
SERİ

B

CİLT

40

SAYI

1

1990

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ



HEYELANLARIN KONTROLUNDA VE ÖNLENMESİNDE ORMANLARIN VE ORMAN MÜHENDİSİNİN ROLÜ

Dr. Hüseyin E. ÇELİK¹⁾

Kısa Özet

Heyelanlar daha çok orman örtüsü tahrip edilmiş olan dik yamaçlarda meydana gelmektedir. Yapılan araştırmalar ormanların ve ağaçlandırmanın heyelanları önlemede büyük role sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle heyelanları önleme ve kontrol etmede orman mühendislerine büyük görev düşmektedir.

1. GİRİŞ

Heyelanlar son yıllarda ülkemizde sık olarak vuku bulan, büyük mal ve can kaybına neden olan bir doğal afettir. Heyelan frekansının son yıllarda giderek artması, değişik disiplinlerden meslek adamlarını, üniversiteleri bu konuya daha çok eğilmeye zorlamıştır. TMMOB'nin 7-9 Kasım 1991 tarihinde Ankara'da düzenlediği "Yağış, Sel, Heyelan Simpozyumu" ve KTÜ'nün 27-29 Kasım 1991 tarihinde Trabzon'da düzenlediği "1.Ulusal Heyelan Simpozyumu" bu kapsamdaki faaliyetlerdendir. Simpozyumlardan sonra düzenlenen panellerde, heyelanın yalnızca bir bilim dalının, örneğin jeolojinin değil aynı zamanda jeomorfoloji, ormancılık, sosyoloji, ekonomi vb. birçok bilim dalının ortak konusu olduğu sonucuna varılmıştır. Bu şekilde Türk bilim adamları mültidisipliner yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yazıda ormanların heyelanı önlemedeki rolü ve orman mühendisinin heyelan konusunda izlemesi gereken yol ele alınmıştır.

2. HEYELANIN TANIMI VE NEDENLERİ

Jeomorfolojide, karaların tesviyesi sürecinde, çözülme ve bunun sonucunda oluşan materyalin taşınması büyük oranda kütle hareketleriyle mümkün olmaktadır. Kütle hareketleri içinde de heyelanlar, topografyada ve insan hayatında önemli role sahiptir. Heyelanlar topoğ-

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

rafyada büyük değişikliklere neden olabilmektedir. Örneğin Tortum Gölü, Tortum Vadisinin bir heyelanla tıkanması sonucunda oluşmuştur. İnsan hayatında ise, neden olduğu mal ve can kaybıyla önem kazanmıştır. Bu bağlamda 1988 Trabzon-Çatak faciasında ölen 64 kişi hatırlanmalıdır.

Arapça bir terim olan heyelanın sözlük karşılığı toprak kayması olmasına karşın heyelan terimi genel kabul görmüştür. Genel olarak, kaya, ayrılmış materyal, toprak ve yapay dolgu gibi malzemenin ya da bunların herhangi bir kombinasyonundan oluşan kütlelerin, bulunduğu yerden koparak yamaç aşağısına veya dışarıya (öne) doğru hareketine **heyelan** denir. Yamaç ve şevlerde görülen bu kütle hareketi ve nedenleri şöyle açıklanmaktadır (ERİNCİ 1982, GÖRCELİOĞLU 1991/a):

- Yamaç eğiminin fazla olduğu alanlarda heyelan olasılığı artar. Bazı faylar, çok dik eğimler meydana getirerek heyelanları kolaylaştırır.

- Heyelanlar genel olarak yağışlı ve zeminin nemli olduğu mevsimlerde meydana gelirler. Şiddetli veya devamlı yağmurlar, sel ve taşkınlar, karların erimesi, toprağa bol miktarda suyun sızmasına neden olur. Sızıntı suyunun doğrudan etkisi veya taban suyunu yükselterek dolaylı etkisiyle suyla doyan kütle, yer sarsıntısı, hava basıncındaki değişiklikler, ağır bir taşın geçmesinden veya madencilik vb. amaçlı patlamalardan oluşan titreşimlerle harekete geçer. Su, doğal şev açısını küçülterek, kütlelerin ağırlığını artırarak ve daha önemlisi sürtünmeyi azaltarak heyelanları kolaylaştırır.

- Zeminin türü de heyelan olasılığını etkiler. Killer ve özellikle kaolin bakımından zengin formasyonlar heyelana yatkındır. Bunun yanında fluş, marn, tül gibi depoların yaygın olduğu alanlarda da heyelana sık raslanır. Buna karşılık kalker ve bazalt gibi kayalarda heyelan nadirdir.

- Tektonik yapı ile de heyelanlar arasında sıkı bir ilişki vardır. Tabakaların yamaç eğimine paralel olması, özellikle bu tabakalar arasında killi bir yüzeyin varlığı heyelanı kolaylaştırır. Suların sızması sonucunda likit bir duruma geçen kil tabakasının üzerindeki kütleler, yer çekiminin etkisiyle aşağıya doğru kayabilir.

- Heyelanlara insan faaliyetleri de yolaçabilir. İnşaat çalışmaları, koruyucu vejetasyonun yok edilmesi yamaç etkileyen kuvvetler arasındaki dengeyi bozabilir. Yamaçlarda heyelan potansiyelini artıran insan faaliyetleri arasında şunlar sayılabilir:

1. İnşaat, kanal ve yol açma, madencilik vb. çalışmalarla ortaya çıkan malzemenin yamaç üzerine dökülmesi yamaçın ağırlığını artırır.

2. Yol, bina vb. diğer tesislerin yapılması, hem yamaç yükünü hem de yamaçta sızan su miktarını artırır. Özellikle orman yolları yapılırken yamaçların topuğunda veya yamaç ortasında alt oyulması sonucu yamaç dengesi bozulur. Yollar heyelanın ana nedeni olabilir.

3. Fosseptik, sızdırma çukuru, gölet, sulama ağı gibi tesisler, yamaçta su sızmasına, dolayısıyla kayma eğiliminin artmasına neden olurlar.

4. Duyarlı bir yamaçın topuğunda oyulmaya neden olacak bir arazi tesviyesi kaymaya neden olabilir.

3. HEYELAN TİPLERİ VE HEYELANIN TAHMİN EDİLMESİ

Heyelanlar çeşitli biçimlerde sınıflandırılmaktadır. Çok yaygın olarak kullanılan bir sınıflamada heyelan tipleri, meydana gelen kütle hareketinin hakim tipine dayandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre heyelanlar düşme, devrilme, kayma (kaya göçmesi ve arazi kayması), late-

ral yayılma, akma (toprak akması ve sürünme) ve kompleks olmak üzere altı gruba ayrılmaktadır. Heyelanların hareket hızı 0,06 m/yıl (aşırı ölçüde yavaş) olabildiği gibi 3 m/san'den fazla (aşırı ölçüde hızlı) da olabilmektedir (GÖRCELİOĞLU 1991/a).

Heyelanların tahmin edilmesi amacıyla zemin yüzeyi incelemeye alınmaktadır. Zemindeki arızaların belli kombinasyonları, geçmiş bir heyelanı veya yüksek bir heyelan potansiyelini işaret edebilir. Hava fotoğrafları üzerinde hilal şeklindeki karakteristik izlerden, önceki heyelanlar saptanabilir. Heyelan tahmininde kullanabilmek için hava fotoğraflarının ölçeği 1/9600'den büyük olmalıdır. Jeoteknik etütlerle de bir yerin eski bir heyelan bölgesi olup olmadığı veya heyelan stabilitesi saptanabilmektedir (GÖRCELİOĞLU 1991/a).

4. HEYELANLARLA MÜCADELEDE BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN ROLÜ

Heyelanlara karşı aktif ve pasif yöntemlerle mücadele edilmektedir. Pasif yöntem hiçbir şey yapmayarak kayıplara razı olmak, tehlikeli yöreyi terketmek vb. şeklinde zararı azaltmaya yöneliktir. Aktif yöntemde ise heyelanın oluşmasına engel olmaya çalışılmaktadır. Bu yöntemde örnek olarak heyelan potansiyeli yüksek olan yerlerin açık alan olarak kullanılması, yol, köprü gibi tesislerin böyle yerlere yapılmaması, kazı yapılarak heyelan yaratacak yükün azaltılması, drenaj, tahkim tesisleri ve bitki örtüsü oluşturulması sayılabilir (GÖRCELİOĞLU 1991/a).

Bitki örtüsünün heyelan üzerindeki etkileri konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Odunsu bitki örtüsünün heyelan üzerindeki etkileri şöyle sınıflandırılabilir (GÖRCELİOĞLU 1991/b):

1. **Kök desteği:** Kökler toprak kitlesi içerisindeki kayma zorlanmalarını kökler içindeki gerilme direncine transfer ederek toprağa mekanik olarak destek sağlar.

2. **Toprak rutubetini değiştirme:** Evapotranspirasyon ve intersepsiyon, toprakta rutubetin yaratacağı gerginliği sınırlandırır. Vejetasyon aynı zamanda toprak rutubeti rejimini etkileyen kar erimesinin hızını da yavaşlatır.

3. **Payanda ve kemer etkisi:** Ağaç gövdeleri, toprağa çakılan tahkim kazıkları ya da kenar ayakları gibi çalışarak yamacı destekler ve kayma zorlanmalarını karşılar.

4. **Sürüşarj:** Bir yamaç üzerindeki vejetasyonun ağırlığı, bir yandan yamaç yüzeyine paralel doğrultudaki bileşeni ile stabilizasyonu olumsuz yönde etkilerken, bir yandan da yamaç yüzeyine dik doğrultudaki bileşeni ile kaymaya karşı direnci artırıcı rol oynar.

5. **Köklerin "kama" etkisi:** Kökler bir toprak ya da anakaya kitlesi içindeki irili ufaklı yarıklar, çatlak ve boşlukları doldurur, buralarda yarattıkları "kama" etkisi nedeniyle lokal olarak denge kaybına yolaçabilirler.

6. **Rüzgâr kuvvetini toprağa aktarma etkisi:** Kuvvetli rüzgârların ağaçlarda yarattığı dönme momenti etkisi yamaca aktarılır ve bu da yamaç stabilitesi üzerinde olumsuz etki yapar.

İlk üç etki yamaç stabilitesini olumlu, dördüncü etki olumlu ya da olumsuz, son iki etki ise olumsuz yönde etkilerler.

Yeni Zelanda'da yapılan bir araştırmayla, *Pinus radiata* ağırlıklı ağaçlandırmaların, düşük frekanslı-çok şiddetli siklonik yağışlardan sonra meydana gelen heyelanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir (PHILLIPS et al. 1990). Araştırmaya göre 6 yaşından küçük çam plantasyonu altındaki yamaçlarda heyelan yoğunluğu 0,62 heyelan/ha bulunmuştur. Aynı eğim ve toprak koşullarına sahip çayırta ise heyelan yoğunluğu 0,68 heyelan/ha'dır. Bir diğer deyişle 6 yaşından küçük çamlar heyelana karşı ancak çayır kadar etkilidirler.

6-8 yaşındaki çam plantasyonu altındaki alanlarda ortalama heyelan yoğunluğu 0,21 heyelan/ha bulunmuştur. Bu orana göre 6-8 yaşındaki çamlar, 6 yaşından küçük çamların 3 katı kadar heyelanı önlemiştir.

8 yaşından büyük çamlar ise 0,06 heyelan/ha heyelan yoğunluğu ile daha büyük bir koruma sağlamıştır. Komşu ağaçların köklerinin birbirine girmesi, üst toprak tabakasını güçlendirmiş ve sığ heyelan gelişimini önlemiştir.

Araştırmaya göre köklerin yamacı koruma etkisi 15 yaşa kadar hızlı bir şekilde artmakta, daha sonraki yıllarda artış hızı önemsiz düzeylerde kalmaktadır.

Yeni Zelanda'da yapılan bir başka çalışmada sediment kontrolü amacıyla, heyelan görülen yamaçlar geniş alanlar halinde *Pinus radiata* ile ağaçlandırılmıştır. Heyelanın hareketi 7 m derinliğe inen inklinometrelerle ölçülmüştür. Yağışlı kış periyodunda çayırta kaplı yamaçlarda 1,0 - 1,5 m/ay heyelan hızı ölçülürken, aynı periyotta, 15 yaşında ve kökleri 1,5 - 2,0 m'den derine inmeyen *Pinus radiata* ile ağaçlandırılmış yamaçta 0,5 m/ay heyelan hızı ölçülmüştür. Her iki heyelanda da hareket, yüzeyden 5-7 m aşağıdaki makaslanma zonunda meydana gelmiştir. Ancak çayırta kaplı yamaçlarda meydana gelen heyelanda yanall yayılma ve eğilme şeklinde çeşitli deformasyonlar da görülmüştür. 15-24 yaşları arasında çamların kökleri ıslak heyelan alanlarında yüzeyden itibaren 2 m'den daha derine nüfuz edememektedir. Sığ köklenmiş olmasına rağmen çamlar köklenme zonundan itibaren birkaç metre derinine kadar heyelanın hareketini azaltmakta ve yamaçta meydana gelecek deformasyonları önlemektedir (O'LOUGHLIN; ZHANG 1986).

Araştırmalar göstermektedir ki dik ve heyelanlı yamaçlarda ağaçlandırma ile 6-8 yaştan sonra toprak stabilitesi sağlanmaya başlamakta ve heyelan yoğunluğu düşük düzeylere indirilmektedir. Bu sonuç üzerinde heyelanın ana nedenlerinden biri olan topraktaki su fazlasının ağaçlar tarafından evapotranspirasyon ve intersepsiyonla azaltılması yanında, köklerin heyelan kütleline mekanik güç kazandırması da büyük oranda etkilidir.

Ormanların heyelanı kontrol etme ve önlemede etkili oldukları görülmektedir. Heyelanlı yamaçlardaki ağaçlandırmalarda hızlı gelişen türlerin kullanılması ile hem çalışma kısa sürede sonucunu verecek hem de kısa sürede odun elde edilebilecektir.

4. ORMAN MÜHENDİSİNİN HEYELANI ÖNLEMEDEKİ ROLÜ

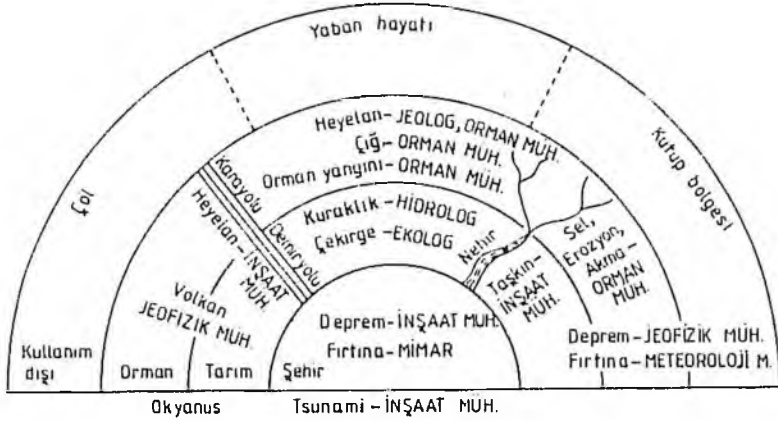
Orman yangınları, seller¹⁾, çığlar, erozyon ve heyelanlar gibi doğal afetler orman mühendisliğinin çalışma alanları içinde meydana gelmektedir. Bu afetlerin orman rejimi dışında kalan dağlık alanlarda meydana gelmesi durumunda bile orman mühendisleri bunların incelenmesi ve önlenmesi konusunda en sorumlu meslek grubudur. Japonya'da heyelan kontrolü çalışmalarının 3/4'ü ormancılık eğitimi görmüş uzmanlarca yapılmaktadır (SASSA 1992)

Ülkemizde ağaçlandırma, erozyon ve sel kontrolü konusunda orman mühendislerinin ciddi çalışmaları vardır. Ancak çığ ve heyelan kontrolü üzerindeki ilgileri genel ağaçlandırma erozyon ve sel kontrolü çalışmaları kapsamında, yani dolaylıdır. Orman Bakanlığı örgütünde de heyelanla doğrudan ilgili bir birim yoktur. Oysa 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 58. maddesi ile 3234 sayılı Orman Genel Müdürlüğü Teşkilatı ve Görevleri Hakkında Kanun Hük-

1) Yukarı havzada yanderelerde şiddetli yağışlardan sonra ani olarak meydana gelen büyük su kütleline sel, aşağı havzada ve vadi tabanlarında sellerin birleşmesinden meydana gelen yüksek su akışlarına taşkın denmektedir (UZUNSOY; GÖRCELİOĞLU, 1985).

münde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun'un 12/e maddesine göre "... yer kaymalarına engel olacak her türlü tedbirleri almak ve aldirmek, ağaçlandırmalar yapmak ve yaptırmak" orman mühendislerine yasalarla görev olarak verilmiştir.

Şehirlerdeki doğal afetlerin kontrol ve önlenmesinden öncelikle inşaat mühendisleri ve mimarlar sorumludur. Ormanlarda ve dağlık alanlarda meydana gelen doğal afetlerin kontrol ve önlenmesinden ise öncelikle orman mühendisleri ve jeologlar sorumludur (Şekil 1). Doğal afetler iki veya daha fazla uzman tarafından ele alınmalıdır. Bu konuda heyelanlar iyi bir örnektir. Heyelanların incelenmesinde jeologlar jeolojik süreçlerle, inşaat mühendisleri demiryolu ve karayollarını korumakla ilgilendirirler. Orman mühendislerinin görevi ise dağlık alanlarda ormanları ve doğal çevreyi tahrip olmaktan korumaktır (SASSA, 1992).



Şekil 1: Doğal afetler ve ilgili meslek grupları (SASSA 1992'den)

Sonuç olarak orman mühendislerinin heyelan tehlikesini azaltıcı çalışmaları tehlikeli alanları tahmin etmek ve yaşam tehlikesi olmayan yerleri belirlemektir. Ayrıca heyelan oluşumunu azaltacak şekilde doğayı ve ormanları korumaktır.

Orman mühendislerinden doğayı dikkatle gözlemleri ve doğal afetlerin etkilerini azaltıcı yöntemleri ortaya koymaları beklenmektedir. Orman için pratik bir risk haritalama yöntemi geliştirmelidirler. Ayrıca doğayla uyumlu önlemler ve ormancılık teknikleri yardımıyla heyelanları ve çığları azaltmalıdır (SASSA, 1992).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Heyelanlar, genellikle dağlık, ormanı tahrip edilmiş, dolayısıyla orman örtüsü altında bulunması gereken dik yamaçlarda meydana gelmektedir. Ormanlar ise heyelanlar üzerinde doğrudan ve dolaylı etkilere sahiptir. Hem oluştuğu alan olarak hem de ormanın önleyici-kontrol edici etkileri nedeniyle heyelanlar, ormancılığın ana konularından biridir.

Ülkemizde ise heyelanla mücadele konusunda 6831 ve 3234 sayılı yasalarla orman mühendislerine de görev verilmesine karşın Orman Bakanlığı bünyesinde genel ormancılık etkinlikleri dışında heyelanla doğrudan ilgili bir birim bulunmamaktadır.

Bu nedenlerle Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü bünyesinde heyelan kontrol ve önleme amacıyla çalışan bir birim kurulmalıdır. Heyelanların nedenleri, oluşumu, ormanların tahribi ve yanlış arazi kullanımının heyelanları artırıcı, buna karşılık ormanların heyelanları azaltıcı ve önleyici etkileri konusunda halk bilgilendirilmeli ve orman köylülerine ormanı tahrip etmeden geçinme olanakları öğretilmeli ve sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- ERİNÇ, S., 1982: *Jeomorfoloji I. İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Yayın No. 2931. İstanbul.*
- GÖRCELİOĞLU, E., 1991/a: *Peyzaj Onarım Tekniği (yayınlanmamış ders notu), İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.*
- GÖRCELİOĞLU, E., 1991/b: *Büki Örtüsünün Yamaç ve Şev Stabilitésine Etkisi. I. Ulusal Heyelan Simpozyumu'na sunulan yayınlanmamış bildiri, Kasım 1991, Trabzon.*
- O'LOUGHLIN, C.; ZHANG, X., 1986: *The Influence of Fast Growing Conifer Plantations on Shallow Landsliding and Earthflow Movement in New Zealand Steeplands. Proceedings of 18th IUFRO World Congress, Ljubljana/Yugoslavia.*
- PHILLIPS, C. et al., 1990: *Effectiveness of Reforestation in Prevention and Control of Landsliding During Large Cyclonic Storms. Proceedings of 19th IUFRO World Congress, Montreal/Canada.*
- SASSA, K., 1992: *The Role of Foresters in Relation to Prevention and Control of Natural Disasters in Forestry IUFRO News, April.*
- UZUNSOY, O.; GÖRCELİOĞLU, E., 1985: *Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 371, İstanbul.*