
SERİ **B**

CİLT **34**

SAYI **2**

1984

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



HAVZALARIN SU VERİMLERİ ÜZERİNE ORMANLARIN ETKİLERİ

Doç. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU¹

K ı s a Ö z e t

Ormanlık alanların su verimi bakımından taşıdığı önem genel olarak öteden beri bilindiği ve hemen bütün ülkelerde içme ve kullanma suyunun büyük bir bölümü ormanlık havzalardan sağlanmakta olduğu halde, havzaların toplam su verimleri ve yağış miktarları üzerine ormanların etkileri, tartışmalı bir konu olmaktan kurtulamamıştır.

Bu yazıda, bu konudaki tartışmalar gözden geçirilmekte ve yakın zamanlardaki araştırmaların ışığında ortaya atılan görüşlere değinilmektedir.

G İ R İ Ş

Ormanlarla yağış, ormanlarla dere akışı ve ormanlarla seller arasındaki bağıntılar, ya da başka bir deyişle ormanların yağış, dere akışı ve seller üzerine etkileri, uzun yıllar öncesinden bu yana çeşitli tartışmalara konu olagelmıştır. Konunun çok geniş bir alanı kapsamaması ve yalnız ormancılığı ilgilendirmekle kalmayıp ister istemez meteoroloji, hidroloji ve toprak bilimi gibi daha birçok bilim dallarının alanlarına girmesi nedeniyle, bu konudaki çeşitli araştırmalar farklı amaçlarla planlanmış ve bu araştırmaların sonuçları, farklı yorumların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Bütün doğal komplekslerde olduğu gibi, arazinin her ünitesi, flora ve faunası ile birlikte, kendisini diğer ünitelerden ayıran belirli özelliklere sahiptir. Bu nedenle, çok sayıda üniteleri içeren bir kompleks niteliğindeki herhangi bir arazi kesiminde elde edilen sonuçların genelleştirilmesi çoğunlukla yanıltıcı olmaktadır. Yetersiz veri ve bilgilere dayandırılan geniş genellemeler yapma eğilimi, geçmişteki ve günümüzdeki çelişkili bilgilerin ve tartışmaların başlıca kaynakları durumundadır.

Bu arada, havzaların su verimleri üzerine ormanların etkileri konusundaki çelişkilerin bir başka kaynağının da farklı yaklaşım ve farklı araştırma yöntemleri olduğu görülmektedir.

Ormanların hidrolojik çevrim içerisindeki rollerinden bir bölümü ile ilgili tartışmalı hususlar üzerindeki değişik araştırma sonuçlarını, yorum ve düşünceleri topluca gözler önüne sermek yararlı olacaktır.

¹ I. Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı, Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı.

1. HAVZALARIN SU VERİMİ ÜZERİNE ORMANLARIN ETKİLERİ

Ormanlık alanların su verimi bakımından önemi, tartışma götürmez bir gerçektir. Nitekim Amerika Birleşik Devletleri'nde ülke yüzölçümünün 1/3 ü ormanlık alanlardan oluşmakta, buna karşılık ülkenin kullanılabilir su gereksinmesinin 3/4 ü bu ormanlık alanların su veriminden karşılanmaktadır. Ormanlık alanların su verimi, ormansız alanların su veriminden ortalama olarak 6 kat fazladır (WOOLDRIDGE, 1974). A.B.D.'de, sayısı 3500 ü bulan belediyelerin büyük çoğunluğu ormanlık arazi-lerdeki su kaynaklarından yararlanmakta, kent ve kasabaların su gereksinimini sağlayan ormanlık alanlarda, ormanları kesin olarak koruma ilkesine dayanan ayrı bir yönetim biçimi uygulanmaktadır (BAYER, 1950).

Öte yandan Federal Almanya'nın Hessen mntıkasında ormanla kaplı alanların oranı % 41 olarak verilmekte ve bu mntıkadaki kullanılabilir su miktarının en az % 50 sinin ormanlık alanlardan sağlanmakta olduğu bildirilmektedir (BALÁZS - BRECHTEL, 1974).

Bu konuda yurdumuz için kesin ve güvenilir rakamlar verilememekle birlikte, durumun yukarıdaki örneklerden pek farklı olmadığını söylemek yanlış olmaz. Gerçekten de özellikle birçok büyük kentimizin içme ve kullanma suları ormanlık alanların su verimlerinden sağlanmaktadır.

Bu gerçeklere rağmen ormanların toplam su verimi üzerine etkileri, tartışmalı bir konudur. Bazı araştırmacılar ormanların sadece dere akışını düzene sokmakla kalmayıp, aynı zamanda yıllık akış miktarını da arttırdığına inanmakta, dolayısıyla ormanların yok edilmesinin su kaynaklarında da azalmalara neden olacağını savunmaktadır. Diğer bazı araştırmacılar ise, ormanların toplam dere akışı miktarları üzerinde artırıcı değil, tam aksine azaltıcı rol oynadığı düşüncesindedir. Her iki kuram da ormanların suyu düzenleyici etkisini kabul etmekte, fakat ormanların toplam dere akışı miktarına etkileri konusunda birbirleriyle çelişmektedir.

Bu çelişki, kısmen de olsa araştırma yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Nitekim deneme parsellerinden ve küçük havzalardan elde edilen donelere dayandırılan araştırmalar, bilim adamlarını çoğunlukla ormanların ormanlık olmayan alanlara oranla daha çok su harcadığı sonucuna götürmektedir. Öte yandan geniş ve sistematik bir gözlem ağına, geniş ve karşılaştırmalı (paralel; çift) su toplama alanlarına dayandırılan araştırmalardan çeşitli araştırmacıların elde ettikleri veriler, ortalama yıllık akım miktarlarının, havzalardaki orman örtüsü yüzdesi büyüdükçe arttığını göstermektedir. Önemi nedeniyle bu konu üzerinde biraz daha ayrıntılı olarak durmak yararlı olacaktır :

Bilindiği gibi ormanların hidrolojik rolünün ortaya konmasında, havzaların su dengesi (su bilançosu) üzerinde durulmakta ve su dengesi yöntemine dayandırılan hidrolojik araştırmalar, esas itibarıyla ormanların dere akışı üzerindeki etkilerini açıklığa kavuşturma amacını gütmektedir. Bu amaçla yapılagelen araştırmalarda başlıca üç ayrı yaklaşım sözkonusudur. *Birinci yaklaşım*, ormanlar içerisinde ve çevresindeki ormansız arazide alınan münferit deneme parsellerinde toprağın su dengesinin, senkronize toprak rutubeti ölçmelerine ve yağış-yüzeysel akış gözlemlerine dayanılarak incelenmesidir. *İkinci yaklaşım*, araştırma amacıyla seçilen havzalarda su dengesinin incelenmesidir. Bu tip araştırmalar, farklı orman örtülerine sahip bulu-

nan, ya da akış koşullarını etkileyecek (ormanların traşlanması, ağaçlandırma, top-
rak işleme vb gibi) çeşitli işlemlere tabi tutulan küçük havzalarda yapılan paralel
akış ölçmelerine dayandırılır. *Üçüncü yaklaşım*, akışın ve su dengesi ile ilgili diğer
karakteristiklerin orman örtüsü ile bağıntısının, büyük akarsuların drenaj alanların-
da sistematik (standart) bir ölçme şebekesine uygun olarak yapılan hidrolojik ve
meteorolojik gözlemlere dayanılarak incelenmesidir.

Birinci yaklaşımı esas alan araştırmaların başlangıcı 100 yıl öncesinden daha
gerilere uzanmakta, ikinci yaklaşımın ortaya çıkışı 20. yüzyılın başlarına rastlamak-
tadır. Kısaca söylemek gerekirse, toprağın rutubet rejimine dayalı araştırmalardan
sağlanan doneler, çoğunlukla ormanların —yüksek evapotranspirasyon şiddetleri ne-
deniyle— toplam dere akışını azalttığı doğrultusunda sonuçlara yol açmaktadır. An-
cak, bu tip araştırmaların bazıları, ormanların suyun muhafazasındaki rollerini ortaya
koyan sonuçlar da vermiştir.

Küçük deneme havzalarındaki su dengesine dayandırılan araştırmalar A.B.D.,
İsviçre, İngiltere, Almanya, Japonya başta olmak üzere birçok ülkede yapılmıştır.
Bu araştırmaların sonuçları, evapotranspirasyonun fazlalığını, orman örtüsünün ge-
lişmesiyle dere akışlarında azalmalar meydana geldiğini, ormanlar traşlandığı ya da
yıkıldığı takdirde ise dere akışlarında artışlar olduğunu gösterir niteliktedir.

Büyük akarsu havzalarında standart bir gözlem şebekesinden elde edilen veri-
lerin analizine dayalı olarak yapılan araştırmaları esas alan üçüncü yaklaşım ise,
yıllık dere akışının ormanların etkisi altında arttığını gösteren sonuçlara ulaşılmasını
sağlamıştır. Bu yaklaşımla yapılan araştırmaların özellikle Sovyetler Birliği'nde yo-
ğunluk kazandığı görülmektedir.

Burada belirtmek gerekir ki, hidrometeorolojik gözlem şebekelerinin verilerini
kullanmak suretiyle ormanların, ya da ormanların ortadan kaldırılmasının büyük
akarsuların akıtığı su miktarları üzerindeki etkilerini ortaya çıkarma doğrultusun-
daki çalışmalar oldukça gerilere uzanır. Ancak, bu çalışmalarda esas alınan hidrolojik
gözlemlerin kapsadıkları peryotların kısıllığı, bu kısa peryotlarda orman örtüsünde
meydana gelen değişikliklerin nisbeten önemsiz oluşu ve ayrıca bu değişiklikler ko-
nusunda yeterli bilgilerin elde bulunmayışı gibi nedenlerle, sözkonusu çalışmalarda
orman örtüsündeki değişikliklerle yıllık dere akışları arasında belirgin bir bağıntı
ortaya konamamıştır. Böyle kısa süreler esas alındığında, dere akışlarında gözlenen
yıllık dalgalanmalar çoğunlukla iklimdeki dalgalanmalardan kaynaklanmaktadır. Bu
nedenle, derelerin akıttığı yıllık su miktarları üzerine ormanların etkilerini ortaya
koyabilecek araştırmalarda üçüncü yaklaşımın uygulanabilmesi için yoğun bir hid-
rometeorolojik gözlem istasyonları şebekesinin oluşturulması ve buralardan toplanan
verilerin yeterli uzunlukta bir süreyi kapsamaları gerekir.

Sovyetler Birliği'nin özellikle Avrupa kıtasındaki çeşitli rejyonlarında yer alan
akarsu havzalarında tarım alanlarını koruyucu orman şeritlerinin geniş çapta oluşturu-
lmağa başlandığı 1950 yılında, yukarıda sözü edilen yaklaşımla (üçüncü yaklaşım)
birçok araştırmalar da başlatılmıştır. Bu araştırmalar tümüyle yoğun bir hidromete-
orolojik gözlem şebekesinin verilerine dayandırılmış ve çoğunlukla düz arazilerde
(ovalarda) yapılmıştır. Böylece, dağlık arazide yağış ve akış üzerinde orman örtüsü-
nün etkisinden daha büyük olan ve orman etkisini gözden saklayan topoğrafyanın
etkisi elimine edilmiş, ya da en az düzeye indirilmiştir. Genellikle bu araştırmalarda,

birbirine yakın olan ve iklimik, orografik, jeolojik koşullar ve toprak özellikleri bakımından aşağı yukarı birbirine benzeyen akarsu gruplarının ya da çiftlerinin seçilmesine dikkat edilmiş, böylelikle havza grupları ya da çiftleri arasındaki farkın sadece orman örtüsü oranı bakımından olması sağlanmıştır. Bu şekilde seçilen havzalardaki yıllık dere akışlarının orman örtüsü oranları ile karşılaştırılmaları sonucunda, bu parametreler arasında yeterince belirgin ilişkilerin ortaya konması mümkün olmuştur. Birbirine yakın sonuçlar veren çok sayıda araştırmalardan birinde (RAKHMANOV, 1970), alanları 480 - 12410 km² arasında değişen iki büyük havza grubu için elde edilen eşitlik;

$$q = 0.04 f + 3.4$$

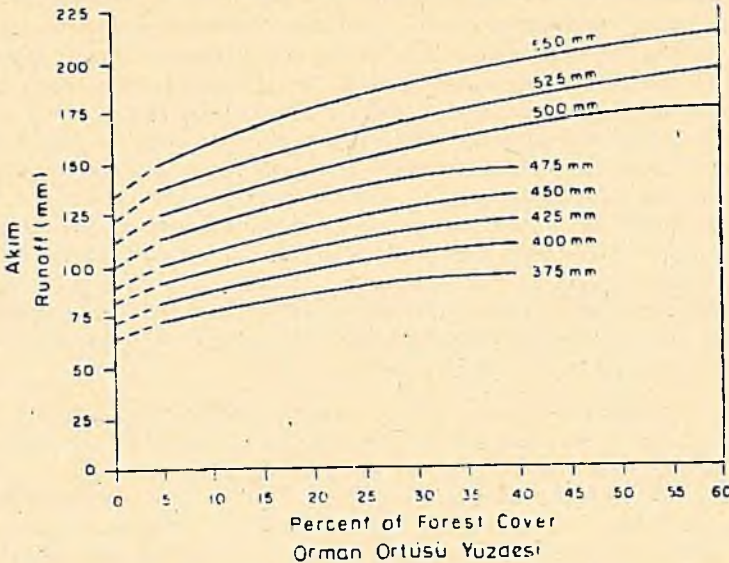
şeklindedir. Burada;

q = yıllık ortalama akış (lt/san/km²)

f = havzaların orman örtüsü yüzdeleri

dir. Eşitlikten görüldüğü üzere Beyaz Rusya koşullarında ormanlık havzaların su verimleri, ormansız havzaların su verimlerinden yaklaşık iki kat daha fazladır. Orman örtüsündeki her % 10 luk artışa karşılık yıllık ortalama akışta da 12 - 17 mm lik bir artış meydana gelmektedir.

Bir başka araştırmada (BOCHKOV, 1970), S.S.C.B.'nin —step zonundan orman zonuna kadar— çeşitli rejyonlarında yer alan akarsu havzaları, uzun süreli yağış değerleri esas alınarak 11 grupta toplanmış ve her grup için uzun süreli dere akışı ile orman örtüsü yüzdesi arasındaki bağıntıyı ($y=f(x, \beta)$) gösteren eğriler geliştirilmiştir. Şekil 1'de verilen bu eğrilerden görülebileceği üzere, belli bir yağış miktarı (x) için dere akışında ($y=f(\beta)$), orman örtüsü yüzdesi arttıkça artış olmaktadır.



Şekil 1. Sekiz yağış sınıfı için akışla orman örtüsü yüzdesi arasındaki ilişkiyi gösteren eğriler. (Bochkov, 1970'den).

Orman örtüsü yüzdesinde (β) % 0 dan % 10 a kadar bir artış dere akışında 18 - 28 mm artış meydana getirmekte, orman örtüsü yüzdesinde % 11 den % 20 ye kadar bir artış dere akışında 7 - 16 mm lik bir artışa yol açmaktadır. Orman örtüsü yüzdesinde % 21 den % 30 a kadarki bir artışta dere akışında - 12 mm lik artış görülmektedir. Orman örtüsü yüzdesinde % 31 in üzerindeki bir artış ise, orman örtüsündeki her % 10 luk artışa karşılık dere akışında % 6 - 10 düzeyinde bir artışa tekabül etmektedir.

Rakhmanov'un (1970) ayrıntılı olarak verdiği bilgilere göre, Orta Avrupa'dan Doğu Asya'ya, Kuzey Kutbundan Ekvator kuşağına kadar çeşitli bölge ve koşullarda yapılmış yüzlerce araştırma, ormanların havzalardaki su verimlerini artırma doğrultusundaki etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Aynı araştırmacının verdiği örnekler arasında, A.B.D.'de yapılmış bazı araştırmaların da bu doğrultudaki sonuçlarından söz edilmekte, hatta H. W. Lull ve W. E. Sopper gibi iki tanınmış araştırmacının A.B.D.'nin kuzeydoğusundaki 137 akarsu havzasına ait 17 yıllık akım gözlemlerine dayandırdıkları araştırmalarından çıkan ve dere akışı ile havzaların orman örtüsü yüzdeleri arasındaki pozitif ilişkiyi ortaya koyan sonuçları başka faktörlerin etkisi ile açıklama çabasına girdikleri belirtilmektedir.

Yukarıda değinildiği üzere havzaların su verimleri üzerine ormanların etkileri, son zamanlara kadar —büyük ölçüde araştırma yöntemlerinden kaynaklanan— tartışmalara neden olagelmıştır. Buna karşılık ormanların dere akışlarını düzenleyici etkileri daha kolay anlaşılır niteliktedir.

Bilindiği üzere dere akışı hem yüzeysel akış suyunu, hem de infiltrasyonla yüzey altı akışa katılan suyu kapsar. Yüzeysel akış, yüzey altı akışa oranla suyun hızla dere yataklarına ulaşmasını sağlar ve yüzeysel akış sularının kısa sürede dere yataklarında toplanması, taşkın nedenlerinden biridir. Ormanların traşlanması ve toprağın çıplak bırakılması yüzeysel akışı, dolayısıyla da taşkın düzeylerini artırır. Ormanların yok edilmesi ve toprakların çıplak kalması ile evaporasyonun artmasından daha çok intersepsiyonun ve transpirasyonun azaldığı ve bu durumun özellikle vejetasyon döneminde meydana geldiği de bilinmektedir. Bu nedenle dere akışında genel bir artış sözkonusu olur. Ayrıca bitki örtüsünün ortadan kalkmasıyla artan yüzeysel akış da özellikle taşkın akışlarının düzeyini yükseltecektir; düşük akışlar sırasındaki su düzeyi de bir ölçüde artabilir.

Kurak mevsimlerde dere akışlarının başlıca su kaynağı, infiltrasyon ürünü olan yeraltı suyu akışıdır. Ormanların ortadan kaldırılması infiltrasyonu azaltırken yüzeysel akışı arttıracak ve dolayısıyla düşük (minimal) akışların düzeyini daha da düşürecektir. Görüldüğü üzere, vejetasyonun yok edilmesinin minimal dere akışı üzerine etkileri konusunda çelişkili bir durum vardır. Nitekim, yaz başlarında olduğu gibi transpirasyon yüksekse, ormansızlaşmanın net etkisi minimal dere akışında bir artış meydana gelmesi şeklinde, sonbahar ya da kışta olduğu gibi transpirasyon azsa, ormansızlaşmanın net etkisi minimal dere akışında bir azalma meydana gelmesi şeklinde olabilir. Dolayısıyla, bu konuda genellemeler yapmaktan kaçınmak yerinde olur (KITREDGE, 1948).

2. YAĞIŞ ÜZERİNE ORMANLARIN ETKİLERİ

Ormanlık havzalardan kaynaklanan derelerin yıllık akışlarındaki artışlar ya orman etkisine bağlı olarak yağıştaki artışa, ya evaporasyonda orman etkisi nedeniyle meydana gelen azalmaya, ya da bu iki faktörün müşterek etkilerine atfedilebilir.

Özellikle A.B.D.'de yapılan bazı araştırmalara dayanılarak günümüzde ormanların belli bir alana düşen toplam yağış miktarı üzerinde belirgin bir etki yapmadıkları yazılıp söylenir olmuştur. Ancak, esas itibarıyla dağlık ve tepelik bölgelerde ormanların yağış oluşumu üzerine etkilerini ortaya çıkarma amacını güden araştırma verilerine dayanılarak çıkarılmış bulunan böyle bir sonucun genelleştirilerek evrensel bir gerçek biçiminde kabul edilmesi hatalı olur. Zira dağlık bölgelerde ormanların etkisi, daha kuvvetli olan orografik etki tarafından maskelenmektedir ve düz (ovalık) arazi koşullarında yapılmış olan araştırmaların ışığında, böyle bir genellenmenin yanıltıcı olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu konuda yine Rakhmanov'un (1970) verdiği bilgilere dayanarak kısaca şunları söyleyebiliriz :

Polonya'da hidrografik koşulları farklı 34 ayrı bölgede orman örtüleri % 1.3 - % 58.6 arasında değişen havzalardan elde edilen verilerin analizinden, orman örtüsü yüzdesi ile yağış ve orman örtüsü ile akış arasında çok yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre orman örtüsü yüzdesindeki % 10 luk bir artış yıllık yağış miktarında 16 mm lik bir artış meydana getirmekte, bu da dere akışlarında artışlara yol açmaktadır. Ülkenin tümü gözönüne alındığında ise, orman örtüsü oranının % 1 arttırılması ile yağışta 1.6 km³, yıllık dere akışlarında da 2.2 km³ tutarında artışlar sağlanabilecektir. Bu araştırmanın ışığında, uygun «ormançılık taktikleri» uygulanarak yağış miktarını düzenlemenin mümkün olduğu savunulmaktadır.

Benzer araştırmaların Sovyetler Birliği'nde 1950 lerde başlatıldığı belirtilmektedir. «Orman örtüsünün, hava kütlelerinin yer değiştirmesini önemli ölçüde engellediği ve bu kütlelerin hareketini yukarıya doğru yönlendirdiği, dolayısıyla ormanlık araziler üzerine düşen yağış miktarının arttığı» varsayımına dayandırılan bir yöntemle, meteorolojik gözlem istasyonlarının yağış değerleri o yörelerin orman örtüleri ile karşılaştırılmıştır. Bu doğrultudaki bir araştırma, meteoroloji istasyonlarında ölçülen yağışlarla herbir istasyonu merkez kabul eden 30 km yarıçaplı dairelerin kapsadığı arazideki orman alanları arasında yakın bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Daha sonraki birkaç araştırmada ise orman alanı yerine herbir istasyon çevresindeki orman örtüsü yüzdesi kullanılmış ve bu değişkenle yağış miktarı arasında daha sıkı bir ilişki bulunduğu görülmüştür. Bu araştırmalardan birinin sonucuna göre, yıllık yağış toplamı ile bir istasyonun 10 km yarıçaplı bir daire içerisinde kalan çevresindeki orman örtüsü yüzdesi arasında çok yakın bir bağıntı vardır.

S.S.C.B.'nin Avrupa kesimindeki yüzlerce meteoroloji istasyonunun verilerinin bir grup iklim uzmanı tarafından incelenmesi sonucunda, yoğun bir orman örtüsüne sahip yerlerde yıllık yağış miktarının, orman örtüsü seyrek olan yerlere oranla 50 - 60 mm daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

Yine S.S.C.B.'nin Avrupa kesimindeki üç rejyonda seçilen 200 meteoroloji istasyonunun yağış değerleri ile, bu istasyonları merkez kabul eden 20 km² lik alanlar içerisinde kalan orman örtüsü yüzdeslerini karşılaştıran iki ayrı araştırma da yıllık yağış miktarı ile orman örtüsü yüzdesi arasında genel ve belirgin bir ilişkinin varlığını göstermiştir. Bu araştırmalarda esas alınan yağış ölçmelerinin, ormanlık alanlarda rüzgâr hızının azalması dikkate alınarak düzeltildiğini de belirtmek gerekir.

Benzer araştırmalar Sibirya'da da yapılmış, çeşitli yükselti kuşakları dikkate alınarak sürdürülen bu araştırmalar da yıllık yağışın artan orman örtüsü yüzdesine bağlı olarak arttığını ve yağıştaki bu artışın yıllık dere akışlarına da hemen hemen aynen yansıdığını ortaya koymuştur.

Bütün bu araştırmalar gösteriyor ki ormanların etkisiyle yağışta meydana gelen artış, ormanlık havzaların dere akışlarındaki artışın başlıca nedenlerinden biridir. Ancak bu sonuç, yalnız normal yağışlarla ilgilidir. Oysa ormanların «horizontal yağış» denilen çiğ ve kırağı oluşumuna da katkıda bulunduğunu unutmamak gerekir. Bu tip yağış düz arazilerde pek önemli olmadığı halde, dağlık arazilerde yıllık yağış toplamının % 10 - 15'i kadar olabilir ve büyük miktarlara ulaşır.

Yine de ormanlık havzaların dere akışlarındaki fazlalık tümüyle böyle havzalarda yağıştaki fazlalığa bağlanamaz. Bu fazlalığın yaklaşık olarak 1/3 ü, ormanlık arazilerde evaporasyonun düşük olmasından kaynaklanmaktadır (RAKHMANOV, 1970).

3. TARTIşMA

Ormanların lokal olarak ya da herhangi bir yerde yağışı etkileyip etkilemediği, öteden beri tartışmalara yol aagelmış bir konudur ve bu konudaki tartışmalar günümüzde de sürmektedir. Örneğin ormanların yağışı ve dere akışını arttırdığını ortaya koymağa çalışan ve bu yazıda kısaca değinilen araştırmaların sonuçları 1970 yılında Moskova'da yapılmış olan Uluslararası Sempozyumda bir bildiri olarak sunulmuş (RAKHMANOV, 1970) ve yine uzun tartışmalara yol açmıştır. Bu konudaki aksi düşünceleri, aynı Sempozyuma sunulmuş başka bir bildiriden (LEYTON - RODDA, 1970) yararlanarak şöyle özetleyebiliriz :

«Ormanların yağışı ve dere akışını arttırdığı konusunda kanıt olarak ileri sürülen hususlar çoğu kez belli koşullarda elde edilmiş verilere dayanılarak çıkarılmış sonuçlar olmaktadır. "Dünyanın daha fazla ormanlık bölgelerinde yağış genellikle daha fazladır; şu halde böyle yerlerde yağışın fazla olması, ormanların fazla olmasının sonucudur" biçiminde bir ifade ile ortaya çıkmak hatalı olur. Oysa bunun tersi daha doğrudur. Sadece vejetasyonla yağış arasındaki korelasyonlara dayandırılmış sonuçların her zaman dikkatle irdelenmesi gerekir; zira korelasyonlar ille de sebep - sonuç ilişkilerinin ifadesi olmadıkları gibi, sebeple sonucu da birbirinden ayırdetmezler. Aynı şekilde, birbirine komşu olan ormanlık ve ormansız alanlardaki yağışların, ya da belli bir alanın ağalandırılmasından (ya da traşlanmasından) önceki ve sonraki yağışların karşılaştırılmasına dayalı verilerin yorumlanmasında da çok dikkatli olunmalıdır. Birbirine komşu olan ormanlık ve ormansız alanlardaki yağışların karşılaştırılması, bu alanlarda yağışı belirleyen iklimatik faktörlerin farklı niteliklerde olmaları nedeniyle bir anlam taşımaz. Belli bir alanın ağalandırılmasından ya da traşlanmasından önceki ve sonraki yağışların karşılaştırılması da, aradaki farklar yağış ölçmelerindeki hata sınırları içinde kalacak, ya da yağış ölçmelerinin farklı bakılarda yapılmasına atfedilebilecek kadar küçük olduğu takdirde, kanıt olabilecek sonuçlar vermez.

Bu konuda karşılaştırma yoluyla sonuca ulaşmanın bu gibi zorlukları dikkate alınırsa, konu hakkında bir karara varabilmek için belli bir alan üzerinde yağışa yol

açan faktörleri gözönünde bulundurmak, sonra da bir orman örtüsünün bu faktörleri nasıl etkileyebileceğini düşünmek biçiminde bir bilimsel yol izlemenin gerektiği ortaya çıkar.

Yağmurun meydana gelebilmesi için gerekli olan mekanizmalar (1) havanın soğuması, (2) kondensasyon, (3) bulut damlacıklarının oluşması, (4) nem birikimi şeklinde sıralanmaktadır.

Bir orman örtüsünün etkisini açıklamak için en çok öne sürülen husus, ormanların diğer vejetasyona ya da çıplak toprağa oranla daha fazla suyu buharlaştırarak havaya vermeleri nedeniyle orman örtüsü üzerindeki hava kütesinin daha fazla nem içerdiği varsayımdır. Durum böyle olsa bile, yağmurun meydana gelmesi için bu nem fazlalığı tek başına yeterli değildir. Eğer havanın içerdiği nem miktarı bir bölgedeki yağışı belirleyen tek faktör olsaydı, büyük su kütlelerinin çevresinde denizler ve göller üzerinde daha fazla yağış olması beklenirdi. Oysa durum hiç de böyle değildir; Kızıl Deniz'de ve Akdeniz'de neredeyse hiç yağış almayan çok sayıda ada vardır; Nil Vadisindeki Hartum'da yüzeye yakın hava tabakalarının içerdiği nem İngiltere'deki Thames Vadisindekinden daha fazla olduğu halde, Hartum'daki yıllık yağış Thames Vadisindekinin ancak 1/5 i kadardır.

Hava kütesinin yükselmesi ve soğuması bakımından ise, bir ormanın oluşturduğu yaklaşık 40 - 50 m lik bir ek yüksekliğin önemli bir etkisi olacağı düşünülemez. Kaldı ki ormanlık alanlar üzerinde gündüzleri hava hareketinin yukarıdan aşağıya doğru olduğu da bilinmektedir.

Eldeki bilgilerin ışığında bir ormanın belli bir alanda yağışa yol açan faktörlerden herhangi birini önemli ölçüde etkileyebileceğini söylemek zordur. Ancak önemli bir nokta, ormanların yağışı ve dere akışını artırıcı etki yaptığını ortaya koyduğu savunulan araştırmalardan çoğunun yıllık yağışın büyük bir bölümünün kar şeklinde düştüğü bölgelerde yapılmış olmasıdır. Bir ormanın tepe çatisının rüzgârda meydana getirdiği türbülans nedeniyle, yağın karın büyük bir bölümünün ormanın tepe çatisinde toplandığı bilinmektedir. Ayrıca rüzgârla savrulup taşınan karın açık alanlardan daha çok orman içlerinde ve özellikle orman içi boşluklarda biriktiği de bilinen bir husustur. Bu arada koruyucu orman şeritleri de kar birikimine elverişli bulunmaktadır. Dolayısıyla, ormanların lokal yağışı arttırdıkları tartışmalı olmakla birlikte, ormanların kar birikimini —en azından belirli koşullar altında— arttırdıkları rahatlıkla söylenebilir. Böyle olunca da, ormanlık havzaların su verimlerinin daha yüksek olması şaşırtıcı sayılmamalıdır.

Unutulmaması gereken bir başka nokta da bir ormanın yağışın dispozisyonu üzerindeki, özellikle toprakta depolanan su miktarı üzerindeki etkisidir. Orman meşcereleri altında gelişen toprakların karakteristik bir özelliği bunların yüksek bir infiltrasyon kapasitesine sahip bulunmalarıdır. Bu nedenle orman topraklarına düşen yağışın —diğer örtüler altındaki daha az geçirgen topraklara oranla— daha fazlası toprağa sızar. Orman altındaki toprakların açık araziye göre topraklara oranla donma olasılığı daha zayıf olduğundan, bu infiltrasyon farkı özellikle kışın daha da belirgindir. İlkbaharda transpirasyon için koşulların elverişli duruma gelmesiyle, toprakta depolanmış olan suyun fazlası ağaç köklerinin artan su çekimi sonucunda bir dereceye kadar dengelenebilir; fakat toprak, suyun kök bölgesinden daha aşağılara sızmasına fırsat verecek kadar derin olduğu takdirde toprakta depolanan suyun fazlası dere

akışlarını besler. Ormanlık alanlardaki dere akışlarının diğer bitki örtüleriyle kaplı alanlardaki dere akışlarından genellikle daha düzenli olmasının nedeni de budur.

Bu açıklamalardan da açıkça görüldüğü gibi, ormanlık havzaların dere akışı şeklindeki su verimlerinin açık arazilerinkine oranla —özellikle yağışın önemli bir bölümü kar şeklinde düşüyorsa— daha fazla olmasını sağlayan birçok koşullar vardır. Böyle durumlarda akış fazlalığını ormanın lokal yağış üzerindeki olumlu etkisiyle açıklamaya çalışmanın gereği yoktur. Öte yandan ormanların genel olarak yağışa etkileri ise çok daha karmaşık bir konudur. Böyle bir konuda karar verilebilmesi için atmosferin genel dolaşım düzeni (sirkülasyon paterni)nin ayrıntılı biçimde incelenmesi gerekir.»

Görüldüğü üzere, ormanların yağışı ve dolayısıyla dere akışını olumlu yönde etkilediğini gösteren araştırma sonuçları bir gurup bilim adamı ve araştırmacı tarafından benimsenirken, diğer bir grup bilim adamı ve araştırmacı tarafından da kuşku ile karşılanmaktadır. Bu yazıda kısa kısa aktardığımız araştırma sonuçlarına karşı ileri sürülen kuşkular yukarıda ana çizgileriyle özetlenmiştir. Şimdi de bu kuşkulara karşı Rakhmanov'un (1970) ileri sürdüğü düşünceleri kısaca aktaralım :

«Ormanların yağış ve dere akışı üzerine olumlu etkilerini ortaya koyan araştırmaların sonuçlarını eleştirenler, yıllık dere akışı ile orman örtüsü yüzdesi arasındaki belirgin bağıntının ormanların toplam dere akışı üzerindeki olumlu etkisine bağlı olmayıp, ormanların daha fazla yağış alan ve daha nemli iklime sahip bulunan alanları kapladığı gerçeğinden kaynaklandığı düşüncesinden hareket etmektedirler. Ormanların bilinmeyen zamanlardan beri birbirinden ayrı grup ve parçalar halinde yetişmekte olduğu orman - step zonundaki araştırmalar için bu düşüncenin doğru olmadığını savunmak zordur. Fakat orman zonu için durum bunun tersidir. S.S.C.B.'nin Avrupa kesiminde havza alanlarının hiçbir zaman tamamen ormanla kaplı olmadıkları çok iyi bilinmektedir. Bu havzalarda bugün var olan ormanların dağılımı o bölgelerin iklimatik özelliklerinin değil, doğrudan doğruya insan faaliyetlerinin bir sonucudur. Bu nedenle, orman zonunda, ancak maksimum yağışa sahip alanlarda ormanların korunabilmiş olduğunu kabul etmek ve bu kabulden yola çıkarak ormanların suyu koruyucu rolünü hiçe saymak, akılcı bir tutum sayılamaz.

Ormanların sözkonusu rolü konusunda karşı düşüncede olanlar, orman örtüsü yüzdesine bağlı görünen yıllık dere akışındaki farklılıkların da, enlem derecelerine bağlı bulunan iklimatik faktörlerin etkilerine atfedilmesi gerektiğini ileri sürmektedirler. Bu düşünce, çok geniş alanlarda seçilmiş büyük akarsu havzalarını içeren araştırmalar için bir ölçüde geçerlidir; zira böyle durumlarda iklim özelliklerindeki önemli farklılıklar üzerinde yeterince durulmamış olabilir. Ancak, enlem dereceleri bakımından sınırlı varyasyonlar arasına inhisar eden dar alanlarda yapılmış araştırmalar için bu düşünce pek geçerli sayılamaz. Dahası, orman ve dere akışı arasındaki bağıntılar havzalardaki sıcaklık farkları dikkate alınarak düzeltildiği takdirde —ki sözkonusu araştırmaların çoğunda böyle yapılmıştır—, bu düşüncenin hiç yeri ve anlamı yoktur. Bunun da ötesinde, çift havzalar kullanıldığı ve her havza çifti, iklimleri benzer olacak şekilde seçilmiş olduğu takdirde de —ki böyle yapıldığını belirtmiştik— yukarıdaki iddia dayanaksız kalmaktadır.

Bütün bunlara rağmen, bu konuda S.S.C.B.'de 1950 - 1970 yılları arasında yapı-
lıp sonuçlandırılmış olan araştırmaların bir dereceye kadar kuşkuyla açık bulundu-

ğunu da kabul etmek gerekir. Orman örtüsü dışındaki diğer faktörler topluca istatistik analize sokulmamış, bunlardan ancak birkaçı böyle bir analize tabi tutulmuştur. Ayrıca havza grupları çoğu kez 15 - 18 havzadan oluşturulmuştur ki, bu sayıda örneklerle temsil edilen havzalar için elde edilen eşitlikler her zaman tatmin edici olmamaktadır.

Maamafih, halihazırda sürdürülmekte olan ve geniş bir gözlem ağından elde edilmiş bol verilerin istatistik analizine dayandırılmış bulunan araştırmalar, sadece orman örtüsündeki artışın toplam dere akışında gözlenen artışların başlıca nedeni olduğunu gösterir nitelikte tümüyle güvenilir sonuçları daha şimdiden vermeğe başlamıştır ve bu doğrultudaki araştırma sonuçları giderek artmaktadır.»

4. SONUÇ

Ormanların hidrolojik rolü, uzun yıllardan beri önemli tartışmalara neden olagelen bir konudur. Son 35 - 40 yıl içerisinde konuya ilişkin çeşitli tarım, ormancılık ve ıslah uygulamaları da özel bir önem kazanmış bulunmaktadır.

Çözüm getirilmek istenen sorunların karmaşıklığı yüzünden, çeşitli ülkelerde yapılan araştırmalardan farklı ve hatta bazen çelişkili sonuçlara ulaşılmıştır. Bu farklılık ve çelişkilerin nedenleri kısaca (1) açık olan ve ormanla kaplı bulunan akarsu havzalarında su dengesi komponentlerinin oluşumuyla ilgili bilgilerin yetersizliği, (2) su dengesi elemanlarının, yani buharlaşmanın, toprak suyu depolamasının ve dere yataklarına taban suyu akışının ayrı ayrı hesaplanmasında yeterli bir doğruluk derecesine ulaşılamaması, (3) araştırma yöntemlerinde üniformluğun sağlanamaması şeklinde sıralanabilir.

Bu nedenlerle, ormanların örneğin dere akışı üzerine etkileriyle ilgili olarak literatürde çeşitli görüşler yer almış bulunmaktadır. Gerçekten de literatürde (1) ormanların dere akışını *azalttığı*, (2) ormanların dere akışını *arttırdığı*, (3) ormanların dere akışını *etkilemediği*, (4) ormanların, tür kompozisyonuna, yaşa, meşcere sıklığına ve çeşitli fizyografik faktörlere bağlı olarak dere akışını *farklı yönlerde etkileyebildiği*, yani akış miktarını azaltabildiği ve arttırabildiği şeklindeki çelişkili bilgilere sık sık rastlanmaktadır.

Bu konuda en başarılı sonuçlara, su dengesi eşitliğini çözmek suretiyle ulaşılabilmektedir. Ancak, maalesef bu eşitliğin bazı komponentleri halâ tam ve doğru olarak hesaplanamamakta, diğer bazı komponentleri ise hiçbir şekilde belirlenememektedir (BOCHKOV, 1970). Bu nedenle, ormanların dere akışı üzerine etkilerinin incelenmesinde su dengesi yaklaşımı, su dengesi komponentlerinin orman ve açık arazi koşulları altında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi kadar kullanışlı ve yararlı değildir. Dolayısıyla, ormanların hidrolojik rolü, bu arada yağış ve yüzeysel akış üzerine etkileri, açık alanlarda ve orman alanlarında su dengesi komponentlerinin karşılaştırılması yoluyla değerlendirilmektedir.

Deneme parsellerinde ve küçük deneme havzalarında toplanan verilerin değerlendirilmesiyle ulaşılan sonuçlar çoğunlukla ormanların yağış ve akış miktarları üzerinde belirgin bir etki yapmadığını göstermekte ve bu husus yaygın biçimde benimsenmiş görünmektedir.

Ancak, yaklaşık son 40 yıl içerisinde bazı ülkelerde ve özellikle Sovyetler Birliği'nin çeşitli reyonlarında yapılan ve büyük akarsu havzalarındaki sistematik gözlem şebekelerinden sağlanan hidrolojik ve meteorolojik verilere dayandırılan yüzler-

ce araştırmanın hemen tümü, akarsu havzalarındaki orman alanları, ya da orman alanı yüzdeleri ile yağış ve akış miktarları arasında önemli düzeyde ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuş bulunmaktadır. Söz konusu araştırma prosedüründe eleştirilmesini olabilecek bazı yetersizliklerin giderilmesi suretiyle yine Sovyetler Birliği'nde son yıllarda yapılan benzer nitelikteki birçok araştırmanın da ormanların yağış ve dere akışı üzerinde olumlu (arttırıcı) rol oynadığını belirgin biçimde göstermekte olduğu dikkate alınır, böylesine önemli konularda şu ya da bu görüş ve düşünceye saplanıp aksini geçersiz ve yanlış saymanın ne kadar hatalı olacağı bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Ormanların yöresel olarak yağış ve akış miktarları üzerindeki etkileri konusundaki bilimsel tartışmalar halen sürmektedir. Bu konuda evrensel gerçeğin ne olduğunu hiçbir kuşkuyla yer bırakmayacak biçimde ortaya çıkarılabilmesi için daha uzun bir sürenin geçmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Aslında herkesin aynı düşüncede olması da beklenemez ve buna şaşmamak, üzülmemek gerekir. Her konuda olduğu gibi bu konuda da fikir ayrılıklarının araştırmalar için itici bir güç oluşturduğu ve gelişmenin ancak bu yolla sağlanabileceği unutulmamalıdır.

Son olarak şunu da belirtmek gerekir ki, su gereksinmesinin çok olduğu marjinal bölgelerde «ormanların harcadığı suyu insanların yararlanmasına sunmak» düşüncesinden hareketle ormanların kesilmesi, yakılması, ya da daha yumuşak bir ifade ile «manipülasyonu» ve orman alanlarının en az su harcayan kullanım şekillerine tahsis edilmesi doğrultusundaki yaklaşım ve girişimlerden umulan yararın sağlanması zordur. Çünkü ormansız alanlardan sağlanan suyun fiziksel ve kimyasal kalitesi, çoğu zaman uzun ve pahalı işlemlerden geçirilmeden kullanılmasını engelleyecek derecede bozuk olmaktadır. Ayrıca, genel olarak havzaların su verimleri üzerine ormanların olumsuz değil, olumlu etkiler yaptığını gösteren ve bu yazıda üzerinde durulan araştırma sonuçları da gözden uzak tutulamaz.

KAYNAKLAR

- BALÁZS, A.; BRECHTEL, H. M., 1974. *Wieviel Wasser kommt aus dem Wald?* *Allgemeine Forst Zeitschrift*, 49, Dez. 1974.
- BAYER, M. Z., 1950. *Türkiye'nin Su Dâvası*, *Yeni İstanbul Gazetesi*, 12.12.1950.
- BOCKHOV, A. P., 1970. *Influence of Forest and Agrosilvicultural - Ameliorative Activities on the Water Level of Streams and Streamlets*. *Proceedings of the Joint FAO/U.S.S.R. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, Moscow*.
- KITTREDGE, J., 1948. *Forest Influences*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London.
- LEYTON, L.; RODDA, J. C., 1970. *Precipitation and Forests*. *Proceedings of the Joint FAO/U.S.S.R. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, Moscow*.
- RAKHMANOV, V. V., 1970. *Dependence of Streamflow Upon the Percentage of Forest Cover of Catchments*. *Proceedings of the Joint FAO/U.S.S.R. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, Moscow*.
- WOOLDRIDGE, D. D. (Çeviri: E. GÖRCELİOĞLU), 1974. *Toprak İçinde ve Derelerde Su İletimi*. *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXIV, Sayı 1*.