
SERİ

B

CİLT

45

SAYI

1-2

1995

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



“HAVZALARDA ORMAN VE OTLAK ALANLARI AMENAJMANININ SU VERİMİNE VE KALİTESİNE ETKİLERİ” ÜZERİNE BAZI AÇIKLAMALAR

Prof. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU¹⁾

Kısa Özet

Orman hidrolojisine ilişkin bilimsel yayınlarda (1) ormanların dere akımını azalttığı, (2) ormanların, dere akımını arttırdığı, (3) ormanların dere akımını etkilemediği, (4) ormanların, tür kompozisyonuna, yaşa, meşcere sıklığına ve çeşitli fizyografik faktörlere bağlı olarak dere akımını farklı yönlerde etkileyebildiği, yani akımı azaltabildiği ya da arttırabildiği doğrultusunda çelişkili bilgilere ve araştırma sonuçlarına sık sık rastlanmaktadır.

Sovyetler Birliği'nde, büyük akarsu havzalarında 1950-1970 yılları arasında yapılan ve geniş bir gözlem ağından elde edilmiş bol verilerin istatistik analizine dayandırılmış bulunan sistematik araştırmalar, tek başına orman örtüsündeki artışın, toplam dere akımında gözlenen artışların başlıca nedeni olduğunu gösteren güvenilir sonuçlar vermiştir.

1. GİRİŞ

Bilimsel çalışmaların yayınlanmasındaki başlıca amaçlardan biri, bir konunun bilimsel düzeyde tartışılmasına ortam hazırlamaktır. Bu nedenle, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 42, Sayı 1-2, 1992 (1996) sayısında yayınlanan “Havzalarda Orman ve Otlak Alanlarının Su Verimine ve Kalitesine Etkileri” başlıklı makalede orman örtüsü-su verimi ilişkileri bağlamında verilen bir bağıntıdan yola çıkarak değerli meslektaşım Prof.Dr. Süleyman Özhan'ın kaleme aldığı (“Havzalarda Orman ve Otlak Alanları Amenajmanının Su Verimine ve Kalitesinde Etkileri” Adlı Makaleye İlişkin Bir Açıklama) başlıklı yazı, havzalarda orman örtüsü-su verimi ilişkilerini aydınlatıcı niteliğiyle sevindiricidir.

Adı geçen makalede (GÖRCELİOĞLU 1992) Prof.Dr.Özhan'ın eleştirdiği bölüm şudur:

“Orman örtüsü-su verimi ilişkileri, yakın zamanlara kadar –büyük ölçüde farklı araştırma yöntemlerinden kaynaklanan- tartışmalara konu olmuştur.

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Ancak, özellikle 1950 yılından bu yana Sovyetler Birliği'nde, Orta Avrupa'dan Doğu Asya'ya, Kuzey Kutbundan Ekvator Kuşağına kadar çeşitli bölge ve koşullarda yapılmış yüzlerce araştırma, ormanların havzalarındaki su verimlerini artırıcı etkilerini açıkça ortaya koymuştur. Örneğin, alanları 480 – 12 410 km² arasında değişen iki büyük havza grubu için yıllık ortalama akışlarla havzalardaki orman örtüsü yüzdeleri arasında;

$$q = 0.04 f + 3.4$$

şeklinde bir bağıntı olduğu bulunmuştur. (RAKHMANOV 1970). Burada;

q = yıllık ortalama akış (özgül debi) (lt/san/km²)

f = havzanın orman örtüsü yüzdesi

dir. Buna göre –Beyaz Rusya koşullarında- ormanlık havzaların su verimleri, ormansız havzaların su verimlerinden yaklaşık iki kat daha fazladır. Orman örtüsünde her % 10'luk artışa karşılık yıllık ortalama akışta 12-17 mm'lik bir artış meydana gelmektedir.

Bir dizi başka araştırmada, meteoroloji istasyonlarında ölçülen yağış değerleri ile her bir istasyonu merkez kabul eden 30 ve 10 km yarıçaplı daireler içinde kalan orman alanları arasında sıkı bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Polonya'da ve Sibirya'da yapılan benzer araştırmalar da, çeşitli iklim ve yükselti kuşaklarında yıllık yağışın artan orman örtüsü yüzdesine bağlı olarak arttığını ortaya koymuştur."

Sayın Özhan, havzaların su verimleri üzerine ormanların olumsuz etki yaptığını ilişkin olarak bilinenleri yineleyerek, bununla çelişen araştırma sonuçlarına batı dünyasında da rastlandığını, ancak bunun yükseltiye ve orografik etkiye bağlı olduğunu anlaşıldığını ifade etmektedir.

1970 yılında Moskova'da yapılan "Orman Etkileri ve Havza Amenajmanı Üzerine FAO/S.S.C.B. Uluslararası Sempozyumu"nda Sovyet bilim adamlarından V.V.Rakhmanov'un sunduğu "Dere Akımının Havzaların Orman Örtüsü Yüzdesiyle Bağlantısı" ve A.P. Bochkov'un sunduğu "Orman ve Agrosilvikültürel İslah Etkinliklerinin Dere ve Dereciklerin Su Düzeyi Üzerine Etkileri" adlı bildirimleri sempozyumdaki tüm bilim adamlarının ve araştırmacıların aktif katılımı ile yoğun biçimde tartışılmıştır.

Gelişmekte olan ülkelere orman etkilefi ve havza amenajmanı yöntemleri konularında eldeki son bilgilerin aktarılması ve orman hidrolojisi üzerinde çalışan araştırmacılar arasında bilgi alışverişlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla düzenlenen sempozyuma gelişmekte olan ülkelerde 21 kişi katılmıştır⁽¹⁾. S.S.C.B., A.B.D., İngiltere, Almanya, İsviçre ve Japonya'dan 28 bilim adamının sunduğu bildiriler üç hafta boyunca tartışılmıştır. L.Leyton, J.O.Rodda, H.W. Anderson, A.Baumgartner, A.A. Rode, P.J.Zinke, J.D. Hewlett, H.W.Lull, R.F. Tarrant, J.S.Rothacher, R.A.Klawitter, H.M. Keller, E.G. Dunford, M.Clawson, A.A. Tsimek, D.I.Navon, R.E.Dils, A.A.Molchanov, V.V. Rakhmanov, A.P.Bochkov, N.A. Voronkov, V.S.Subbotin, A.V. Pobodinsky, V.T.Nikolaenko, V.A.Gubareva, S.E. Vompersky, I.I.Khanbekov, A.S. Skorodumov, I.S.Melekhov, K.B.Lositsky gibi dünyaca ünlü bilim adamlarının katıldığı bu sempozyumda en yoğun tartışmalar, havzalardaki orman örtüsünün dere akımını arttırdığını gösteren araştırmalardan söz eden V.V. RAKHMANOV ve A.P.BOCHKOV'un bildirimleri üzerinde yapılmıştır. Prof.Dr.Süleyman ÖZHAN'ın da eleştirdiği bulgulara açıklık kazandırmak, bu bulguları kullandığım için bana düşüyor. Aslında orman örtüsünün havzaların su verimi üzerine olumlu

(1) Sempozyuma Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü adına katılan İsmet Kaya, "Watershed Management in Turkey" başlıklı kısa bir bilgilendirme notu sunmuştur.

etkilerini ortaya koyan bu araştırmalar 1984 yılında yayınlanan bir makalede yeterince tartişılmıştı (Bkz.: GÖRCELİOĞLU 1984). Burada meslektaşının tereddütlerini önemli ölçüde gidereceğini umduğum açıklamaları, bildiri sahiplerinin ifadelerini ve tartişmacıların sözlerini aktararak bir kez daha yinelemenin yararlı olacağını sanıyorum.

2. AÇIKLAMALAR

2.1 V.V. Rakhmanov'dan Seçmeler

Uzun yıllardan beri genellikle derelerdeki bol su akışının orman örtüsünün yoğunluğuna bağlı olduğuna inanılagelmiştir. Bilim alanında ise, su bütçesine ormanın etkileri sorusu hâlá sert tartişmalara açık bulunmaktadır. En tartişmalı konu ise ormanların toplam su verimine, öncelikle de ortalama yıllık dere akımına ve su kaynaklarına etkisidir.

Bazı bilim adamları, ormanların dere akımını yıl boyunca zaman itibariyle düzenleyici etkilerinin yanısıra yıllık akımın artmasına katkıda bulunduğunu, ormanların ortadan kaldırılmasının da toplam dere akımının azalmasıyla ve su kaynaklarının kurumasıyla sonuçlandığını savunmaktadır. Diğerleri ise, büyümeleri sırasında fazla miktarda su kullanmaları nedeniyle ormanların toplam dere akımını azalttığına ve su kaynaklarını kuruttuğuna inanmakta, buna karşılık su yetersizliği olan dönemlerde akım düzeyini yükseltici bir katkı sağladığını belirtmektedir. Ormanların toplam dere akımına etkilerine ilişkin bu iki görüş birbiriyle taban tabana zittir.

Bu iki zıt görüşe ilişkin savlar daha 18. yüzyılda ortaya çıkmıştır ve bugün de sürmektedir. Yakın zamanlara kadar yeterli meteorolojik verilerin yokluğu, ormanların hidrolojik fonksiyonları konusunda geniş kapsamlı araştırmaları engellemiştir. Günümüzde bile, geniş kapsamlı ve çeşitli meteorolojik ve hidrolojik gözlemlere rağmen, ormanların dere akımına etkileri konusunda karşıt görüşler hâlá varlığını sürdürmektedir.

20. yüzyıl hidrolojisi, akarsu havzalarının su dengesi (su bilançosu) araştırmalarındaki yaygın gelişmelerle karakterize edilmektedir. Ormanların hidrolojik rolünün incelenmesinde de çoğunlukla su dengesi yöntemi benimsenmiştir.

Su dengesi yöntemine dayalı hidrolojik araştırmalarda, ormanların dere akımına etkilerine açıklık kazandırmayı hedef alan başlıca üç eğilim ya da yaklaşım vardır. Birinci yaklaşım, orman içindeki ve ormansız komşu arazideki münferit deneme parsellerinde, senkronize (eşzamanlı) toprak rutubeti ölçümlerine ve yağış ve akış gözlemlerine dayalı olarak toprağın su dengesinin incelenmesidir. İkinci yaklaşım, deneme alanı olarak belirlenen havzaların su dengesinin incelenmesidir. Bu yaklaşımı esas alan araştırmalar, farklı orman örtüsüne sahip bulunan ya da yüzeysel akış koşullarını etkileyen (kesim ya da ağaçlandırma, toprak işlemesi ve benzerleri gibi) işlemlerin uygulandığı küçük havzalarda yapılan "paralel" akım ölçmelerine dayandırılır. Üçüncü yaklaşım ise, standart bir hidrolojik ve meteorolojik gözlem ağının verilerine dayanılarak nehir basenlerinde akımın ve diğer su dengesi karakteristiklerinin orman örtüsüyle bağıntısının araştırılmasıdır.

Birinci eğilim ya da yaklaşım 1870'lerde, ikinci yaklaşım ise bu yüzyılın başlarında gelişmeye başlamıştır. Birinci yaklaşım doğrultusunda yapılan araştırmalar genellikle araştırmacıları ve bilim adamlarını "ormanların evapotranspirasyon kayıplarını çok arttırdığı ve toplam dere akımını azalttığı" inancına yöneltmiştir.

İkinci yaklaşımla, yani küçük deneme havzalarında su dengesinin incelenmesi suretiyle yapılan araştırmalar A.B.D.'de, İsviçre'de, İngiltere'de, Doğu Almanya'da, Japonya'da ve diğer ülkelerde yürütülmüştür. Bunlarda da ormanlarda yüksek evapotranspirasyon değerleri bulunmuş,

orman örtüsünün gelişmesiyle dere akımında azalma olduğunu, ormanların kesilmesi ya da yanmasıyla da dere akımında artış meydana geldiğini gösteren veriler elde edilmiştir. Sovyetler Birliği'nde de küçük havzalarda yapılan araştırmalar benzer sonuçlar vermiştir.

Üçüncü yaklaşımla, nispeten büyük akarsu havzalarında standart gözlem ağından elde edilen verilerin analizine dayanılarak yapılan araştırmalar ise, ormanların etkisiyle yıllık dere akımlarının arttığını göstermiştir. İlk olarak S.S.C.B'de geliştirilen bu tür araştırmalar, başlangıçta hidrolojik gözlem ağının yetersizliği ve gözlem süresince orman alanlarında önemli bir değişiklik olmaması nedeniyle ikna edici bir sonuç vermemiştir. Ancak yoğun bir hidrometeorolojik gözlem ağının kurulması ile derelerdeki akım miktarları üzerine ormanların etkilerine ilişkin araştırmalarda üçüncü yaklaşımın geliştirilmesi mümkün olmuştur.

Bu gelişme, 1950 yılında tarım alanlarını koruma altına almak üzere rüzgar perdeleri (şeritleri) oluşturma amacıyla ülkede büyük çapta ağaçlandırmaların başlamasıyla ortaya çıkmıştır. Bu ağaçlandırmaların etkisini göstermeye başlamasıyla birlikte S.S.C.B'nin Avrupa kesimindeki farklı bölgelerin akarsu havzalarında yıllık akımla orman örtüsü yüzdesi arasındaki ilişkiyi gösteren çok sayıda araştırma sonuçları da rapor edilmeye başlanmıştır. Bütün bu araştırmalar, düz arazide (ovalarda) yürütülmüş ve ağ (şebeke) biçiminde düzenlenmiş sistematik noktalardaki gözlemlere dayandırılmıştır. Bu şekildeki bir uygulama, topoğrafyanın yağış ve yüzeysel akış üzerindeki yanıtıcı etkisini tümüyle ortadan kaldırma ya da en azından hafifletme olanağı sağlamıştır. Bilindiği gibi topoğrafyanın yağış ve yüzeysel akış üzerindeki etkisi, dağlık arazide orman örtüsünün etkisinden daha büyüktür ve dolayısıyla orman etkisini perdeler.

Bu sistematik araştırmalarda büyük akarsu havzalarının coğrafi sınırları, gerekli görüldüğünde, iklim farklılıklarının dere akımına etkisini azaltmak amacıyla daraltılmıştır.

S.S.C.B.'nin Avrupa kesimindeki değişik bölgelerde eş havzalar yöntemi kullanılarak yapılan bir araştırmada 88 çift havzanın dere akımları analiz edilmiş, bütün bölgelerde yoğun orman örtüsüne sahip havzaların yıllık akımları ortalamasının, orman örtüsü az olan havzaların yıllık akım ortalamasından daha yüksek olduğu görülmüştür. Eş akarsu havzalarının karşılaştırılması, iklimatik ve orografik faktörlerin orman örtüsü - dere akımı ilişkilerini perdeleme etkisini en az düzeye indirme olanağı sağlamaktadır.

Litvanya'da yapılan bir araştırmada, yayvan arazide yer alan havzaların yıllık akım değerleri orman örtüsüyle karşılaştırılmış, bu ikisi arasında sıkı bir doğrusal ilişki bulunmuş ve buna dayanılarak bazı silvikültürel öneriler geliştirilmiştir.

Kısacası, Sovyetler Birliği'ndeki düz arazilerde standart gözlem ağlarından elde edilen bol veriler kullanılarak yapılan araştırmalar, ormanların etkisiyle dere akımlarında artış olduğunu göstermektedir. Kompleks dağ koşullarında yürütülen ve topoğrafyanın yüzeysel akışa etkisini elimine etme olanağı bulunabilen araştırmalar da benzer sonuçlar vermiştir.

Hidrometeorolojik gözlem ağlarının kitlesel verilerinden yararlanarak akarsu havzalarının akım değerleriyle orman örtüsünü karşılaştırma yöntemi, başka ülkelerde de artan sayılarda kullanılmaya başlamıştır. Bunlara tipik bir örnek şudur : Yağış, hava sıcaklığı, buharlaşma ve akım ölçümlerini kullanarak P.E.Black, New York Eyaletinin doğu kesiminde 1929-1963 yılları arasında yıllık akımda bir artış olduğunu, bunun genel iklim değişikliklerinden değil, tarım alanlarının terk edilmesinden ve giderek artan ağaçlandırmalardan kaynaklandığını saptamıştır. 1900 yılında tarım alanları bölgenin % 62'sini oluştururken, 65 yıl sonra bu rakam % 35'e düşmüştür. Ağaçlandırma sonucunda akımda tedrici bir artış gerçekleşmiştir ve bu artış özellikle kışın sonlarına doğru ve ilkbaharın başlarında çok belirgindir.

Ormanlık havzalardan kaynaklanan dere akımlarındaki artışlar ya orman etkisiyle yağışın ırtmasına, ya ormanın buharlaşmayı azaltıcı etkisine, ya da bu etkilerin her ikisine bağlanabilir. Batılı bilim adamlarının çoğu, ormanların toplam yağış miktarı üzerinde bir etkisi olmadığını savunmaktadır. Ancak bu düşünce esas itibariyle dağlık ve tepelik arazilerde ormanların yağmur oluşmasına etkileri konusundaki araştırmalara dayandırılmıştır. Oysa böyle yerlerde ormanların etkisi, daha güçlü olan orografik etki tarafından maskelenmektedir. Dolayısıyla bu düşünce evrensel bir gerçeği yansıtmamaktadır ve düz arazi koşullarında yapılan araştırmaların ışığında sorgulanması gerekir.

Sovyetler Birliği'nin düz bir topoğrafyaya sahip çeşitli bölgelerinde yapılmış çok sayıda araştırma, ormanların etkisiyle yağışta meydana gelen artışın ormanlık havzalardaki akım artışlarının nedeni olan faktörlerden biri olduğunu kanıtlamaktadır. Bu sonuç, normal yağışlar için geçerlidir. Bununla birlikte, ormanların çığ ve kırağı gibi "horizontal" yağışa katkısı olduğu da unutulmamalıdır. Bu yağış formu düz arazilerde büyük bir önem taşımamakla birlikte, dağlık bölgelerde yıllık toplam yağışın % 10-15'ine ulaşabilmektedir. Ormanlık havzalardan kaynaklanan dere akımındaki artış sadece yağış artışına bağlanamaz; bu akım artışının yaklaşık 1/3'ü, ormanlık arazide evapotranspirasyonun azalmasına bağlanabilir. Orman ortamında hava sıcaklığının azalması, rüzgar hızının düşük olması, havanın nemli olması, toprak üzerindeki ölü örtünün koruyucu etkisi vb, buharlaşmayı ve transpirasyonu azaltan faktörlerdir. Lebedev'in hesaplamalarına (1964) göre, yoğun ormanlara sahip havzalardaki evapotranspirasyon, seyrek ormanların bulunduğu havzalardaki evapotranspirasyon değerlerine aşağı yukarı eşittir. Yağışın buharlaşan bölümü ormanlık havzalarda büyük ölçüde azalmaktadır. Bir miktar fazla yağışın ve ormanlar tarafından önemli ölçüde engellenen buharlaşmanın etkisi, özellikle kar birikiminin ormanlık alanlarda daha fazla olması nedeniyle kışın görülür. Açık alanlardakine oranla kar miktarındaki fazlalık S.S.C.B.'nin Avrupa kesimindeki ibrelili ormanlarda ortalama % 10-12, yapraklı ormanlarda ise % 15-20 ve daha yüksektir.

Bizim düşüncemize göre, ormanlık havzaların yıllık ortalama akımındaki artıştan sorumlu olan baskın faktörler bunlardır. Bu faktörlerin etkisi kuşkusuz ki çeşitli havzalarda değişik olabilir. Bazen bu farklılık oldukça büyük olabilmekte, fakat yine de bu faktörler, ormanların su koruma fonksiyonlarını belirlemektedir.

Burada değinilen araştırma sonuçları birçok bilim adamı ve uygulamacı tarafından onaylandığı halde, diğer bazıları araştırma yöntemlerini ve çıkarılan sonuçları eleştirmişlerdir. Bazı yazarlar, derelerdeki yıllık akım miktarının havzaların orman örtüsü yüzdesiyle sıkı bir korelasyona sahip olmasının, ormanların toplam akıma yararlı etki yapmasından değil, ormanların daha fazla yağış alan daha nemli iklimlerdeki alanlarda yer almasından kaynaklandığını yazmışlardır. Bu gerçek, ormanların bilinmeyen zamanlardan beri birbirinden ayrı (izole) gruplar halinde yetiştiği orman-step zonunda yapılan araştırmaların ışığında yadsınamaz. Orman zonuna gelince, durum tersine dönmektedir. S.S.C.B.'nin Avrupa kesiminde, akarsu havzaları hiçbir zaman tümüyle ormanla kaplı olmamıştır. Ormanların bugünkü dağılımında değişik bölgelerin iklim özellikleri belirleyici etki yapmamıştır; bugünkü dağılım, insan etkinliklerinin sonucunda ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla, orman zonunda, bu ormanların maksimum yağış alan bölgelerde korunup bugüne ulaştığını kabul etmek ve bu anlayışla ormanların suyu koruyucu rolünü yadsımak anlamsızdır.

Eleştirmenler, dere akımındaki artışların orman örtüsü oranına değil, enleme bağlı iklim faktörlerinin etkisine bağlanması gerektiğini de öne sürmüşlerdir. Bu eleştirmenlere göre havzaların orman örtüsü yüzdesi de enlem derecesine göre büyür ve yıllık akımın orman örtüsüne bağlılığı gerçekte akımın enleme, daha doğrusu enlemin belirlendiği iklim faktörlerine bağlılığıdır.

Bu sav, çok büyük alanlarda seçilmiş nehir basenlerini içine alan araştırmalar için bir derecede kade geçerlidir; çünkü iklim karakteristiklerindeki önemli değışiklikler çok büyük basenlerde yeterince dikkate alınmayabilir. Ancak bu sav, enlem değışimi bakımından kısıtlanmış dar alanlar için pek inandırıcı değildir. Ayrıca, çoğu araştırmalarda yapıldığı gibi, eğer orman-dere akımı arasındaki bağıntılar havzalardaki sıcaklık farklarına göre düzeltilmişse, bu sav anlamını tümüyle yitirir. Son olarak, eş havzalar kullanıldığında ve bu havzalar her havza çiftinde iklim aynı olacak şekilde seçildiğinde, bu sav yersizdir.

Bütün bunlara rağmen, Sovyetler Birliği'nde bu doğrultuda yapılan araştırmaların başlangıçtaki örneklerinde istatistik bakımından bazı yetersizlikler olduğu kabul etmek gerekir. Ne var ki daha sonraları bu yetersizlikler giderilmiştir. Standart gözlemlere dayalı çok yaygın ve bol verilerin istatistik analiziyle yapılan yeni araştırmalar da, orman örtüsü yüzdesi arttıkça toplam dere akımının da arttığını ve bu artışta sadece orman örtüsünün etkili olduğunu daha net biçimde ortaya koymaktadır.

2.2 Rakhmanov'un Bildirisi Üzerine Yapılan Tartışmalardan Alıntılar

Anderson : Dr. Leyton, ağaçlandırmanın dere akımını arttıracasına ilişkin sizde herhangi bir kanıt var mı?

Leyton: Ormanların yağış miktarı üzerine etkileri konusunda kanıt olduğu söylenen ölçümlerin çoğu, yağış ölçerlerin deneysel hata sınırları içinde kalmaktadır.

Lütze: Bildirinizde rüzgarın yağış ölçmelerine etkisini açıkladınız. Fakat, bizim araştırmalarımıza göre yağmur damlalarının yağış ölçerlerin cidarlarında alıkonması ve buradan buharlaşması da önemli. Kuzey Almanya'da bundan kaynaklanan ölçüm hatası, rüzgardan kaynaklanan hata ile aynıdır ve % 10'dur; çünkü çok sayıda küçük sağanaklar vardır ve bunlar bu yoldan tam olarak ölçülememektedir. Yağmur zemin düzeyinde ölçüldüğünde, yağış ölçerlerin cidarlarında tutulan miktar; yağış ölçerlerden buharlaşma çok az olduğundan, sıfıra yaklaşmaktadır.

Leyton : Haklısınız. Çok sayıda küçük sağanaklar söz konusuysa, hata oldukça büyük olabilir.

Bochkov: Katı (kar/dolu şeklindeki) ve karışık yağışları belirlemek (ölçmek) için ne önerirsiniz? Bilindiği gibi, zemine kurulmuş yağış ölçerler bu durumda uygun değildir.

Leyton : Britanya'da özellikle zemin düzeyindeki yağış ölçerlerle kar ölçümleri konusunda deneyimimiz çok az. Maalesef kar ölçümleri için belirli bir yöntem tavsiye edebilecek durumda değiliz.

Rakhmanov: Dr. Leyton'un (bildirisinde söz ettiği) kuşklarını paylaşıyorum, fakat esas itibariyle S.S.C.B.'de yapılan araştırmalara dayandırdığı kanaatlarına katılmıyorum. Dr. Leyton S.S.C.B.'de yağışların esas itibariyle kar şeklinde düştüğünü düşünmekte ve çıkardığı sonuçları bu düşünceye dayandırmaktadır. Bu doğru değildir. S.S.C.B.'de, hattâ ülkenin orta kesiminde, katı yağış, toplam yıllık yağışı. ancak küçük bir bölümünü oluşturur. Örneğin Moskova yöresi yılda 550-600 mm yağış alır, fakat bunun sadece 120-150 mm'si kar şeklindedir. Bu nedenle, ormanların su korumadaki rolünün sadece karın baskın olduğu ülkeler için doğru olduğunu söylemek hatalıdır. Ormanlar, daha az kar yağan ülkelerde de suyun korunmasını sağlarlar.

İkinci olarak, sadece ormanların tepe çatısı tarafından değil, fakat aynı zamanda çayır örtüsü tarafından da yağışın intersepsiyonu konusunda hesapların gerekli olduğuna dikkati çekmek istiyorum. Yağışın intersepsiyonla tutulan miktarı, herşeyden önce yaprak yüzey alanına bağlıdır.

Orman meşcerelerinde bu yaprak yüzeyi alanı, çeşitli orman tipleri için nispeten iyi bilinirken, çeşitli otsu bitkilerin yaprak yüzeyleri hakkında bilgimiz çok azdır. Yine de otsu bitkilerin (çayır otlarının) yaprak yüzeyi genellikle orman meşcerelerindeki yaprak yüzeyinden daha az değil, çoğu zaman daha fazladır. Almanya'da yapılan araştırmalara göre -kayın meşcereleri gibi- sık meşcerelerin -1 ha'ındaki- yaprak örtüsü 15 - 20 ha arazi yüzeyine tekabül etmekte ve çeşitli türleri içeren çayır alanlarında bu değer 40 - 50 ha'a çıkmaktadır. Bu nedenle yaprak yüzeyinin hesaplanması, intersepsiyon miktarı konusundaki araştırmalar için önkoşuldur.

Üçüncü olarak, intersepsiyon miktarıyla ilgili olarak, yağış şiddeti büyük önem taşır. 24 saatte 2-4 mm'ye ulaşan şiddetteki bir yağışın, özetle bu yağış 2-3 sağanak şeklinde olduğu takdirde, sadece orman tarafından değil, aynı zamanda otsu bitki örtüsü tarafından da intersepsiyonla tutulduğu dikkate alınmalıdır. Böyle yağışlar aynı zamanda açık arazideki toprakların üst 5-10 mm'lik kısmı tarafından da absorbe edilir ve dolayısıyla çabucak buharlaşır.

Bu şekildeki yağışlar yıllık yağışın % 20-25'ini, hattâ bazen % 30'unu oluşturmaktadır. Bundan hareketle hem ormandan, hem de açık parsellerden buharlaşma kayıplarının hesaba katılması gerekmez mi? Yağışın açık alanda, ormanda ve çayır örtüsünde aynı ölçülerde intersepsiyonla tutulduğu düşünülebilir mi?

Son olarak, birçok Sovyet bilim adamının ormanın yağışa etkisi konusundaki araştırmalarında yağışölçerlerle saptanan miktarlarda rüzgâra ve diğer faktörlere göre düzeltme yapmadığı söylenemez. Bu düzeltmenin yapılmadığı araştırma çok azdır.

Subbotin: İntersepsiyon araştırmalarının uzun bir geçmişi olmasına rağmen, bugüne kadar ancak birkaç pratik sonuca ulaşılabilmektedir. Bilimsel literatürde fazla miktarda ampirik veri varsa da, bunlar lokal karakterdedir. Bu verilerin çoğu toplam yağışın yüzdesi cinsindedir ve pek işe yaramamaktadır; çünkü intersepsiyon yüzdesini önemli ölçüde toplam yağış belirlemektedir. Ayrıca yağış tipinin (kar şeklinde mi, şiddetli sağanaklar halinde mi, bunların birbirini izlediği münavebeli bir düzende mi olduğunun) incelenmesi gerekir. Bunlar kadar önemli olan bir başka husus, meşcerelerin kompozisyonu ve alan başına yaprak ya da ibre miktarı (kg/m^2 veya ton/ha) dır. Deneysel araştırmalar, intersepsiyonla tutulan su miktarının yaprak ya da ibrelerin özgül ağırlığı ile sıkı ilişkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca, ister çam, ister ladin ibresi olsun, konifer ibrelerinin -özgül ağırlıklarına bağlı olmaksızın-, yapraklı türlerden 2.5-3 kat daha az suyu intersepsiyonla tuttuğu bulunmuştur. Yapraklı türlerde intersepsiyonla tutulacak su miktarı, yaprakların ağırlığına bağlıdır; ibrelerin intersepsiyonla tuttuğu su miktarı ise kendi ağırlıklarının % 30-40'ı arasındadır.

Bu ilişkiler belirlendikten ve ağaç sayımı yapıldıktan sonra, bir meşcere ya da ormanın intersepsiyonla su tutma kapasitesi yaklaşık olarak bulunabilir. Ancak, bu rakamların kalıcı (her zaman geçerli) olmadığı, hava sıcaklığına ve dolayısıyla suyun viskozitesine bağlı olarak değişebileceği unutulmamalıdır. Bu hususla bağlantılı olarak yaz aylarına göre ağaç taçlarında sonbahar aylarında daha fazla yağışın intersepsiyonla tutulduğu bilinmesine rağmen, son yıllarda bu faktör araştırmalarda dikkate alınmamaktadır.

Anderson: Dere akımının ormanlarla bağıntısı üzerine yapılan araştırmalarda, dere akımı ölçümlerinde, tarım alanlarının ormana dönüşmesine bağlı olarak orman oranında meydana gelen önemli değişikliklerle bağlantılı önemli farklar saptanmıştır. Bunlar, orman artışının dere akımında değişikliğe yol açtığını göstermektedir. Sovyetler Birliği'nde böyle durumlarla karşılaştınız mı?

Rakhmanov: Sovyetler Birliği'nde 500 km^2 büyüklükteki basenlerin akım ölçümleri üzerinde yapılan araştırmalarda, 5 yıl ya da daha uzun periyotların ortalaması olarak elde edilen yıllık akım değerleri kullanılmıştır. Bu 5 yıllık ortalamalar, her havzada farklı dönemleri

kapsayabilir. Ancak, ortalamaların elde edilmesinde, orman örtüsünün pek değişmediği peryotların seçilmesine özen gösterilmiştir. Araştırmaya dahil edilen büyük havzaların hiçbirinde akım ölçme peryotları boyunca orman alanlarında kesime izin verilmemiş, böylece ormanın kesilmesinden önceki ve sonraki akım farklarının değerlendirilmesi sağlanmıştır.

2.3 A.P. Bochkov'dan Seçmeler

Ormanların dere akımına (havzaların su verimine) etkileri konusunda en başarılı sonuçlar, su dengesi (su bilançosu) denkleminin çözülmesiyle elde edilebilir. Maalesef, su dengesi denkleminin bileşenlerinden (öğelerinden) bazılarının hesaplanması hâlâ doğruluktan oldukça uzaktır; diğer bileşenleri ise hiçbir şekilde belirlenememektedir. Bu nedenle, ormanların dere akımına etkileri araştırılırken su dengesi yaklaşımı, su dengesi bileşenlerinin orman ve açık alan koşullarında karşılaştırmalı değerlendirilmesi kadar faydalı değildir.

Toprak profilinin karakteri, yamaç eğimleri, bitki örtüsünün tipi, su tablasının derinliği vb gibi yüzeysel akış kaynağı koşullarının incelendiği uzun süreli arazi denemeleri, yamaçlarda ilkbaharda ve sağanak yağışlarda meydana gelen yüzeysel akışlarda büyük ölçüde değişkenlik olduğunu göstermiştir. Yüzeysel akış özellikle toprak geçirgenliğine bağlıdır. Toprak geçirgenliği ise toprak profilinin gözenekliliğine, nem içeriğine, (kışın ve ilkbaharda) donma derinliğine, toprak işleminin karakterine, bitki örtüsünün tipine, arazinin dikliğine ve benzeri özelliklere bağlı bulunmaktadır.

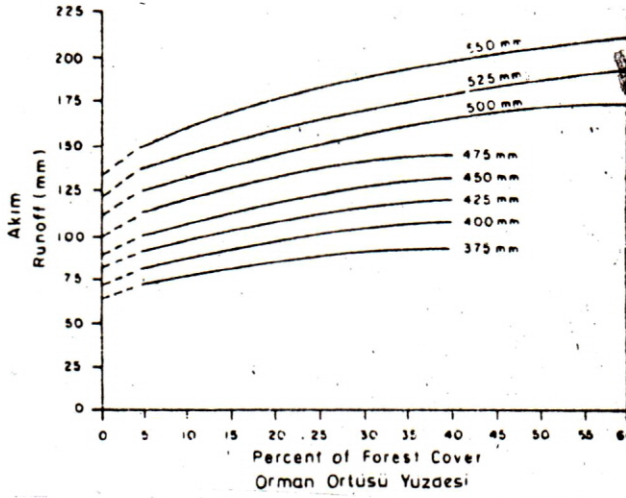
Yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Küçük Havzalar

Orman zonundaki küçük ve ormanlık havzalarda ölçülen ilkbahar yüzeysel akışları ve yıllık yüzeysel akışlar ,ormandan yoksun havzalarda ölçülen değerlerin yaklaşık yarısı kadardır ve ormanlık havzaların yüzeysel akış katsayıları, ormandan yoksun havzalarından 2-4 kat daha küçüktür.

Orta ve Büyük Havzalar

Orta boyutlu ve büyük havzaların akımını bazı büyük farklar karakterize eder. Bu karakteristikleri belirlemek amacıyla Sovyetler Birliği'nin –step zonundan orman zonuna kadar çeşitli bölgelerinde yer alan nehir basenleri, uzun süreli yağış değerleri esas alınarak 11 gruba ayrılmış ve her grup için, uzun süreli akımın orman örtüsü yüzdesiyle bağıntısını gösteren eğriler ($y = f(x, \beta)$) geliştirilmiştir (Şekil 1). Şekilden görüleceği üzere, belli bir yağış miktarı (x) için dere akımındaki bir artış, orman örtüsü yüzdesindeki artışla uyumludur. Orman örtüsü yüzdesindeki (β) % 0'dan %10'a doğru bir artış, akımda 18-28 mm'lik bir artışa yol açmaktadır; % 11'den % 20'ye kadar bir artış, akımda 7-16 mm'lik bir artışla sonuçlanır; % 21'den % 30'a kadar bir artış ise akımda 5-12 mm'lik bir artış yaratmaktadır. Orman örtüsü oranı (β)'da %31'in üzerindeki bir artış, her % 10'uk artış için akımda % 6-10 düzeyinde artış meydana getirmektedir.



Şekil 1: Sekiz yağış sınıfı için akımın orman örtüsü yüzdesi ile ilişkisini gösteren eğriler.

Cıkarılan Sonuçlar

Ormanlar yamaçlardan yüzey akışını azaltmakta, yüzey altı akışı artırmaktadır. Bunun sonucunda ormanlık yamaçlardan yüzeyel akış ve ormanlık alanlardan dere akışı azalır, fakat genellikle orta boyuttaki ve büyük akarsuların toplam akım miktarlarında, orman örtüsü yüzdesindeki artışla önemli derecede artış meydana gelir. Bir kural olarak, ormanlık havzalarda akım artışı kışın meydana gelir ve yaz aylarındaki alçak su dönemlerinde stabil bir akım görülür. Bunun nedeni, ormanlık arazide, özellikle orman kenarlarında ve orman şeritleri içinde eriyen kar ve yağmur sularının yüksek infiltrasyon şiddetidir. Böyle yerlerde infiltre olan su daha derinlere sızarak yeraltı suyu alanlarına ulaşır ve dolayısıyla buharlaşma kaybı da önlenir.

Taşkın ve ilkbahardaki yüksek akış dönemlerinde, orta boyuttaki ve büyük akarsu yatakları, nehir basenlerinin ormanlık bölümlerinden önemli miktarlarda baz akım (yüzey altı akış) alırlar. Bu durumda yüksek akış ve taşkınlar, yağışlardan 4-10 gün sonra görülür ve bunların hidrografları daha yayvan bir şekle sahiptir.

2.4 A.P. Bochkov'un Bildirisi Üzerine Yapılan Tartışmalardan Alıntılar

Anderson : Dr. Bochkov'un belirttiği iki hususa aynen katıldığını ifade etmek ve bunlardan biri üzerine bazı katkılarda bulunmak istiyorum. Birincisi, kendisinin, karın hidrolojik etkileri üzerine orman kenarlarının önemi konusunu vurgulamasının çok yerinde olduğudur. Amerika Birleşik Devletleri'nde bazı araştırmacılar, orman kenarlarının daha çok, ağaçların ovalardan rüzgârla savrulup gelen karı tuttuğu yerlerde önem taşıdığını düşünüyordu. Ancak, Kaliforniya'daki çeşitli araştırmalar, orman kenarlarının, orman içindeki oldukça küçük açıklıklarda ya da traşlama alanlarında da kar birikimi ve kar erimesinden kaynaklanan su verimi bakımından taşıdığı büyük önemi ortaya koymuştur. Kar birikimindeki artış, çoğunlukla yoğun ormanlardan daha çok orman açıklıklarında meydana gelmektedir. Bununla birlikte bizim araştırmalarımız, kar birikiminde artışın bu açıklıklara bitişik orman kenarlarında da meydana geldiğini göstermiştir; orman kenarlarında, açıklıklarda tutulan fazla (ilâve) karın % 40'ı oranında

ek kar birikimi olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, sadece orman içi açıklıklardaki karı, açıklıkları çevreleyen orman kenarlarındaki karla karşılaştıran eski araştırmaların çoğu, kar birikimini arttırmak için oluşturulan orman içi açıklıkların etkisini eksik değerlendirmişlerdir.

Diğer husus, ağaç gövdesinin toprak rutubetine etkisi konusudur. Dr. Bochkov, gövde akışının katkısına değindi. Biz, ibreli ormanlarımızda başka bir olguyu da gözlemledik ki yapraklı ormanlarda da aynı olgu görülebilir; ağaç gövdesi çevresinde eriyen karın yeri kış boyunca savrulan karla birçok kez yeniden dolmakta ve gövdeyi çevreleyen bu alan bir kuyu gibi davranmaktadır. Büyük ağaçlar çevresinde bir kış boyunca yaptığımız ölçmeler, tüm orman alanı için 12 mm'ye eşdeğer bir erime olduğunu göstermiştir. Bunun kaç kez yinelenmesine bağlı olarak, bu olgu ormanlarındaki hidrolojik süreçlerin değerlendirilmesinde önemli ya da önemsiz olabilir.

Bochkov: Ben H.V.Anderson'un benim bildirimle ilgili düşüncesi ve Kaliforniya'da orman kenarları boyunca ve orman içinde biriken kar örtüsü arasında önemli bir fark bulunmadığına ilişkin sözleri üzerinde görüşlerimi bildirmek istiyorum. S.S.C.B.'nin orman rejyonlarındaki yoğun biçimde ağaçlandırılmış olan ve kışın sert rüzgarlara maruz bulunmayan alanlarda, orman kenarları boyunca kar birikimi, orman meşcereleri içindeki kar birikiminden daha fazladır. Bu fark büyük değildir. Ne var ki, seyrek ormanların yer aldığı orman-step rejyonlarında ve steplerde, orman kenarları boyunca ve özellikle rüzgar perdesi alanlarında, yakındaki tarım arazilerinden rüzgarla savrulan kar nedeniyle çok yoğun bir kar birikmesi vardır. Rüzgarın kuvvetli olmadığı kış aylarında ise orman kenarları ve rüzgar perdeleri boyunca kar birikmesi daha az olmaktadır.

Anderson : Orman kenarlarının etkisine ilişkin verilerimizle ilgili bir noktaya açıklık getirmek isterim. Kaliforniya'daki araştırmalarımızda orman içinde, yakındaki açıklıklardakinden 300 mm daha az kar bulduk. Orman kenarları, orman meşcerelerinin iç kısımlarından daha fazla kar biriktirmektedir. Başka bir deyişle, açıklıklardaki kar birikimleri ile orman kenarları boyunca kar birikmelerinin toplamı, orman meşcerelerinin içindeki kar birikmelerinden daha büyüktür.

Popov: Şu ana kadar dinlediğimiz bütün bildirimler ve yapılan açıklamalar çok ilgi çekici. Fakat bu bildirimler, ortaya koydukları bilimsel sonuçların pratik yorumları açısından incelendiğinde, bildirimlerin hepsinin büyük havzalardaki arazi gözlemlerinin organizasyonunda uygulanabilecek yöntemlerle ilgili öneriler içermediği görülüyor. Bildirimlerden anlaşılıyor ki ormanlarla yağış, ormanlarla dere akımı, ormanlarla su verimi, ormanlarla buharlaşma arasındaki ilişkiler konusunda bilgilerimiz, (a) büyük akarsu havzalarında gözlem ağlarının organizasyonu, (b) çeşitli ülkelerin fiziki coğrafya zonlarında yer alan istasyonlardan oluşacak iyi gözlem ağlarının kurulması konularında pratik tavsiyelerin ortaya konmasına yeterlidir. Ancak, su dengesi (su bilançosu/su bütçesi) yönteminin havzalarda nasıl uygulanacağını belirlemek üzere hâlâ araştırmalara ihtiyaç vardır. Örnekleme noktalarından elde edilen temsili (yerel) gözlem verilerinin büyük alanlara nasıl ekstrapole edilebileceğinin belirlenmesi de önemlidir. Bu sorun, gözlemlerin doğruluk derecesinin değerlendirilmesiyle sıkı sıkıya bağlantılıdır.

Bochkov: Hidrolojik çevrim üzerine ormanların etkileri konusunda somut öneriler ortaya koymamız gerekiyor. Akım (su dengesi) istasyonlarında yapılan çok sayıda deneysel gözlemlerin sonuçlarına, S.S.C.B.'nin dört bir yanında yapılan araştırma gezilerine ve bu araştırma istasyonlarının çalışmalarıyla bağlantılı olarak yaklaşık 40 yıldır sürdürdüğüm bilimsel ve metodolojik araştırmalardan edindiğim kişisel deneyimlerime dayanarak şu sonuçlara ulaştım : (1) küçük deneme havzalarında ve eğimli arazide su dengesinin tüm temel öğelerinin ve bunları etkileyen faktörlerin incelenmesini kapsayan araştırmalar, çeşitli fiziki coğrafya koşullarında orman etkileri ve hidrometeorolojik süreçler konusunda hidrologlara çok sağlam bilgiler kazandırmıştır; (2) araştırmalar, hidrolojik etkilerin ve hidrolojik çevrimin çeşitli

karakteristiklerinin hesaplanması ve teşhisi için gerekli yöntemlerin ortaya konmasına olanak sağlamıştır; (3) ormanlık alanlardan yüzeysel akışın ormanlık olmayan alanlardakinden 8-20 kat daha az olduğu ve bazen orman örtüsü altında hiç yüzeysel akış meydana gelmediği tartışmasız söylenebilir; (4) orman örtüsü altında infiltrasyon, açık alandakinden kat kat daha fazladır.

Küçük havzalardaki ve eğimli arazideki araştırmalar sürdürülmeli ve hatta yaygınlaştırılmalıdır. Ancak, böyle araştırmalardan, daha karmaşık olan orta boyuttaki ve büyük nehir basenlerindeki dere akımına ve hidrolojik çevrime ilişkin sorulara bir yanıt alınması beklenemez. Alttaki taban suyu taşıyan horizonlar tarafından drene edilen orta boyuttaki ve büyük nehir basenlerinde olan olaylar, eğimli arazide ve küçük havzalarda olanlarla aynı değildir ve sorunu çözmez. Maamafih, 219 adet orta boyuttaki ve büyük akarsu havzasına ait hidrometeorolojik verilerin işlenmesinden elde edilen sonuca göre, örneklerin %50-55 kadarında yıllık su veriminin basenlerin ağaçlandırılmasıyla arttığı, % 25'inde akımın ağaçlandırılmayla azaldığı, diğerlerinde ise ormanların yıllık akım üzerinde etkisi olmadığı söylenebilir. Bu nedenle, bu üç farklı sonucun hepsi de doğrudur denebilir; ancak nehir basenlerinin ağaçlandırılmasından sonra toplam akımın artması, diğer durumlara göre çok baskındır. Orta boyuttaki akarsulardan elde edilen başka bir sonuç da, akımın yıl boyunca dağılımı ile ilgilidir. Ormanlık basenlerde, bulunduğu gibi ortalama akımda bir artış, pik akımlarda bir düşüş vardır. Ben hem küçük havzalardaki, hem de büyük basenlerdeki araştırmaları aynı ölçüde iyi (yararlı) buluyorum ve her iki yaklaşımın birlikte kullanılması gerektiğine inanıyorum. Bu araştırmaların sonuçları birbirini desteklemeli, birbirini tamamlamalıdır. Bununla birlikte, araştırmacıların dikkati aynı zamanda yüzeysel akış oluşumuna ilişkin yasaların ve açık alanda ve orman örtüsü altında yüzeysel akışı belirleyen faktörlerin incelenmesine de yönelmelidir. Dere akımına ormanların etkisi konusunda geçerli sonuçların elde edilebilmesi, ancak su dengesi eşitliğinin doğru çözülmesiyle mümkündür.

2.5 Havza Amenajmanı Uygulamalarına İlişkin Tartışmalar

Amerikalı orman hidrolojisi uzmanı Howard W.Lull, sempozyuma "Su Verimini Arttırmak İçin Amenajman Olanakları" adında bir bildiri sunmuştur. Bildirinin kısa özeti şöyledir:

"Orman havzalarında yapılan araştırmalar, havza amenajmanı uygulamalarıyla su veriminde önemli artışlar sağlanabileceğini açıkça ortaya koymuştur. Amaç su veriminde maksimum sürdürülebilir artış elde etmekse, en etkili yöntem bir havzadan tüm orman örtüsünü kaldırmak ve onun yerine en az düzeyde yer örtüsü getirmektir." (LULL 1970).

Bu bildiriye ilişkin tartışmalar şunlardır:

Dils : Dr. Lull'un gözden geçirdiği araştırma sonuçları ve eylem programları birçok ülke için özel önem taşımaktadır. Kurak ve yarı kurak arazilerde bulunan bitki örtüleri çoğu zaman ya çok az ticari değere sahiptir, ya da hiç değer taşımaz. Güneybatı A.B.D.'de durum böyledir; buralarda *Pinus edulis* Engelm., *Pinus monophylls* Torr. Et Frem. gibi çam türleriyle Ardıç karışımından oluşan degrade ormanlar ve maki elemanlarıyla kaplı çalı/funda alanları yaygındır. Böyle degrade orman ve funda alanlarında çoğu kez yer örtüsü çok azdır ve böyle bir bitki örtüsünün erozyonu önleme fonksiyonu zayıf ya da en düşük düzeydedir. Dahası, böyle alanların ekonomik neması çok düşüktür. Güneybatı A.B.D.'deki vejetasyonu değiştirme (tahvil) projelerinde, kural olarak üç amaç vardır: (1) derin köklü türlerden oluşan degrade orman ya da maki ortadan kaldırıldığında, alana normal olarak sığ köklü çayır otları ekilir. Bunun sonucunda, intersepsiyon ve evapotranspiresyonda meydana gelecek azalmayla su kaybının azalacağı beklenir; (2) su kaybının azaltılmasına ek olarak, iyi bir ot örtüsü bu koşullarda erozyona karşı daha iyi bir koruma sağlayacaktır; (3) iyi bir ot örtüsüyle arazi, otlatma sayesinde ekonomik faydalar yaratabilir.

Böyle programların başarılı olduğunun kanıtı, özel arazi sahiplerinin bu gibi vejetasyon değiştirme çalışmalarını gönüllü olarak ve büyük ölçüde kendi olanaklarıyla yapmakta olmasıdır. Burada özetlenen ilkeler, A.B.D.'nin yanı sıra Afrika, Orta Doğu, Avustralya ve Güney Amerika'nın birçok bölgelerinde de uygulama alanına sahiptir.

Dunikowski : Dr. Hewlett, Dr.Lull'un sözünü ettiği kesimler traşlama kesimi midir, yoksa seçme kesim midir?

Hewlett: Havzalarımızdaki denemelerde çeşitli entansitelerde orman kesimleri uygulanmıştır. Bazı kesimlerde ağaç ve çalılar tümüyle traşlanmıştır; bazı havzalarda çeşitli düzeylerde ticari kesimler ya da aralama kesimleri yapılmıştır; bazılarında ise su, otlama, tomruk üretimi, yaban hayatı ve rekreasyon değerleri için çok amaçlı orman kaynakları amenajmanı programları uyarınca vejetasyon kısmen kaldırılmıştır. Diğerlerinde orman tümüyle kaldırılarak yerine ot ve çalı örtüsü getirilmiştir. Birkaç tanesinde çıplak arazi ya da ot örtüsü ormana dönüştürülmüştür. Bu deneme alanlarının büyüklükleri 10-400 ha arasında değişmektedir. Bunların çoğu, hidrolojik çevrimin çeşitli alansal öğelerinin (yağışın, karın, taban suyunun, yüzeyel akışın ve derenin su veriminin) iyi biçimde hesaplanmasına olanak verecek havzalardan seçilmiştir.

Dunikowski: Traşlama kesime bağlı kayıplar, özellikle iklim değişiklikleri ve toprak degradasyonu düşünüldüğünde, sağlanacak su artışının faydalarından daha büyük değil midir?

Hewlett: A.B.D'deki bazı koşullarda, orman meşcerelerinin ve çalılıkların traşlanması, toprakta ve suda bozulmaya yol açabilir. Örneğin bazı çok dik yamaçlar üzerindeki ormanlarda konvansiyonel ekipmanla yamaç stabilitesini bozmadan kesim ve taşıma yapılamaz. Eğimi % 50'nin üzerinde olan yamaçlar özel olarak ele alınmayı gerektirir. Yıllık ortalama yağışın 250-400 mm arasında olduğu tepelik arazide bitkisel örtünün yeniden gelişmesi, toprağın korunması nedeniyle yavaştır, fakat yağış toprak erozyonu yaratacak kadar şiddetlidir. Böyle alanlarda bile traşlama kesimin zararları, makina ve ekipmanın dikkatli kullanılmasıyla, gübrelemeyle ve kesimden sonra hemen tohum ekimi yapılmasıyla kontrol edilebilir. Genel olarak biz traşlama kesimin tek başına iklim değişmesine ve toprak bozulmasına yol açtığını görmedik. Daha çok, makina kullanımı, yollar ve arazinin traşlama kesimden sonraki kullanılma biçimi, şiddetli ve sürekli olduğu takdirde böyle zararlara neden olabilir. Traşlama kesimin küçük havzaların su veriminde artışa neden olduğu konusunda kuşumuz yok. Akımdaki bu artışların ekonomik açıdan faydalı olup olmadığı ise, karmaşık bir problem olan su kaynağı ekonomisiyle bağlantılı bir sorudur. Kritik su kıtlığının bulunduğu alanlarda, evapotranspirasyonu vejetasyona müdahale ile azaltmak, su kıtlığını bir ölçüde gidermek için bir alternatiftir, fakat bu her zaman arzu edilen alternatif olmayabilir.

Rakhmanov: Ormanın kesilmesi su verimini artırır. Traşlanan alanlarda hiç vejetasyon bırakılmazsa ve toprak da kesim ve taşıma sırasında -evaporasyonu azaltan- gevşemiş şekliyle kalırsa, bunda kuşku yoktur. Soru, ormanın traşlanmasından sonra geriye kalanın ne olduğu ve toprak yüzeyinin durumunun nasıl olduğudur.

Hewlett: Traşlama kesim yapılan küçük deneme havzalarının çoğunda orman zeminindeki bozulma çok az olmuştur; infiltrasyon şiddetleri genellikle yağış şiddetlerinden ya da kar erimesi şiddetlerinden daha yüksektir ve traşlamadan sonra da öyle kalmaktadır. Bazı havzalardaki denemelerde tomruklar traktörle ya da kablo hatlarla sürütülerek bölmeden çıkarılmış ve bu yöntem havza alanının yaklaşık % 15'inde yüzey topraklarını tedirgin etmiş, fakat bu durum çoğunlukla sorun yaratmamıştır. Sadece bölmeden çıkarmanın dikkatsizce yapıldığı havzalarda sürütme yolları ciddi erozyona neden olmuştur.

Genel olarak kesimle bitki örtüsünün azalması, traşlanan alanlardaki toprak kaybının nedeni değildir; asıl neden buraların tarım alanına dönüştürülmesi, kalan ya da yeniden yeşeren bitki örtüsünün tekrar tekrar yakılması, buralarda hayvan otlatılması ve benzerleridir.

Molchanov: Dr. Hewlett, 1960 yılında ülkenizin batı kıyılarındaki ibreli orman rejyonunda traşlama kesim yapılan birçok yerde havzaların % 30-60'ında toprağın çıplaklaştığını görmüştüm. O rejyonda hâlâ traşlama ve yakma uygulamalarını sürdürüyor musunuz?

Hewlett: Bu soruyu Mr. Rothacher yanıtlasın.

Rothacher: Evet, batı kıyılarındaki *Pseudotsuga douglasii* ormanlarında traşlama kesimleri ve yakma uygulamalarını sürdürüyoruz. Kesim ve taşımadan sonra % 12 çıplak toprağa sahip olan çok dik arazide, kesim artıklarının yakılmasından sonra çıplak toprak oranının % 55'e çıktığını bulduk. Fakat A.B.D.'nin toprakları ve iklimi Rusya'dakinden çok farklıdır. Biz kesim artıklarını, uzun bir kurak mevsimin ardından, sonbahar yağmurlarının orman altındaki ve açık alandaki toprağı ıslatmasını bekleyerek, sonbaharda yakıyoruz. Bu yakma yüzeydeki ölü örtüyü yok eder, fakat toprakta çok organik madde kalır. Yeterli miktarlardaki normal yağışlar, yakılan alanda hızla yeniden bir vejetasyonun yetişmesiyle sonuçlanır. Bu önemli değişiklikten (yakmadan) sonra bile yüzeysel akışta belirgin bir artış bulmadık.

Melekhov: Su verimini arttırmada etkili yollar bulmak için, çevrede zaman içinde meydana gelecek değişikliklerin dikkate alınması gerekir. Sunulan bildirimlerde traşlama kesime özellikle dikkat çekilmiştir. Oysa, belli bir kesim yöntemi çeşitli sonuçlar verebilir. Traşlanan alanlar her zaman hemen ağaçlandırılmamaktadır. Bazen bu alanlar tarım alanlarına ya da çayır alanlarına dönüştürülmekte, ya da traşlama alanlarının su ile doygun hale gelmesinden sonra *Polytrichum commune* ve *Spagnum sp.* gibi zararlı otlara terkedilmektedir; dördüncü bir olasılık da, kesim artıklarının yakılmasından sonra varlığını sürdürebilen yangına dayanıklı bitkilerin alanda egemenlik kazanmasıdır. Buharlaşmanın ve yüzeysel akışın bitki örtüsündeki bu değişikliklerde değişeceği unutulmamalıdır.

3. SONUÇ

Başlangıçta da belirtildiği üzere, bilimsel yayınlarda ormanların dere akımını azalttığı, arttırdığı, etkilemediği ya da farklı yönlerde etkileyebildiği doğrultusunda çelişkili bilgilere ve araştırma sonuçlarına sık sık rastlanmaktadır.

Kısaca söylersek, batı ülkelerdeki araştırmalar genellikle orman örtüsünün havzaların su verimini azalttığı sonucunu vermekte, bunun aksine sonuçlar ise çeşitli gerekçelerle açıklanmaktadır. Buna karşılık Sovyetler Birliği'nde 1940'lardan bu yana yapılan araştırmalarda, genellikle orman örtüsünün su verimini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Bu zıt sonuçların, batı ülkelerinde araştırmaların yüzölçümleri 10-400 ha arasında değişen küçük havzalarda yapılmasından, Sovyetler Birliği'nde ise yüz ölçümleri 480-12.410 km² arasında değişen büyük nehir basenlerinde yapılmış olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir. İkinci bir neden araştırmalardaki yaklaşım farkıdır. Üçüncü bir neden ise, batıdaki araştırma alanlarının genellikle dağlık arazide, Sovyetler Birliği'ndeki araştırma alanlarının ise ovalarda ve nispeten az eğimli arazide yer almasıdır.

Dünyaca tanınmış araştırmacı ve bilim alanlarının katıldığı uluslararası bir sempozyumda ayrıntılarıyla tartışılan farklı araştırma sonuçlarının, kısacası, yöntem ayrılığından kaynaklandığı kabul edilmiştir. Ancak küçük havza-büyük havza yöntemlerinden herhangi birinin hatalı olmadığı, iki yöntemle de araştırmaların sürdürülmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Bilindiği gibi her araştırmanın sonucu, kendi koşullarında doğru ve geçerlidir. Bu nedenle, genel kabul görmüş sonuçlardan farklı sonuçlar veren araştırmaların da kendi koşulları dikkate alınarak irdelenmesi zorunludur.

Yukarıda aktarılan bilgi ve tartışmaların, konuya yeterince açıklık getirdiğini sanıyorum. Genellikle engebeli arazilerdeki küçük havzalarda orman örtüsünün su verimini azalttığı, nispeten az eğimli büyük akarsu havzalarında ise bunun tersinin doğru olduğu anlaşılmaktadır.

Bilimde kuşku esastır. Bu nedenle, bizim bildiğimiz doğrular dışında da doğrular olabileceğini kabul etmek ve bu tür araştırmaları da dikkatle incelemek zorundayız. Böyle araştırma ve incelemelerin görüş açımızı genişleteceğine inanıyorum.

KAYNAKLAR

BOCHKOV, A.P. 1970 : Influence of Forests 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, U.S.S.R., FAO, 93-100.

GÖRCELİOĞLU, E. 1984 : Havzaların Su Verimleri Üzerine Ormanların Etkileri. İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 2, 69-79.

GÖRCELİOĞLU, E. 1992 (1995) : Havzalarda Orman ve Otlak Alanları Amenajmanının Su Verimine ve Kalitesine Etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 42, Sayı 1-2, 17-30.

LULL, H.W.1970 : Management Possibilities for Water Yield Increase. Proceedings of the Joint FAO/U.S.S.R. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, Moscow, U.S.S.R., FAO, 168-178

ÖZHAN, S. 1994 : "Havzalarda Orman ve Otlak Alanları Amenajmanının Su Verimine ve Kalitesine Etkileri" Adlı Makaleye İlişkin Bir Açıklama. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 44, Sayı 3-4.

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 of Forest Influences and Watershed Management, Moscow, U.S.S.R., FAO, 55-69.