
SERİ **B**

CİLT **34**

SAYI **4** **1984**

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



İÇME VE KULLANMA SULARI KAYNAKLARININ KORUNMASINDA ORMANCILIĞIN YERİ VE ÖNEMİ¹

Doç. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU²

Kısa Özet

Genel olarak içme ve kullanma sularının önemli bir bölümü, ormanlık havzalardan sağlanmaktadır. Ormanlık havzalardan kaynaklanan suların doğal kalitesi, çeşitli ormancılık faaliyetlerine ve havza ormanlarının rekreasyon amacıyla kullanımına bağlı olarak bozulabilmektedir.

Böyle havzaların su verimlerinin kalite açısından korunmasında ormancılığa önemli görevler düşmektedir.

GİRİŞ

Ülkelerin gelişmelerine ve nüfuslarının artmasına paralel olarak, ormanlık alanların kullanımı ve çeşitli amaçlar doğrultusunda amenajmanı da giderek daha fazla önem ve yoğunluk kazanmaktadır. Orman alanları, orman ürünlerini sağlamalarının yanısıra, genellikle akarsuların aşağı kesimlerinde yaşayan toplulukların içme ve kullanma suyu gereksinmelerini karşılama bakımından başlıca kaynak durumundadır. Tedirgin edilmeyen ya da en azından tahribata uğratılmayan ormanlardan sağlanan suların kalitesi genel olarak çok iyidir. Ormancılık uygulamalarında, ormanlık alanların su veriminin —özellikle suyun kalitesi bakımından— korunması, ayrıca insanın çeşitli amaçlarla kullanımına ve balık vb gibi su ürünleri ile vejetasyonun gereksinmelerine elverişli olma özelliklerinin bozulmamasına özen gösterilmesi, orman amenajmancılarının ve işletmecilerine düşen önemli bir sorumluluktur. Bu bakımdan, ormanlık havzaların amenajmanı ile ilgili çalışmaların toplumsal açıdan önemi çok büyüktür. Bu yönüyle ele alındığında, havza amenajmanında teknik uygulamaların, daha çok toplumsal etkileri gözönünde tutularak kararlaştırılması, yani havza ormanlarının sadece ana orman ürünü elde etme amacıyla değil, su verimi üzerindeki kalitatif etkileri de dikkate alınarak ve bu ikinci amaca daha da ağırlık verilerek işletilmeleri gerekir.

Doğal çevrenin ve bu arada ormanlık havzalardan elde edilen suyun yüksek kalitesinin korunmasında ve devamlılığının sağlanmasında ormancılık uygulamalarının etkilerinin yeterince anlaşılması doğrultusundaki çalışmalar oldukça yenidir ve bu konudaki araştırmalar bütün dünyada giderek artan bir hız ve yoğunlukta sürdürülmektedir.

1 Bu yazının hazırlanmasında J. Rothacher'in —kaynaklar arasında yer alan— bildirisinden geniş ölçüde yararlanılmıştır.

2 İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı, Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı.

Ormanlık havzalarda su veriminin kalitesini koruma açısından benimsenecek yaklaşımın, bugüne kadar verilmiş zararları ortadan kaldırımağa çalışmaktan daha çok, durumun daha da kötüye gitmesini önleyecek çalışmalara öncelik verilmesi doğrultusunda olması uygundur. Bazı yer ve durumlarda, tahribata uğramış alanları ıslah etme gereksinmesi ile yüz yüze kalınacağı kuşkusuzdur. Bilindiği üzere çoğu durumlarda «önleme» ve «ıslah» çalışmaları, amaç, ilke, yöntem ve uygulamalar bakımından birbirinin aynıdır. Örneğin yüzeysel erozyonu önlemek için bitki örtüsünün korunmasına çaba gösterilirken, zaten aktif bir erozyona maruz bulunan bir havzada bu duruma bir çare olarak yeterli bir vejetasyon örtüsünü yeniden getirme çalışmaları yapılacaktır.

Su kalitesine ilişkin standartlar suyun kullanım amacına göre değişmekle birlikte, ormanlık alanlardan kaynaklanan suyun orman alanını terkettikten sonra hangi amaçlarla kullanılacağına orman işletmecisi tarafından her zaman bilinmemesi nedeniyle, işletmecl suyun en yüksek kalitede olmasını sağlama doğrultusunda çaba göstermek zorundadır.

Suyun kalitesinde bir ölçüde değişiklikler olması doğal sayılmakla birlikte, kaliteyi etkileyebilecek çeşitli faaliyetlerin sıkı sıkıya kontrolü gerektiği üzerinde de ısrarla durulmaktadır. Ormanların yangından, aşırı otlatmadan, üretim ve yol yapımının neden olduğu toprak erozyonundan korunması gibi genel prensip ve uygulamalar bu doğrultudaki ormancılık çalışmalarından olmakla birlikte, daha spesifik hususlara da özen gösterilmesi gerekmektedir. Su kaynakları üzerindeki bazı olumsuz etkiler, eğer bunlar uygun olmayan, dik-katsızca ya da eksik yapılan ormancılık uygulamaları nedeniyle ortaya çıkıyorsa, önlenemez niteliktedir. Uygunsuz ve yetersiz ormancılık uygulamalarından değil de ekosistemin tedirgin edilmesinden kaynaklanan olumsuz etkiler ise, kaçınılmaz ve tümüyle önlenemez niteliktedir. Arzu edilen bir sonucu kısmen de olsa sağlayabilmek ve olumsuz etkileri hafifletmek, ancak havza amenajmanı uygulamalarıyla mümkündür.

Su kalitesini kontrol altına alma amacına yönelik amenajman uygulamalarını tartışabilmek için, ormancılık uygulamalarının etkilerinin, çalışma ortamının fiziksel koşullarına, yani toprağın stabilitesine, arazinin eğimine, iklime ve hakim erozyon süreçlerine göre farklı olabileceğini hatırlamak gerekir. Biz burada, ormanlarda üretimin (kesim ve taşımanın), yol yapımının ve diğer ormancılık faaliyetlerinin su kalitesi üzerindeki belli başlı etkileri üzerinde duracağız.

1. AKARSULARDA SEDİMENTASYON

Akarsularda sedimentasyon, erozyon ürünü toprak partiküllerinin akarsuya ulaşması, suda asılı olarak taşınması ya da yatakta çöküp kalması ile ortaya çıkar. Genel olarak sediment, yüzeysel erozyondan, yatak kıyılarındaki aşınmalardan ve kütle hareketlerinden kaynaklanır. Orman arazisinin su kalitesi açısından amenajmanında özellikle üzerinde durulması gereken husus, insanın çeşitli faaliyetlerinden, öncelikle de koruyucu vejetasyonun ve mineral toprağın üzerini örten organik tabakanın yok edilmesinden kaynaklanan hızlı erozyondur. Bilindiği gibi erozyonla taşınıp giden toprakla birlikte bitki besin maddeleri durumundaki çeşitli kimyasal maddeler de alınıp götürüldüğünden, erozyon, toprak verimliliğinin de kaybı demektir.

Estetik açıdan en çok arzu edilen su, pırıl pırıl görünümdeki temiz sudur. Gerek içme, gerekse kullanma suyunun duru olması, genellikle saflığının da belirtisi olarak düşünülmektedir. Sudaki ince sedimentler hem kimyasal, hem de bakteriyolojik kirleticiler

taşıyabilir ve bu şekildeki bulanık sular, kullanıma sunulmadan önce daha pahalı işlemlerden geçirilmek zorunda kalınır.

Akarsulardaki sedimentler balıklara ve diğer su ürünlerine de zarar verebilmektedir. Yumurtlama yataklarının siltasyonla örtülmesi ve oksijen bakımından zengin akımların ancak çakıllar arasına inhisar etmesi, yumurtaların canlılıklarını sürdürme oranının azalmasına neden olur. Fazla miktardaki silt depolanması aynı zamanda sudaki canlıların besin kaynaklarını da önemli derecede azaltır. Uygun planlama ve amenajman altında, çoğu durumlarda sedimentasyonu kontrol edebilecek teknik bilgi ve olanaklara sahip bulunmaktayız.

Sedimentin kaynağını oluşturan erozyonun kontrolü amacıyla ormancının kullanabileceği en önemli araçların biri vejetasyondur. Vejetasyon, eğimli arazide ve yamaçlar üzerinde erozyon ürünü materyalin taşınması koşullarını kontrol eder. Toprağın devamlı bir bitki örtüsü ile kaplı olduğu yer ve durumlarda materyalin taşınması ve özellikle yüzeysel akış tarafından toprak yüzeyinden ince materyalin yıkanarak götürülmesi büyük oranda engellenmektedir.

Vejetasyonun toprak erozyonunu en az düzeye indirmesi, esas itibarıyla, toprağa çarpan yağmur damlalarının toprak agregatlarını parçalayan, infiltrasyon şiddetini azaltan, yüzeysel akışı ve erozyonu arttıran fiziksel etkilerini elimine etmesi ile gerçekleşir. Bu yağmur damlalarının gücü ve enerjisi, bitkilerin tepe çatıları ve toprağı örten ölü örtü tarafından zayıflatılmaktadır. Ne var ki, orman örtüsü her tipte toprak hareketine karşı eşit derecede etkili değildir. Nitekim, ormanın yüzeysel erozyonu hemen hemen tümüyle engelleyebilmesine karşılık, derinlemesine erozyona ve kütle hareketlerine karşı her koşulda yeterince etkili olamadığı söylenebilir.

Ormanda üretim (kesim ve taşıma) ile buna bağlı olarak gerçekleştirilen yol yapımı, sediment hareketini kuvvetle etkileyen ormancılık faaliyetleridir. Bu nedenle bu çeşit faaliyetler üzerinde biraz durmak yararlı olacaktır.

1.1. Yol Yapımı ve Bakımı

Eğimli bir arazi yapısına sahip yerlerde yol yapımı, toprağın tedirgin edilmesine çoğunlukla diğer ormancılık faaliyetlerinden daha fazla neden olur. Orman ürünlerinin taşınması amacıyla ormanlık alanlarda yol şebekelerine gereksinme vardır. Bu yolların yapımı için geniş alanlarda koruyucu bitki örtüsü temizlendiği ve organik tabakalar ortadan kaldırıldığı için buraları yüzeysel erozyona açık kalmakta, ayrıca fazla miktarda toprak ve kayanın kazılarak arazinin tedirgin edilmesi sonucunda çoğu durumlarda yamaçlar stabilite telerini kaybederek kütle halinde toprak hareketlerine maruz kalmaktadır.

A.B.D.'de, yol yapımının derelerde taşınan sediment konsantrasyonunu ve kütle halindeki toprak hareketlerini anormal ölçülerde arttırdığını ortaya koyan birçok araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca yolların sediment kaynağı olarak önemini vurgulayan ve kontrol önlemleri öneren çok sayıda yayın da vardır. Erozyon kontrolünde ana amacın, toprağı suyun aşındırıcı ve taşıyıcı gücüne maruz kalmaktan korumak olduğu gözönünde bulundurulmak suretiyle, sözkonusu araştırma ve yayınlarda yer alan ve yol yapımından kaynaklanan sedimenti en az düzeye indirmeyi hedef alan öneriler şöyle özetlenebilir (Rothacher 1970) :

1. Yol yapımı ile tedirgin edilecek toplam toprak miktarı minimumda tutulmalıdır. Bu amaçla, dikkatli bir planlama ile şu hususlar gerçekleştirilmelidir :

a) Dere kıyılarından kaçınılmalı, mümkün olan yerlerde güzergâh doğal taraçalar üzerinden geçirilmelidir.

b) Yollarla dereler arasında mümkünse sedimentin dereye ulaşmasını engelleyecek süzücü vejetasyon şeritleri bırakılmalı, ya da oluşturulmalıdır.

c) Stabil olmayan ve kütle hareketlerine elverişli bulunan arazi kesimlerinden uzak kalınmalıdır.

d) Yolun uzunluğu ve genişliği minimuma indirilmelidir.

e) Kazı ve dolduru malzemesi dengelenmeli, bu mümkün değilse, kazı fazlasının yüksek su düzeyinin daha yukarısındaki bir yere ve stabil bir şekilde bırakılması planlanmalıdır.

f) Yol eğimleri olanaklar ölçüsünde düşük tutulmalı, yamaç yukarısına ya da aşağısına doğru uzanan saplama yollar yapmaktan da kaçınılmalıdır.

g) Bir yolun sadece o inşaat mevsiminde tamamlanabilecek kısmı yapılmalıdır.

2. Yol zemini ve tedirgin edilen arazi stabil duruma getirilmelidir. Bu amaçla yapılması gereken işler şunlardır :

a) Yolun dolduru kısımları, toprak nemi iyi bir sıkışma için uygun olduğu zaman yapılmalıdır.

b) Yüzeysel erozyonu kontrol altına alabilmek üzere kazı ve dolduru şevleri yeşilendirilmelidir.

c) Hızlı akan suların etkisine maruz bulunan şevler (örneğin menfez başları, köprü ayakları vb) kaya, taş, ya da diğer malzeme ile korunmalıdır.

d) Şev topukları ağır kaya parçalarıyla örtülmeli (rip-rap), ya da toprak stabil değilse istinat duvarlarıyla desteklenmelidir.

e) Toprağın erozyona fazlasıyla duyarlı olduğu yer ve durumlarda yolun yüzeyi çakılla ya da daha başka bir stabilizasyon malzemesi ile kaplanmalıdır. Yolda bu amaçla kullanılacak çakıl derelerden alınmamalıdır.

3. Uygun ve yeterli bir drenaj sağlanmalıdır. Bu amaçla :

a) Yolun akarsuları kestiği noktalarda köprü, menfez ya da çeşitli tiplerde kasisler yapılmalıdır. Dere geçişleri çoğu durumlarda en ciddi sediment kaynaklarıdır.

b) Menfez boyutları ve menfez aralıkları, yüzeysel akışı geçirmeğe ve kenar hendeklerinde akan suyun erozyona yol açacak hacim ve hızlara ulaşmasını engellemeğe yeterli olacak şekilde belirlenmelidir.

c) Menfez çıkışlarının aşağısındaki şev yüzeyi korunmalı, ya da buralarda stabil kollar oluşturulmalıdır.

d) Yol boyunca akan suların erozyona neden olacak hacim ve hıza ulaşmalarını önlemek üzere açık menfezlerden yararlanılmalı, ya da belli aralarla yol boyunca hafif kasırlar oluşturulmalıdır.

4. Bakım önlemleri olarak şunlar yapılmalıdır :

a) Yol boyunca bütün menfezler, yağışlı mevsim öncesinde ve bu mevsim boyunca temizlenmelidir.

b) Drenajın aksaksız sürdürülmesi için yol yüzeyleri ve kenar hendekleri düzenli olarak temizlenmelidir.

c) Geçici yararlanma amacıyla yapılan yollar üretim sona erince drene edilmeli ve ağaçlandırılmalıdır. Böyle yollar üzerinde suyu yanlara saptırmak için sık aralıklarla enine toprak tümsekler yapılması uygun olur.

Yukarıda genelleştirilmiş bir liste halinde özetlenmiş bulunan hususlar, gözönünde bulundurulması gereken faktörler konusunda uyarıcı bir rehber olmanın ötesinde bir anlam taşımaz. Çünkü iklim, toprak, topoğrafya ve uygulamalar bir yerden diğerine değişmektedir ve önlemler de lokal koşullar dikkate alınarak kararlaştırılmalıdır.

1.2. Kesim ve Taşıma (Üretim)

Yol yapımında olduğu gibi kesim ve taşıma işlerinde de erozyonun kontrolü açısından ana hedef, bu çalışmalar nedeniyle toprakta meydana gelecek tahribatın en az düzeye indirilmesidir. Üretim çalışmaları ağaç türüne ve silvikültürel uygulamalara bağlı olarak ağaçların tek tek seçilip kesilmesinden, belli alanların tümüyle traşlanmasına kadar değişebilmektedir. Genel olarak bir defada kesilen orman yüzdesi büyüdükçe, toprakta meydana gelen tahribat da artmaktadır. Bir defada meşcerenin sadece bir bölümünün kesilip çıkarıldığı silvikültürel yöntemler, toprağın ve suyun korunması bakımından daha iyidir. Ne var ki, bazı türler bir defada ormanın tümünün ya da büyük bir bölümünün kesilip çıkarılmasını gerektirmektedir.

Yamaç eğimlerinin dik ve toprakların erozyona fazlasıyla elverişli olduğu yerlerde arazi yüzeyinin tedirgin edilmemesi ve vejetatif örtünün korunması gerekir. Örneğin erozyona çok duyarlı olan bazı grano-diorit topraklarında, eğimi %40'ı aşan arazilerdeki ormanların traşlama yöntemiyle kesilmesinin çok sayıda yamaç kayma ve göçmelerine neden olduğu, buna karşılık yeterli bir vejetasyonun bırakıldığı daha dik yamaçlarda toprağın stabilitesini koruduğu görülmektedir.

Kesim ve taşıma faaliyetinin dikkatle planlanması ve bu çalışmalarda kullanılacak ekipmanın iyi seçilmesi, sedimentasyonun en az düzeyde tutulmasına yardımcı olabilir. Topoğrafik yapının fazla engebeli ve dik olmadığı, toprakların stabil ve drenaj bakımından iyi bulunduğu yerlerde tomruklar traktörlerle, atlarla ve diğer çeki hayvanlarıyla sürütülebilir. Buna karşılık toprakların nisbeten stabil olduğu yerlerde bile, yamaç eğimleri % 30 u aştığı takdirde tomrukların traktörle sürütülmesi, toprakta aşırı bir tahribata neden olmaktadır.

Topoğrafyanın daha dik ya da toprakların doğal olarak daha az stabil olduğu yerlerde bölmeden çıkarma işlerinin hava hatlarından yararlanılarak yapılmasında, başka bakımlardan olduğu kadar erozyonun önlenmesi bakımından da büyük yararlar vardır.

1.3. Üretim Artıklarının Temizlenmesi

Dere yatakları içinde bırakılan ya da herhangi bir şekilde dere yataklarına ulaşan üretim artıkları, yağışlı zamanlarda akarsular boyunca zararlı sonuçlara yol açabilirler. Yüksek sularla taşınan tomruk, dal ve tepeler dere kıyılarını aşındırabildiği gibi, çoğu durumlarda bir yere takılıp kalarak akışı engellemek ve suyun yatak dışına taşmasına, yeni yataklar kazmasına neden olmak suretiyle sonuçta derenin taşıdığı sediment miktarını önemli ölçüde arttırabilirler.

Kesim ve taşıma çalışmaları dere yatağını ve kıyılarını koruyacak şekilde planlanmalıdır. Mümkünse dere boyunca vejetasyona dokunulmamış bir şerit bırakılmalı, kesim bu şeridin gerisinde bırakılmalı, tomruklar dereyi kesen güzergâhlardan değil, dereden uzak güzergâhlardan taşınmalıdır. Dere yatağına ulaşmış ağaç gövdeleri ve kesim artıkları da zaman geçirilmeden uzaklaştırılmalıdır.

Dal, tepe, kabuk gibi üretim artıklarının fazla olduğu yerlerde, bunların yakılarak ortadan kaldırılması da sözkonusudur. Ancak, yapılan araştırmalar, üretim artıklarının yakılmasından sonra, ideal sayılabilecek koşullarda bile derelerdeki sedimantasyonun önemli derecede arttığını göstermektedir.

Üretim artıklarının yakılarak yok edilmesi yerine bunların özel makinelerle parçalanması ve hammadde olarak değerlendirilmesi uygulaması hızla yaygınlaşmaktadır. Bu doğrultudaki çalışmalara yurdumuzda da başlanmıştır. Bu tip uygulamalarda kullanılan mobil makineler dik yamaçlarda toprağı oldukça bozmakla birlikte, nisbeten az eğimli arazide pek zararlı olmamaktadır.

Yurdumuzda üretim artıklarının daha çok ya olduğu gibi arazide bırakıldığı, ya da gençleştirme çalışmaları sırasında eşyükselti eğrilerine paralel şeritler halinde toplandıkları görülmektedir. Her iki uygulama da kesim alanlarından derelere ulaşan sediment miktarının artmasını engelleyen uygulamalar olarak değerlendirilebilir.

1.4. Orman Yangınları

Orman yangınları, toprağı erozyona karşı koruyan vejetasyonu ve organik tabakaları tahrip eder. Orman yangınları genellikle atmosferik ve vejetatif koşulların yanma olayı için optimumunda bulunduğu durumlarda çıkmakta, dolayısıyla toprak yüzeyi üzerindeki organik materyalin de büyük bir kısmının yanması ile sonuçlanmaktadır. Böylece korunmasız kalan toprak ya yağmurla derelere taşınmakta, ya da dik eğimli alanlarda kuru toprak, yerçekimi etkisinde derelere ulaşmaktadır.

Orman yangınlarından kaynaklanan sedimenti önlemenin en iyi yöntemi, kuşkusuz ki yeterli bir yangın önleme sistemi oluşturulmasıdır. Orman yangınlarının vuku bulunduğu durumlarda ise, yanan ormanın yerine gecikmeden bir vejetasyon örtüsünün getirilmesine çalışılmalıdır. Yangın alanlarında yapılacak ilk işlerden biri çayır örtüsünün, yıllık otsu bitkilerin ve diğer hızlı büyüyen vejetasyonun tohum serpmesi suretiyle getirilmesidir. Bu yeşillendirme çalışmalarında bazen eğimsiz teraslardan, ıslah sekilerinden ve diğer mühendislik yapılarından da yararlanılmakla birlikte, eşyükselti eğrileri doğrultusundaki dar aralıklı (sık) şeritler halinde arpa ekimi yapılmasının, vejetasyonun yangınla yok olduğu maki alanlarında uzun süreli ve şiddetli yağışlar sırasında sediment taşınımının kontrolunda en etkili yöntem olduğu görülmüştür (Crouse/Hill 1962).

Orman yangınlarından sonra toprakların ıslanma özelliklerinde, dolayısıyla infiltrasyon kaapsitelerinde önemli oranda bir gerileme meydana gelmekte, bu nedenle böyle yerlerde sağanak yağışlar sırasında toprak erozyonu diğer yerlerden daha fazla olmaktadır. Buna ek olarak, toprağın zor ıslanır özellikte olduğu yangın alanlarında «kuru sürünme» şeklindeki yavaş ve yüzeysel toprak hareketi de hızlanmaktadır. Bu durum, ıslanma özelliğini kaybetmiş toprağın zayıf kohezyonlu ve —ıslanabilir nitelikteki toprağa oranla— daha az sıkışmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Yangın nedeniyle ıslanma özelliğini kaybetmiş orman topraklarına bu özelliklerini yeniden kazandırmak amacıyla A.B.D.'de yapılan araştırmalar böyle topraklara bazı kimyasal maddelerin serpilmesi ile ıslanma özelliğinin yeterince geliştirilebildiğini göstermiştir. Örneğin, yangına uğramış alanlarda toprağa serpilmiş alkol-polioksietilen etanol'un en az bir yıl süreyle etkili olduğu ve başarılı sonuç verdiği bildirilmektedir (DeBano et al. 1967).

1.5. Diğer Faaliyetler

Ormancılıkla doğrudan ilgili olmayan birçok faaliyetler de orman içi alanlardan kaynaklanan sedimentin artmasına neden olabilmektedir. Yüksek gerilim (enerji) hatları boyunca ormanın temizlenmesi, baraj yapımı, orman alanlarındaki maden arama ve çıkarma çalışmaları bu tip faaliyetlerdendir. Genel olarak, yol yapımı ve üretimle ilgili olarak sözkonusu edilen prensipler bu hususlarda da aynen geçerlidir. Bu gibi faaliyetler nedeniyle çıplak kalacak toprak en az düzeyde tutulmalı ve mümkün olan en kısa sürede vejetasyonla ya da başka yollarla stabil duruma getirilmelidir.

Orman arazisinde hayvan otlatılması da sedimentasyonu arttıran bir faktördür. Otlatılacak hayvan sayısının ve otlatma mevsiminin kontrol altına alınması suretiyle yeterli bir vejetasyon örtüsünün sürekliliğinin sağlanması, otlatma zararlarının önlenmesi açısından zorunludur.

Bu arada orman içi rekreasyon faaliyetleri de, düzene sokulmadığı, kontrol altında tutulmadığı ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde, derelerde sediment zararlarına yol açabilmektedir.

2. SU SICAKLIĞI

Su sıcaklığının belli ölçüde artması birçok bakımlardan sorunlar yaratan ve günümüzde «termal pollüsyon» tipleri arasında yer alan bir olgudur. Evlerde kullanılan suyun ılık olması, soğuk olmasına oranla daha az tercih edilmektedir; çünkü herhangi bir koku ya da tad, suyun sıcaklığı arttıkça daha fazla hissedilir olmaktadır. Su sıcaklığı aynı zamanda birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreci de etkilemektedir. Bu değişiklikler ise suyun insan kullanımı için elverişli olma niteliğini bozmasının yanı sıra, balıklar ve suda yaşayan diğer canlılar için uygun bir ortam oluşturma özelliğini de olumsuz yönde etkilemektedir. Su sıcaklığının önemli derecede artması ise, balıkların yok olması, ya da ortamın daha az arzu edilen türlere kalması ile sonuçlanabilir.

Akarsu kıyılarındaki vejetasyonun yok edilmesi, yazın maksimum su sıcaklıklarının yükselmesine neden olmaktadır. Çeşitli araştırmalar, ormanların traşlanması ya da tarım alanına dönüştürülmesi ile derelerde akan suların sıcaklıklarında eskisine göre 7-8°C lik

artışlar olduğunu göstermektedir. Bu artışların toprak ve hava sıcaklıklarının yükselmelerinden olmayıp, esas itibarıyla güneş ışınlarının direkt olarak dere yüzeyine ulaşmasından kaynaklandığı saptanmıştır.

Bilinen başka bir nokta da, ormandaki bir açık alandan geçerken ısınan suyun bir süre sonra yeniden orman örtüsü altında (gölgede) akmaya başlamasıyla soğumadığıdır.

Bu hususlar gözönüne alındığı takdirde, dere kıyılarındaki vejetasyon şeridini korumak suretiyle yapılacak ormancılık uygulamaları ile derelerde akan su sıcaklığında artışlar meydana gelmesinin önlenebileceği ortaya çıkar. Dere akışlarını direkt güneş ışınlarından koruyacak vejetasyon mutlaka büyük ve ticari değeri yüksek ağaçlar olması da gerekmez; bitki örtüsündeki değişikliklerden çok kolay etkilenen küçük akarsuları gölgelemek için çoğu yer ve durumlarda bir çalı örtüsü bile yeterli olabilmektedir.

3. AKARSULARIN KİMYASAL NİTELİĞİ

İnsan müdahalesinin sözkonusu olmadığı ormanlardan akan su içerisindeki çözünmüş kimyasal maddelerin konsantrasyonu, esas itibarıyla derenin aktığı arazinin jeolojik özelliklerine bağlıdır. Fakat bu kimyasal maddelerin çoğu orman ekosistemi içerisinde bitkilerin büyümesi, olgunlaşması ve ölmesi yoluyla bir dolaşıma (çevrime) konu olmaktadır. İlman iklim bölgelerinde olgunluk çağındaki ormanlar altında kimyasal elementlerin toprak içinde derinlere sızması şeklindeki kayıp oldukça azdır. Ancak, ormanlardaki bu düzenli kimyasal madde dolaşımı kesim ve taşıma, kontrollü yakma, ya da gübre, organik madde ve pestisit olarak çeşitli kimyasal maddeler kullanma gibi ormancılık uygulamaları sonucu değişikliğe uğrayabilir (Tarrant 1970). Organik madde ilâvesi ve gübre kullanımı, suda çözünmüş kimyasal madde miktarını arttırabilir ve bu da çoğu kez alglerin hızla gelişmesi, oksijenin azalması, tad ve kokunun değişmesi gibi arzu edilmeyen sonuçlara yol açar. Gübre ve pestisitler bazı durumlarda insan sağlığına, balıklara ve diğer su ürünlerine zararlı olmaktadır. Öte yandan dere suyunun kimyasal madde konsantrasyonunda büyük artışlar olması, gerekli bitki besin maddelerinin ekosistemden kaybı anlamındadır ve yetişme ortamı kalitesinin bozulmakta olduğunu gösterir.

3.1. Ormanda Kesimin Etkileri

Ormanda ağaçların normal olarak üretim amacıyla kesilmesinin su kalitesi üzerine etkileri konusunda elde edilen veriler oldukça azdır. Bu konudaki araştırmalar, kesim yapılan ve özellikle traşlanan havzalardan bitki besin maddeleri niteliğindeki kimyasal maddelerin kaybının hızla arttığını göstermektedir. Dolayısıyla, orman ekosisteminin iyi ameneje edilmesi, dere suyundaki çözünmüş N, Ca, Mg, Na ve K gibi kimyasal maddelerin miktarını azaltabilir. Sulardan içme ve kullanma amacıyla yararlanılan havzalarda ormanlık alan oranını önemli derecede değiştirecek ormancılık uygulamalarından kaçınılmalıdır.

Yapılan çeşitli araştırmalar, orman topraklarının aynı zamanda bir «kimyasal filtre» görevi yaptığını da göstermiştir. Özellikle dağlık arazide orman örtüsü altındaki yüzeye yakın sular, köklerin ulaştığı derinlikten daha aşağıdaki yeraltı sularından çok daha fazla kimyasal madde içermektedir.

Orman topraklarının suları kimyasal, mikrobiyolojik ve hatta radyolojik bakımlardan filtre etme özelliğinden, bazı Avrupa ülkelerinde, kirli sular orman alanlarında toprağa

emdirilmek ve sonradan kullanıma sunulmak suretiyle yararlanılmaktadır (Demirci/Görce-lioğlu 1983; Uslu/Karaöz 1984).

Bunlardan da anlaşılıyor ki ormancılık uygulamaları ile toprakların infiltrasyon kapasitelerini arttırarak süzücü özelliklerinden yararlanmak, temiz içme ve kullanma suyu sağlanması bakımından önemli bir avantajdır.

3.2. Yangın Etkileri

Birçok araştırmalar, ormanda üretim artıklarının yakılması ya da orman yangınları sonucunda toprak yüzeyindeki kimyasal element miktarında artış olduğunu ortaya koymuştur. Bunlar yağışlarla ergeç derelere ulaşmaktadır. Küçük bir havzada traşlamadan sonra üretim artıklarının yakılması sonucunda, dere suyundaki N, P, K, Mg, Na, Ca, Mn, Cl ve HCO_3 konsantrasyonunun 2-100 kat arttığı saptanmıştır. Bunlardan bir kısmı çözülmüş halde, bir kısmı sedimentle dereye ulaşmıştır (Rothacher 1970). Burada bir kez daha görülüyor ki yangınların önlenmesi, üretim artıklarının yakılmasının ve traşlama kesimlerinin mümkün olduğunca kısıtlanması, kısaca toprağın infiltrasyon kapasitesini azaltan uygulamalardan kaçınılması suretiyle, akarsulara fazla miktarlarda kimyasal maddenin karışması bir dereceye kadar kontrol edilebilir.

3.3. Kimyasal Uygulamaların Etkileri

Entansif ormancılıkta zaman zaman büyümeyi hızlandırmak üzere kimyasal gübre kullanımı da sözkonusudur. Genelde gübreleme sonucu kimyasal madde hareketinin toprak profilinin ancak 90 - 100 cm lik bir kesiminden daha derinlere ulaşmadığı belirlenmiştir. Ancak, eğimli arazide ve yağışlı yörelerde gübrelemenin, dere sularındaki kimyasal madde konsantrasyonunu arttıracığı kuşkusuzdur.

Entansif ormancılıkta böcek ve mantar hastalıklarına, ayrıca zararlı otlara karşı savaşta da kimyasal madde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bunların seçiminde ve kullanımında dikkatli davranılması suretiyle suların kirlenmesi büyük ölçüde engellenebilir. Genel olarak herbisitlerin doğrudan doğruya derelere, göllere, ya da bataklık alanlara uygulanmaması gerekir. Uygulama alanları, dere yataklarını içine almamalı, dereler boyunca tampon şeritler ilaçlanmadan bırakılmalı, herbisitlerin dereye ulaşmaması için uygulama rüzgâr yönü dikkate alınarak yapılmalıdır. Çoğu herbisitlerin orman altında kısa sürede degrade olduğu bilinmektedir. Bunlar kurak yaz döneminde uygulandığı takdirde, artıklarının dere suyuna karışması olasılığı, yağışlı mevsimlerde uygulanmasına oranla daha zayıftır.

4. ORGANİK ARTIKLAR

Doğal yataklarında akan dereler çoğunlukla doygunluk derecesine yakın miktarlarda oksijen içerirler. Çözülmüş oksijen düzeyi, balıklar ve sudaki diğer canlılar için önemlidir. Akarsularda çözülmüş oksijenin düşük düzeyde olması, suyun organik artıklarla kirlenmiş olduğunun belirtisi olabilir. Üretim artıkları ve odun talaşı gibi organik maddelerin dereye karışması ile biyokimyasal bir oksijen gereksinmesi doğmakta ve bu, sudaki çözülmüş oksijeni büyük ölçüde azaltmaktadır. Dere yataklarında ve taşıntı barajları gerisinde oluşan su birikintilerinde toplanan üretim artıklarının ayrışması ile sudaki çözülmüş oksijenin özellikle sıcak mevsimlerde fazlasıyla azalması, böyle yerlerde balıkların

yaşamalarını çoğu kez tümüyle engellemektedir. Bu gibi organik artıkların ayrışması sonucu ortaya çıkan tad, koku ve renk, böyle suların insanlar tarafından kullanımını da zorlaştırmaktadır. Çözünmüş oksijen düzeyinin yüksek tutulması için organik maddelerin derelere karışmasının önlenmesi, dereye su sıcaklığının düşük tutulması ve türbülanslı akım koşullarının yaratılması gerekir.

Küçük akarsularda su kalitesinin bozulması, akarsu kıyılarındaki vejetasyonun sonbaharda yapraklarının suya düşmesine bağlı olarak da ortaya çıkabilmektedir. Yaprak dökümü zamanında derelerde akan suyun çoğunlukla az olması, bu tip kirlenmenin yoğunluğunu arttıran bir faktördür. Çeşitli ağaç türleri yaprakları ile yapılan bir araştırma (Slack/Feltz 1968), daha çok alkali özellikteki yaprakların (örneğin Liriodendron ve Cornus yapraklarının), daha çok asidik özellikteki meşe (Quercus) yapraklarına oranla su kalitesini daha fazla bozduklarını, buna karşılık kayın (Fagus) yapraklarının her koşulda su kalitesini olumsuz yönde en az etkilediklerini ortaya çıkarmıştır. Bu ve benzeri araştırmaların sonuçları, akarsulardaki doğal kimyasal maddelerin, özellikle akarsu boylarında ve baraj gölleri çevrelerinde tür seçimine dikkat edilmek suretiyle bir dereceye kadar kontrol edilebileceğini göstermektedir.

Motor yağı, mazot vb. kimyasal maddelerin de dere ve baraj sularına dökülmesi ve karışması önlenmelidir. Motor yağlarının ve yakıtlarının çok az miktarlarda suya karışması halinde bile suyun kokusu ve tadı bozulmaktadır.

Orman toprağının kimyasal bir filtre olarak taşıdığı önem, son yıllarda orman alanlarından bu doğrultuda yararlanılması düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Şehir ve endüstri artığı pis suların klorlandıktan sonra orman toprağına emdirilmesi ve taban suyu olarak yeniden kullanılması, pratikte uygulanmaya başlanan bir yöntemdir.

5. BAKTERİYOLOJİK KALİTE

Bakteri ve virüsler, suyun herhangi bir işleminden geçirilmeden kullanıldığı durumlarda insan sağlığı açısından sorunlar yaratır. İnsanlara sudan geçen hastalıkların birçoğu, yine insan faaliyetleri sonucu sulara karışan mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır. Kent ve kasabaların içme ve kullanma sularının sağlandığı havzalarda su kalitesinin korunmasına yönelik önlemler alındığı takdirde, suyun arıtılması için yapılacak pahalı tesis ve işlemlerden kurtulmak mümkündür. Batı ülkelerindeki bu tip havzaların çoğunda insanların buralara girişi yasaklanmış, her türlü ormancılık üretimi de, derelerde sedimentasyonun ve bakteriyolojik kirlenmenin önlenmesi amacıyla sıkı kısıtlamalar altına alınmıştır. Böyle havzalar insanlara açık olduğu takdirde, tuvaletlerin sızdırmaz konteynerlere bağlanması ve konteynerlerin havza dışına boşaltılması, çeşitli artık ve çöplerin de sık sık havza dışına atılması zorunludur.

Birçok batı ülkesinde ve özellikle A.B.D.'de, su sağlama amacıyla işletilen havzalarda rekreasyon faaliyetleri genellikle sınırlandırılmıştır. Yüzme çoğunlukla yasaklanmıştır. Demiryollarının bu havzalar içinden geçtiği yerlerde, trenlerin havzalara girişinden çıkışına kadar tuvaletler kilitlenmekte, ya da pislik, özel tanklarda biriktirilerek varış istasyonlarında boşaltılmaktadır. Ayrıca her türlü artık ve çöplerin de trenler havzalardan çıkmadan atılmaları yasaktır. Bu tip havzaların kullanımının kısıtlanmadığı durumlarda ise tek alternatif, suyun insan kullanımına sunulmasından önce sıkı ve ayrıntılı arıtma işlemlerinden geçirilmesi olmaktadır.

Daha az duyarlı yörelerde suyun bakteriyolojik kalitesi, genellikle her türlü pislik, çöp ve artıkların zararsızca yok edilmeleri suretiyle korunabilir. Örneğin A.B.D.'nin Ulusal Ormanlarındaki orman kamplarında, rekreasyon amacıyla yoğun kullanımın sözkonusu olduğu yerlerde her türlü pislik, çöp ve artıkların zararsız şekilde ortadan kaldırılmasını sağlayan komple tesisler kurulmuştur (Rothacher 1970). Orman içindeki bu gibi yerlerde en azından tuvaletlerin, derelerin taşkın alanları dışında yapılmasına ve fosseptik çukurlarının, kum ve çakıl gibi gevşek materyalden oluşan, dolayısıyla sızıntıların dereye kolayca ulaşabileceği arazi kesimlerinde açılmamasına dikkat edilmelidir.

Çöp çukurlarının da dere yataklarından uzaklarda, taşkın alanı dışında, taban suyu düzeyinin yüksek olmadığı ve erozyonun etkilemediği yerlerde açılması, bu çukurlara toplanan çöplerin hergün sıkıştırıldıktan sonra en az 15 cm kalınlıktaki bir toprak tabakasıyla örtülmesi gerekir.

Nüfusun giderek artması ve orman alanlarından rekreasyon amacıyla yararlanmanın her geçen gün biraz daha yoğunluk kazanması nedeniyle, orman alanlarında suların bakteriyolojik bakımdan kirlenmesinin önlenmesinde ormancılara düşen görev de daha fazla önem kazanmaktadır.

6. ÖZET VE SONUÇ

Ormanlık havzaların su verimleri, hemen bütün dünyada öteden beri insanların başlıca içme ve kullanma suyu kaynaklarıdır. Böyle yerlerdeki çeşitli ormancılık uygulamalarının ve ormanların çok amaçlı kullanımının da giderek artmakta olması, çoğu durumlarda ormanlık havzalardan sağlanan suyun kalitesi üzerinde önemli etkiler yapmaktadır. Bu olumsuz etkiler ve suyun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik kalitesinin kontrolü olanakları şöyle özetlenebilir :

Jeolojik ya da doğal erozyon adı verilen ve arazinin iklim, topoğrafya, vejetasyon örtüsü, toprak ve jeoloji bakımından taşıdığı özelliklerine bağlı bulunan erozyon sonucu meydana gelen sedimentasyonu kontrol etme olanağı, yok denecek kadar azdır. Buna karşılık hızlı erozyon denilen ve dağlık arazi havzalarında doğal vejetasyon örtüsünü, mevcut drenajı, ya da yamaç stabilitesini tedirgin eden çeşitli faaliyetlerden etkilenen erozyon, büyük ölçüde kontrol altına alınabilir. Bu amaçla, orman yolları, toprağı ve dere yataklarını en az tedirgin edecek şekilde planlanmalı ve yapılmalı, yol yapımı ile erozyona açık kalan toprak yüzeylerinin korunması için hemen önlem alınmalıdır. Bu koruma ya vejetasyonla, ya da erozyona dayanıklı çeşitli kaplama materyaliyle sağlanabilir. Doğal drenaj sisteminin yol yapımıyla değişikliğe uğradığı yerlerde menfez, köprü, ya da kanal stabilizasyonu yapılması gerekir. Üretim faaliyetleri, ormanın özelliklerine en uygun bulunan ve toprağı en az düzeyde rahatsız edecek olan silvikültür, kesim ve taşıma yöntem ve sistemleri kullanılmak suretiyle planlanmalı, üretim artıklarının derelere ulaşmaması için önlem alınmalıdır. Yeterli bir vejetasyon örtüsünün korunması ya da traşlanan kısımların vakit geçirilmeden ağaçlandırılması, hızlı erozyonun ve sedimentasyonun önlenmesinde en etkin yoldur.

Dere kıyılarındaki vejetasyonun ortadan kaldırılması ile su sıcaklığında önemli artışlar olmaktadır. Özellikle küçük derelerde suyun sıcaklığı, dere yüzeyini direkt güneş ışınlarına karşı gölgeleyen bir vejetasyonun korunması suretiyle kontrol altında tutulabilir.

Doğal koşullarda dere sularının kimyasal kalitesi, esas itibarıyla arazinin jeolojik yapısına bağlıdır. Orman örtüsünün kesilmesi, yakılması ve ormanda gübre ya da ilâç olarak kimyasal maddelerin kullanılması, bu suların kimyasal niteliklerinde değişiklikler yapabilir. Orman topraklarının fazlasıyla aktif ve etkili filtrasyon özelliklerine sahip oldukları bilinmektedir. Orman sularının kimyasal kalitesini kontrol etmek ve bu kalitenin bozulmasını önlemek amacıyla, orman topraklarının yüksek infiltrasyon kapasitelerini korumak, böylece yağış sularının yüzeysel akışla değil, toprak filtresinden geçerek derelere ulaşmasını sağlamak gerekir.

Suyun bakteriyolojik kalitesine ilişkin problemler çoğunlukla insandan kaynaklanır. Herhangi bir şekilde orman alanlarından yararlanan insanların her türlü artık ve atıklarının yok edilmesi ya da zararsız hale getirilmesi için gereken önlemler alınmalıdır.

Su kalitesinde sediment ve sıcaklık bakımlarından, ya da kimyasal ve bakteriyolojik açılardan ortaya çıkabilecek büyük çaptaki değişiklikleri kontrol edebilecek teknik bilgi ve olanaklara sahip bulunmaktayız. Su kalitesinin korunmasına ilişkin önlem ve çalışmalar, çevre kalitesinin korunması, yol uzunluğunun ve bakımının en az düzeye indirilmesi ve suların arıtılması işlemlerinin azaltılması gibi sonuçları bakımından da ekonomiktir. Genelde orman alanlarının su kalitesi dikkate alınarak amenaje edilmesi ve işletilmesi, ormanların esas itibarıyla odun hammaddesi kaynağı olarak değerlendirilmesine yönelik geleneksel yaklaşımın yerine, toplumun her türlü çıkarını gözönünde bulunduran bir anlayış ve yaklaşımla değerlendirilmesine bağlı bulunmaktadır.

Görülüyor ki ormanlık havzalardan kaynaklanan sulardaki kirlenme, çoğunlukla insan faaliyetlerinin bir sonucudur. Orman alanlarının insanlara sunduğu ekonomik ve estetik değerlerden yararlanılırken, ormanlık havzalardan sağlanan suyun kirlenmemesi sağlanmalıdır. Yüksek kalitedeki su verimi de dahil olmak üzere ormanlardan çok yönlü yararlanmanın gerçekleştirilmesinin anahtarı orman işletmecisinin elindedir. Özellikle yukarı havza ormanlarında amenajman ve işletme açısından ormancuların göstereceği özen ve çaba, toplum sağlığı ve refah açısından büyük önem taşımaktadır. Bu arada ormanlardan rekreasyon amacıyla yararlanan halkın anlayış, tutum ve davranışlarında bu doğrultuda bir gelişme sağlanması için yapılması gereken çalışmaların önemi de küçümsenemez. Bütün bu çalışmalarda, «suyun kirlenmesinin, yararsız biçimde kullanılmasının ve dikkatsizce israf edilmesinin, bir damla suya muhtaç durumdaki milyonlarca insana karşı işlenen bir suç olduğu»nu (Görçelioğlu 1976) hatırdan çıkarmamak gerekir.

KAYNAKLAR

GROUSE, R.P.; HILL, L.W. 1962 : *What's Heppening at San Dimas? PSW Forest and Range Experiment Station Misc. Paper, PSW-68.*

DeBANO, L.F.; OSBORN, J. F.; KRAMES, J.S.; LETEY, J. 1967 : *Soil Wettability and Wetting Agents-Our Current Knowledge of the Problem. PSW Forest and Range Experiment Station Research Paper, PSW-43.*

DEMİRCİ, G.; GÖRCELİOĞLU, E. 1983 : *Ormanların İnsan Sağlığına Etkileri. «Çevre'83» II. Ulusal Çevre Mühendisliği Sempozyumu, İzmir.*

GÖRCELİOĞLU, E. 1976 : *B.M. Çevre Programı ve Doğal Çevrenin Korunmasına İlişkin Çalışmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXV, Sayı 2.*

ROTHACHER, J., 1970 : Managing Forest Land for Water Quality, Proceedings of the Joint FAO/U.S.S.R. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, Moscow.

SLACK, K.V.; FELTZ, H.R. 1968 : Tree Leaf Control on Low Flow Water Quality in a Small Virginia Stream. Environment Science and Technology 2 (2).

TARRANT, R.F. 1970 : Man-Caused Fluctuations in Quality of Water from Forested Watersheds. Proceedings of the Joint FAO/U.S.S.R. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, Moscow.

USLU, S.; KARAÖZ, M.Ö. 1984 : Çevre Kirlenmesi ve Ormanların Bunu Önleyici Fonksiyonları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı (1).