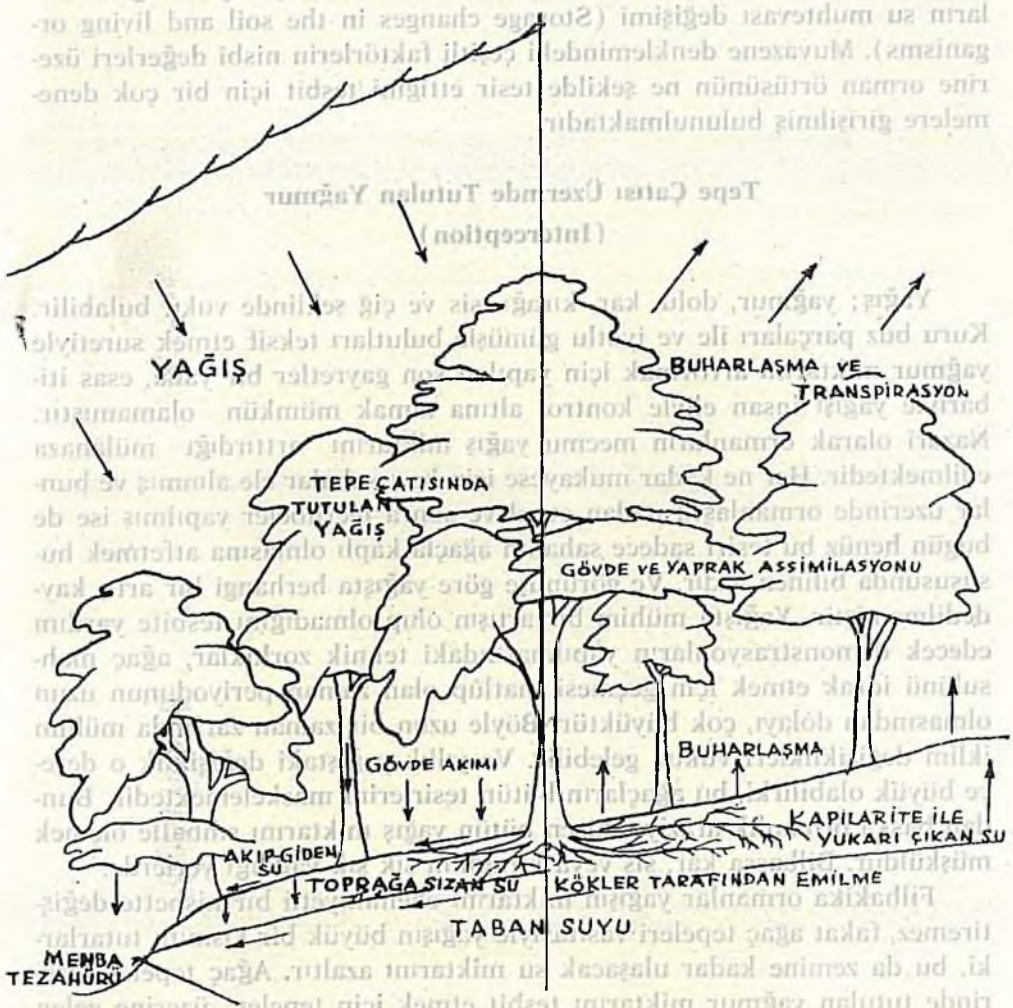


Resim : 2 — Sık çalılık sahada teşekkül etmiş bulunan erozyon oyuntusu. Pennines, İngiltere.

bereket versin ki erozyon ve su taşmaları Büyük Britanya'da pek mühim bir problem değildir. Su erozyonunun bir neticesi olan sık bir surette oyuntuların teşekkülü Britanya'da bazı yüksek rejijyonların karakteristiğini teşkil etmektedir (Resim 2). Britanya dağlarından akan su, ister bu

dağlar ormanlık, ister ormansız olsun, umumiyetle iyi kalitededir. Britanya'da göz önünde tutulacak iki mühim faktör yıllık olarak temin edilecek suyun miktarı ve kurak periyotlar esnasındaki su verimidir.

Ormanlık arazinin, hidrolojik dolaşım içinde muhtelif yollarla suyun dağılmasını ve hareketini değiştirdiği bilinmektedir. (Resim 3): Orman-



Resim : 3 — Ormanlık arazide suyun dolaşımı.

lık arazide hidrolojik dolaşıma ait bazı görüşler mevcuttur. Muayyen bir periyot zarfında yağın yağmur ile zemin üstünde ve altında akan ve su muhtevası değişimleri arasında bir muvazene olması gerekir ve bu muvazene şöyle formüle edilebilir :

$$P = R + (E + T + I) \pm S$$

Bu ifade, bir su muvazenesi olarak Resim 2'deki diyagramla gösterilen hâdisenin neticesidir. Bu denklemde $P =$ Yağış (Precipitation), $R =$ Zeminin üstünde ve altında akıp giden su miktarı (Runoff), $E =$ Buharlaşma (Evaporation), $T =$ Terleme (Transpiration), $I =$ Tepe çatısında tutulan yağış (Interception) ve $S =$ Toprak ve yaşayan organizmaların su muhtevası değişimi (Storage changes in the soil and living organisms). Muvazene denklemindeki çeşitli faktörlerin nisbî değerleri üzerine orman örtüsünün ne şekilde tesir ettiğini tesbit için bir çok dene melere girişilmiş bulunmaktadır.

Tepe Çatısı Üzerinde Tutulan Yağmur (Interception)

Yağış; yağmur, dolu, kar, kırağı, sis ve çığ şeklinde vuku bulabilir. Kuru buz parçaları ile ve iyotlu gümüşle bulutları teksif etmek suretiyle yağmur miktarını arttırmak için yapılan son gayretler bir yana, esas itibariyle yağışı insan eliyle kontrol altına almak mümkün olamamıştır. Nazarî olarak ormanların mecmu yağış miktarını arttırdığı mülâhaza edilmektedir. Her ne kadar mukayese için bazı sahalar ele alınmış ve bunlar üzerinde ormanlaştırmadan evvel ve sonra tecrübeler yapılmış ise de bugün henüz bu tesiri sadece sahanın ağaçla kaplı olmasına atfetmek hususunda bilinen azdır. Ve görünüşe göre yağışta herhangi bir artış kaydedilmemiştir. Yağışta mühim bir artışın olup olmadığını tesbite yardım edecek demonstrasyonların yapılmasındaki teknik zorluklar, ağaç mahsulünü idrak etmek için geçmesi matlûp olan zaman periyodunun uzun olmasından dolayı, çok büyüktür. Böyle uzun bir zaman zarfında mühim iklim değişiklikleri vukua gelebilir. Ve yıllık yağıştaki değişiklik o derece büyük olabilirki, bu ağaçların bütün tesirlerini maskeleymektedir. Bundan başka ormanlık araziye düşen bütün yağış miktarını sıhhatle ölçmek müşküldür. Bilhassa kar, sis veya kırağının sık sık yağdığı yerlerde.

Filhakika ormanlar yağışın miktarını ehemmiyetli bir nisbette değiştiremez, fakat ağaç tepeleri vasıtasıyla yağışın büyük bir kısmını tutarlar ki, bu da zemine kadar ulaşacak su miktarını azaltır. Ağaç tepeleri üzerinde tutulan yağmur miktarını tesbit etmek için tepeler üzerine gelen ve orada tutulanla; zemine kadar ulaşan yağmur miktarını mukayese etmek maksadıyla ormanlık arazi ve bu araziye civar ormansız sahalarda müteaddit ve etraflı tecrübeler yapılmış bulunmaktadır. Ağaç tepeleri tarafından tutulan yağmurdan bir kısım buharlaşma yolu ile zemine ulaşmadan atmosfere dönmekte ve geriye kalan ise ya yapraklardan ve dallardan aşağıya damlamakta yahut dallar üzerinde ve dallar boyunca akarak gövde akımı (stem flow) olarak aşağıya inmektedir. Hafif sağanaklar

esnasında yağmurun fazla kısmı ağaç tepeleri üzerinde kalarak toprağa kadar gelmez; fakat şiddetli yağmurlarda ağaç tepelerinin hemen tamamen ıslanması neticesinde yağışın az bir kısmı orada kalır. Binnetice ormanlık arazide, Interception'dan sonra toprağa erişen su, vâki olan yağmurlar bir kaç şiddetli sağanak yerine, bir çok hafif sağanaklar şeklinde düşecek olursa en azdır. Aynı zamanda ağaç türü ile de ilgili olan bu tesir umumiyetle ibreli ağaç ormanlarında mütebârizdir. Bu ormanlarda yağmur suyu ibrelerin arasındaki çok sayıda boşluklarda yakalanır. Halbuki yapraklı ağaç ormanlarında tepe çatısı, ibreli ağaç tepe çatısı kadar su tutma kabiliyetinde görünmemektedir. Bu keyfiyet yağmur damlalarının yayvan yapraklar üzerinde yaptığı harekete dayandırılmaktadır. Bir çok plantasyonlarda, gövdelerden aşağı akan yağmur suyu, düşen yağmurun %5'inden daha azı gibi küçük bir nisbette olmaktadır. Fakat asıl faal olan nisbet muhtelif ağaç türleri için değişmekte olup, kısmen ağaçların şekli ile sınırlanmaktadır. Bilhassa dallanma açısındaki özellikler gibi. Münferit vaziyette büyümüş bir ağaçta gövdeden aşağı akan su miktarı orman içinde büyüyen benzeri bir ağacın gövdesinden akan miktardan daha fazladır. Yağışın kar şeklinde olduğu zamanlarda, tepe çatısı üzerinde kalan miktar daha fazla olabilir. Kış yağışları olarak, yıllık yağışın mühim bir kısmının kar şeklinde olduğu rejyonlarda, ormanlar karın çok kere zemin seviyesine çok fazla miktarda ulaşabileceği şekilde ve az gölge ile seyrekleşmiş bulunmaktadırlar.

Orman zemine kadar gelen yağmur miktarını azalttıktan başka yağışın bir kısmının tepe çatısı üzerinde kalması neticesi olarak ormanlık arazide su zemin üzerinde gayri muntazam olarak dağılmaktadır. Yağmur damlaları tepe çatısı üzerinde toplanarak büyük damlalar halinde yere düşerler. Ve gövde boyunca akarak gövdelerin kaideleri etrafında toplanırlar. Suyun bu şekilde mahalli olarak tekâsüfî, kurak devrelerden sonra yağmur suyunun toprak içine sızacak miktarını belki arttırmaktadır.

Toprak üstünde biriken su miktarı, orman ölü örtüsü ve madenî toprağın geçirebileceği miktardan fazla olduğu zaman, su sathî olarak akmaktadır. Toprağın mesamiyeti üzerine ağaçlara tesir etmekte olup gövdeler boyunca akıp gelen suyun kökler istikametinde aşağı inmeğe devam ettiğine dair bazı emareler mevcuttur. Bu takdirde bu su kökler tarafından emilmeğe hazır bir duruma gelmektedir.

Orman topraklarında depo edilen su miktarı bütün sene boyunca değişmekte olup, buharlaşma ve terleme suretiyle su kayıpları (E + T + İ) fazla olduğu zaman en azdır. Ormanlık arazide ve mücavir ağaçsız sahalarda toprak rutubetinin mevsimlere tâbi olarak değişmesi bakımından

mukayeseler yapılmış ve mütebâriz farklar kaydedilmiştir. Toprak rutubetinde değişmeler çeşitli bir çok sebeplerden ileri gelmektedir. Şiddetli yağmurlar esnasında toprak su ile doymuş hale gelmekte, fakat toprağın suyu tutma kapasitesini aşan herhangi bir miktar, tedricen sızarak bilâhare membalarda veya derelerde tekrar görünmektedir. Kurak devrelerde bir miktar toprak rutubeti buharlaşmakta ve atmosfere geri gitmektedir. Orman örtüsü toprak sahinde ışık tekâsûfünün, ısının ve rüzgâr hareketinin zayıflamasına sebep olmakta, toprakta buharlaşmayı geciktirmekte ve umumiyetle orman topraklarında buharlaşma sırf çayır vejetasyonu ile örtülü olan topraklardan daha az olmaktadır. Kezalik orman, buharlaşma şeklindeki kaybı, üstteki orman ölü örtüsü vasıtasıyla ve toprağın mâlik olduğu bazı hususiyetlerden dolayı, bilhassa toprağın rutubet muhtevası itibariyle, azaltmaktadır.

T e r i m e (Transpiration)

Ağaçlar geniş toprak kitleleri içine dağılmış bulunan mükemmel kök sistemleri sayesinde mühim miktarlarda toprak rutubetini almak kabiliyetindedirlerki, bu rutubet ya bitkilerce temessül edilir, yahut yapraklar tarafından transpire edilir. Yeni kesilmiş bir ağacın takriben 3/4 ağırlığı sudur. Fakat dikili bir ağacın ihtiva ettiği su miktarı, birim alana düşen yağmur (inç) olarak ifade edilecek olursa, nisbeten azdır. 55 yaşındaki bir İskoç çamı, Pinus silvestris, plantasyonunun su muhtevası takriben 1/3 inç miktarındaki yağmura eşittir. Bu itibarla ağaç içindeki suyun yıllık artış miktarı nisbeten mühim değildir ve ağaç kökleri tarafından alınan suyun fazla kısmı transpire edilir. Bitki fizyologları kontrollü laboratuvar şartları altında umumiyetle tohumdan yetişen fideler üzerinde ve dallarda transpirasyon miktarını ölçmüşlerdir. Buna göre muhtelif ağaç türleri için kaydedilen miktarların mühim nisbetlerde değiştiği görülmüştür. Fakat bu neticelerden, açık arazide hüküm süren şartlar altında, orman - su münasebetlerinin araştırılmasında faydalanılması kolay değildir. Bir ağaçtan kesilen bir dalın transpirasyon miktarı, henüz kesilmemiş olan ve bir orman çatısının henüz bir kısmını teşkil eden benzeri bir dalınkinden farklı olabilir. Ormanlık arazide emniyetli olmayan direkt transpirasyon ölçmeleri mevcuttur. Fakat umumiyetle su muvazenesindeki diğer faktörler ölçülmekte ve sonra transpirasyon hesap edilmektedir.

(I) - Her ne kadar suyun dolaşımı konusunda münferit etütler kıymet taşımakta iseler de, burada mühim olan husus, sistemi, orman arazisinin geniş sahaları için bir bütün olarak mütalâa etmektir. Bir çok farklı araş-

tırma metodları geliştirilmiştir. Fakat geniş ölçüdeki arazi araştırmalarında rastlanan zorluklardan dolayı, su muvazene eşitliği çok kere mühim nisbette basitleşmiş bulunmaktadır. Meselâ toprakta depolanmış su miktarını tâyin için herhangi bir tecrübe yapılmıyacak ve araştırma periyodu o şekilde seçilecektirki, onun başında ve sonunda toprağın su muhtevası değişmez olarak kabul edilebilecektir. Böylece tecrübe sahasında vukua gelen yağış, su temininin tek kaynağı olacaktır. Buna göre akıp giden su veya su verimi = yağış — buharlaşma ve terleme suretile vukua gelen kayıp olacaktır.

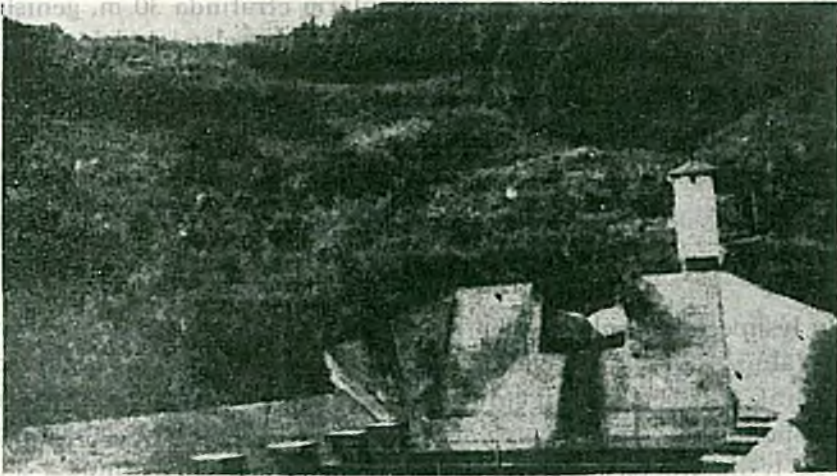
Farklı vejetasyon tipleri için komple su bütçeleri, bunları Lysimetre denilen açık kaplar içinde yetiştirme suretiyle hazırlanmaktadırki, bu kaplarda kaideye sızan su toplanır. Fakat orman bitkilerinin çapları dolayısıyla, lysimetre'ler ormanlık arazideki su münasebetlerinin araştırılmasında nadiren kullanılmıştır. Bununla beraber, bu maksat için 1940 ve 1941 senelerinde Hollanda'da Castricum'daki sahil eksibeleri sahasında dört büyük lysimetre yapılmıştır. Her bir lysimetre 625 m² genişliğinde ve 2,5 m. derinliğinde olup, yan cidarlar ve kaide betonarme yapılmıştır. Lysimetreler eksibe kumuyla doldurulmuş olup kum içinde süzülen su kaidedeki dren boruları içinden geçerek bir ölçme kabına boşalmaktadır. Lysimetrelerden biri vejetasyonsuz olarak muhafaza edilmiş, fakat diğer bir lysimetrede eksibe bitkilerinin tabii haleflerinin tutunmaları sağlanmış ve (*Hippophaë rhamnoides* L.) tedricen dominant vaziyete geçmiştir. Diğer iki lysimetre ağaçlandırılmıştır. Birinsine *pedunculata* meşesi, huş ve kızılgağaç olmak üzere sert ağaç karışığı, diğerine karaçam (*Pinus nigra*) dikilmiştir. Bu son iki lysimetrenin kum içinde izole bloklar halinde kalmalarını önlemek için, bunların etrafında 30 m. genişliğindeki arazi şeridinden her birisi, ait olduğu lysimetreler içindeki ağaç türleri ile ağaçlandırılmıştır. Bundan sonra sızan suya, yağışa, ağaç tepeleri üzerinde kalan miktara, buharlaşmaya ve diğer meteorolojik hususlara ait ölçmeler yapılmıştır.

Akıp Giden Su Ve Bitki Örtüsü (Runoff and cover)

Bu lysimetrelerle elde edilen ilk neticeler fevkalâde enteresan olmuşlardır. Yalnız eksibe kumu ile dolu lysimetrede sızan suyun miktarı, ortalama olarak takriben yağışın %70'ine bâliğ olmuştur. Bu miktar, lysimetre yapıldığındanberi hemen hemen sabit kalmıştır. Herne kadar başlangıçta diğer üç lysimetrede her birisinin yıllık su verimi %70 olmuşsa da, bu miktar sonradan azalmağa başlamıştır. Bütün vejetasyon tiplerinden en çok tesirli olanı çam olmuş ve çamla ağaçlandırılan lysimetrelerden akıp

giden su miktarı ağaçsız lysimetrelerinkinin takriben yarısına kadar düşmüştür. Akıp giden suyun azalmasıyla beraber tepe çatısında tutulan yağışın artması, ormanın tepe çatısı tamamlandııkça daha tesirli olmuş ve bir kere çamın tepe çatısı sıklaşınca yağışın takriben % 40'ı toprağa hiç bir zaman ulaşamaz olmuştur. Fakat lysimetrelerle elde edilen bu neticeler umumî olarak bütün arazi amenajmanı problemlerine teşmil edilemez. Çünkü burada kullanılan toprak, arazideki su toplama sahaları için tipik değildir. Ayrıca, lysimetrelerle elde edilen neticeler, beton kaide toprak rutubetinin tabii hareketini engellediği için, tenkid edilebilir.

Birleşik Amerika Orman Servisi, Coweeta'da Appalachian dağlarında 1934 de tesis edilmiş olan ormanların su münasebetleri üzerine kesif çalışmalar yapmaktadır. Burada tatbik edilmekte olan metodlar Castri-cum'dakinden çok farklıdır. Coweeta sahası, birbirinden dik sırtlarla ayrılmış olan bir çok küçük drenaj havzalarının mevcudiyeti dolayısıyla bu araştırmalar için seçilmiştir. Bir calibration (çaplanma) devresinden sonra, umumiyetle 6 sene kadar bir zaman, mevcut olan tabii orman örtüsünün altında yağış ve su havzalarındaki akış miktarları kayıt edilmiştir, sonra havzalardan her birisinin idaresi değiştirilmiş ve bu değişikliğin akan su üzerine olan tesiri tâyin edilmiştir. Akış her havzanın sonuna yerleştirilmiş olan ölçme seddesi vasıtasıyla ölçülmüştür. Seddedeki su seviyeleri otomatik olarak kaydedilmekte ve su, sedde üzerinde özel şekildedeki bir akış seksiyonundan akmaktadır. Bazı havzalarda su ile taşınan taşıntının miktarı çöktürme tanklarile tâyin edilmiştir (Resim 4). Küçük



Resim : 4 — Coweeta'da bir su toplama sahası. Sahanın ağaçları temizlenmiştir, sedde, ölçme kulübesi, toplanan sedimentin biriktiği depo.

havzaların idaresi çeşitli yollarla değiştirilmiştir: Takriben 33 acre'lik bir havzada tabii orman ve Rhododendron ve Lorbeer'den müteşekkil sık durumdaki alt tabaka uzaklaştırılmıştır. Ve sonradan husule gelen herhangi yeni haşebi bitki her yıl kesilmiştir. Bildirildiğine göre bu muamele, akıp gelen suyun derhal takriben %65 nisbetinde artmasına sebep olmuşturki, bu miktar 17 inç'lik bir yağmura tekabül eder. Diğer havzalarda ise orman, daha evvel olduğu gibi, traşlama kesimden sonra tabii tensile bırakılmıştır. Bunun üzerine su verimi derhal artmıştır. Fakat bu tesir, yeni bir orman örtüsü teşekkül ettiği zaman tedricen azalmağa başlamıştır. Diğer bir havzada sadece Lorbeer ve Rhododendron'dan mürekkep alt tabakanın kaldırılması, bidayette akıp giden su da bir yılda 3,6 inç'lik bir yağmura tekabül eden miktar kadar bir artma ile neticelenmiştir. Bir mecranın kenarındaki çalılar ve ağaçlar kesildiği zaman, akımda daha evvel kaydedilmiş olan günlük tahavvüller azalmıştır. Bu gibi araştırmaların neticelerinden anlaşılıyorki, Appalachians'da orman vejetasyonu akıp giden suyu azaltmaktadır.

Orman toprağı ve zemin vejetasyonu, evvelce yapıları muamelelerden ve vukua gelen az toprak erozyonundan ciddi surette müteesir olmamaktadır. Fakat arazi amenajmanının daha ziyade süratle değiştirildiği bir sırada mümessil su havzalarında toprak erozyonu geniş ölçüde artmaktadır. Meselâ bir havzada ağaçlar traşlama kesilmiş ve bu saha ziraat için kullanılmıştır: Kısmen mısır yetiştirmek kısmen de sığır otlatması için ayrılmış olan bu sahada gübreleme tatbik edilmesine rağmen mısır mahsulü iyi olmamış ve gelecek yıllar için tohum almağa bile kâfi gelmemiştir. Sığır için ikmâl yemleme de zarurî olmuştur. Evvelce tavsif edildiği gibi, havzalarda orman örtüsü kaldırıldığı zaman, su akışı artmakta fakat dağ ziraatinin daha feci tesirleri sathî olarak akan suların ve toprak erozyonunun yayılması şeklinde olmaktadır. Su akışının hidrografileri göstermektedirlerki, bu sabahlara ziraatin gelmesiyle havzalarda akan azgın sular %2,6'dan %4,5'e kadar artmaktadır. Ve bu keyfiyet yağışın başlamasından sonra azami akış yüksekliği ve süratine daha evvel erişilmesi ile ilgilidir. Bu muamelenin neticesi olarak, toprak kayıpları takriben senede 154 lb/acre'den 2.240 lb/acre'ye yükselmektedir. Coweeta'da ormanda otlatma, tomruk nakliyatı gibi diğer amenajman işlerinin tesirleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Ve çeşitli ağaç türlerinden oluşmuş düzenli ormanların su muvazenesi üzerine araştırmalar başlamıştır.

Coweeta'daki tecrübeler vasıtasıyla mümessil havzalar çeşitli muamelelerden evvel ve sonra veya hiç bir muamele yapılmadan bırakılmış olarak mukayese edilmiş ve topraktan çeşitli şekillerde faydalanmanın, su temini ve toprak erozyonu üzerine yaptığı tesiri bakımından kıymetli kayıtlar elde edilmiştir. Umumiyetle araştırmalar göstermiştirki, orman-

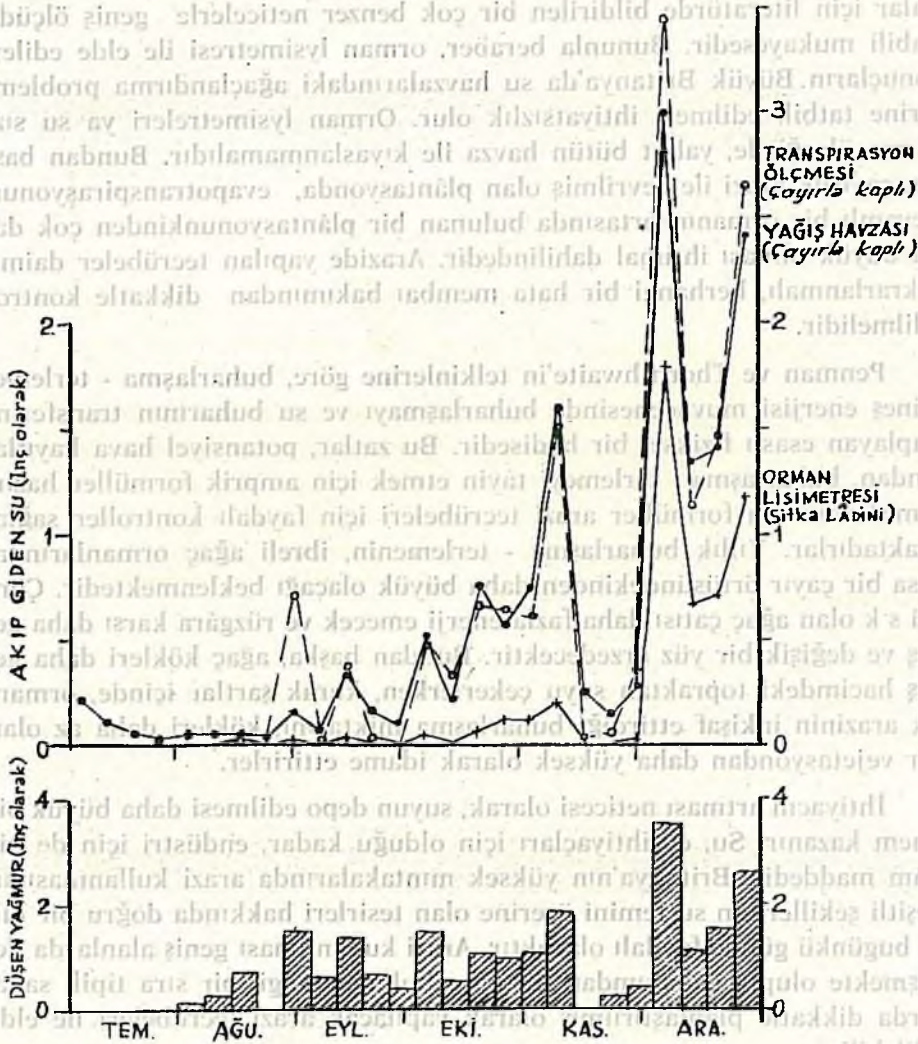
la kaplı havzalara düşen yekûn yağışın hemen yarısından fazlası, insan ihtiyaçlarını karşılamak için, aşağılara doğru akmaktadırlar. Görünüşe göre haşebî bir vejetasyonun mevcudiyeti, akıp gitmeyi hiç olmazsa kısa süreli olarak azaltmaktadır. Yapraklarını döken ağaç türlerinden oluşan bir çatının tuttuğu su, yaz ayları esnasında en fazladır.

Pennine Tecrübesi

Büyük Britanya'da ormanlık arazideki akışla, kabili mukayese alçak vejetasyonla örtülü diğer sahalardaki akışı mukayese için bir kaç teşebbüs yapılmıştır. Son defa Fylde Sular İdaresinin Baş Mühendisi F. Law, bir orman plantasyonunda su muvazenesini tâyin etmeyi Yorkshire Pennine'lerindeki bir su havzasında tecrübe etmiştir. Law, bu plantasyonu, çayır- la kaplı sızıntı ölçeği denilen âletle ve esas itibariyle kaba bir çayır-lık ve turbalık yamaç arazisinden ibaret olan bütün bir su havzası ile mukayese etmiştir. Plantasyon, sitka lâdini (*Picea sitchensis*) nden müteşekkil olup takriben 30 ft. boyundadır. Lâdin, sathî köklü bir ağaç türüdür. Bu ağacın kökleri tabii olarak toprağın üst 18 inç'lik kısmına inhisar etmektedirki, bu kısmın altında ağır ve empermeable bir kil tabakası vardır. Plantasyonun ortasında bir acre'ın 1/10'u kadar bir saha alttaki kil tabakasının içine kadar nüfuz eden ve yukarıda zemin seviyesi üstünde yükselen bir beton duvarla çevrilmiştir. Çevrili saha takriben main şeklinde ve bir köşeye doğru alçalmakta olup bundan süzülen su bir akım ölçeğini geçmeden evvel biriktirme tankına akmaktadır. Beton duvarın, çevrilen sahayı, dışarıda kalan plantasyondan tam olarak tecrit ettiği ve alttaki kil tabakasının suyu sızdırmıyacak kadar gayri kabili nüfuz olduğu kabul edilmektedir. Bu çevirme bir orman lysimetresi olarak işlemektedir. Akış bir akım ölçeği ile tâyin edilmektedir. Yağış, plantasyonda tepe çatısına dikilen 3 ölçekle ve mücavir açık sahada zemin seviyesindeki ölçeklerle ölçülmektedir. Zemine kadar gelen su miktarı orman sahasına dağıtılmış olan yağmur ölçekleriyle ve bazı ağaç gövdelerini çevreleyen ve gövdelerden aşağıya akan suyu toplayan çukurluklarla tâyin edilmiştir.

4 Temmuz 1955 ile 8 Temmuz 1956 arasındaki periyot içinde lysimetreler üzerindeki yağış 39 inç'e bâliğ olmuştur. Bundan 24 inç'i orman zeminine ulaşmış olup, akıp giden miktar, 11 inç'den bir miktar daha az olmuştur. Bu itibarla su kaybı (yağış — akıp giden su) 28 inç olmuştur. Aynı periyot esnasında su havzasında ve çayır- la kaplı ölçekte, su kaybı sırasıyla 16,6 inç'in ve 15,5 inç'in biraz üstünde olmuştur. Ağaç tepeleri üzerinde kalan ve buharlaşan miktar yine yağmurun %38'i kadar olmuşturki, bu miktar, çayır ve vejetasyonu havi alanın hemen yekûn kaybına eşittir. Ölçekte ve havzada kaydedilen akıp gitme 11 inç'den daha fazla

olmuştur. Yani plântasyonunkinden fazla olmuştur. Bu itibarla Law, ağaçlandırmanın, havzanın su temini kabiliyetini ciddi olarak azalttığını hatırlatmaktadır. Şayet lysimetrelerden alınan neticeler doğru ise, havzanın 1500 acre'lik bir kısmının günlük 3.000.000 galon'luk su verimi, bu saha bir lâdin ormanına çevrildiği takdirde, takriben 1/3 nisbetinde azalacaktır.



Resim : 5 — Düşen yağmur ve akıp giden su, çeşitli vejetasyon örtüsü ile.

(Resim 5) te akıp giden suyun hidrografikleri verilmiştir. Burada görülebilirki, kurak bir temmuzu takip eden devrede havzadan ve çayır/la

kaplı ölçekten suyun akıp gitmesi orman lysimetresine nazaran daha çabuk vukulmaktadır. Orman toprağı o derece kurumaktadırki, su akıp gitmeye başlamadan evvel ağustosta 2 inç'ten fazla yağmura ihtiyaç hâsıl olmaktadır.

Lâdin plantasyonunun, akıp giden suyun azalmasında ve gecikmesindeki tesiri, Castricum ve Coweeta'daki ormanlık araziler ve diğer sahalar için literatürde bildirilen bir çok benzer neticelerle geniş ölçüde kabili mukayesedir. Bununla beraber, orman lysimetresi ile elde edilen sonuçların Büyük Britanya'da su havzalarındaki ağaçlandırma problemlerine tatbik edilmesi ihtiyatsızlık olur. Orman lysimetreleri ya su sızdırma ölçeğı ile, yahut bütün havza ile kıyaslanmamalıdır. Bundan başka, çayırılık arazi ile çevrilmiş olan plântasyonda, evapotranspirasyonun devamlı bir ormanın ortasında bulunan bir plântasyonunkinden çok daha büyük olması ihtimal dahilindedir. Arazide yapılan tecrübeler daima tekrarlanmalı, herhangi bir hata membaı bakımından dikkatle kontrol edilmelidir.

Penman ve Thornthwaite'in telkinlerine göre, buharlaşma - terleme, güneş enerjisi muvacesinde buharlaşmayı ve su buharının transferini kaplayan esaslı fiziksel bir hâdisedir. Bu zatlar, potansiyel hava kayıtlarından, buharlaşma - terlemeyi tâyin etmek için amprik formüller hazırlamışlardır. Bu formüller arazi tecrübeleri için faydalı kontroller sağlamaktadırlar. Yıllık buharlaşma - terlemenin, ibrelî ağaç ormanlarında, kısa bir çayır örtüsündekinden daha büyük olacağı beklenmektedir. Çünkü sık olan ağaç çatısı daha fazla enerji emecek ve rüzgâra karşı daha geniş ve değişik bir yüz arzedecektir. Bundan başka, ağaç kökleri daha geniş hacimdeki topraktan suyu çekerlerken, kurak şartlar içinde, ormanlık arazinin inkişaf ettirdiğı buharlaşma miktarını, kökleri daha az olan bir vejetasyondan daha yüksek olarak idame ettirirler.

İhtiyacın artması neticesi olarak, suyun depo edilmesi daha büyük bir önem kazanır. Su, ev ihtiyaçları için olduğı kadar, endüstri için de bir ham maddedir. Britanya'nın yüksek mıntakalarında arazi kullanımının çeşitli şekillerinin su temini üzerine olan tesirleri hakkında doğru bir bilgi bugünkü günde faydalı olacaktır. Arazi kullanılması geniş alanlarda değişmekte olup, bu bakımdan lüzumlu bulunan bilgi, bir sıra tipik sahalarda dikkatle plânlaştırılmış olarak yapılacak arazi tecrübeleri ile elde edilebilir.